

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

# ВЕСТНИК

Воронежского государственного  
аграрного университета

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 16, 1(76) • 2023*



ISSN 2071-2243  
DOI: 10.53914/issn2071-2243

# 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 16,  
выпуск 1(76)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1

ВОРОНЕЖ  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
2023

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 –  
№ 373 по состоянию на 29.03.2023**

**Присвоена категория К1 – № 313 в Итоговом списке изданий,  
распределенных по категориям, по состоянию на 06.12.2022**

**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».

**Дедев 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, профессор кафедры 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.

**Вендин Сергей Владимирович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

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

**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 техносферной 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, заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов 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, проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова».

**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».

**Улезько Андрей Валерьевич**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Чиркова Мария Борисовна**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита 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), Новый 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, 2023

ISSN 2071-2243  
DOI: 10.53914/issn2071-2243

# 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 16,  
Issue 1(76)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1

VORONEZH  
Voronezh SAU  
2023

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. 373 as of March 29, 2023**

**According to Peer-Reviewed Scientific Periodicals ranking Vestnik  
was assigned K1 category – No. 313 in Recordholding as of December 06, 2022**

**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 Agroecology, 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, Professor at 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.

**Sergey V. Vendin**, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrical Technologies in the Agro-Industrial Complex, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin.

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

**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, Head of the Laboratory for Use of Lubricants and Spent Petroleum Products, 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. Ismurov**, 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, Vice-Rector for Research and Innovations, Kursk State Agricultural I.I. Ivanov Academy.

**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.

**Andrey V. Ulez’ko**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Head of the Department of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Mariya B. Chirkova**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Accounting and Auditing, 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 New 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, 2023

---

# 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)

---

**Дедов А.В., Шевченко В.А.**

Влияние способов основной обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и энергетическую эффективность выращивания ячменя

**Dedov A.V., Shevchenko V.A.**

Effect of methods of basic tillage and fertilizers on the agrophysical properties of soil, yield and energy efficiency of barley cultivation ..... 13

**Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П.**

Особенности формирования биомассы редьки масличной при оптимизации применения удобрений и сроков уборки в лесостепи ЦФО России

**Kuzmina E.Yu., Savenkov V.P.**

Peculiarities of formation of oil radish biomass with the optimization of application of fertilizers and harvest time in the forest-steppe of the Central Federal District of Russia ..... 26

---

### 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)

---

**Мязин Н.Г., Сушкевич П.А., Кожокина А.Н.**

Изменение пищевого режима чернозема выщелоченного под яровым ячменем при внесении минеральных удобрений

**Myazin N.G., Sushkevich P.A., Kozhokina A.N.**

Changes in the nutrient status of leached chernozem under spring barley with the application of mineral fertilizers ..... 37

**Сухолозова Е.А., Орлова Ю.В., Омеляненко Т.З., Сухолозов Е.А.**

Мониторинг засоренности полей пшеницы в Среднем и Нижнем Поволжье и Республике Крым регулируемым видами рода Пикульник (*Galeopsis* L.)

**Sukholozova E.A., Orlova Yu.V., Omelianenko T.Z., Sukholozov E.A.**

Monitoring of infestation of wheat crops with regulated species of the hemp-nettle genus (*Galeopsis* L.) in the Middle and Lower Volga and the Republic of Crimea ..... 45

---

---

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА  
И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)  
4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,  
PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (BIOLOGICAL SCIENCES)

---

**Сластя И.В.**

Оценка эколого-токсикологической опасности применения пестицидов

**Slastya I.V.**

Assessment of environmental health and toxicological hazard of pesticides ..... 53

---

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)

---

**Оробинский В.И., Корнев А.С., Тертерашвили Д.Г., Заяц А.М.**

Оценка выбросов вредных веществ от предприятий агропромышленного комплекса на примере маслоэкстракционных заводов

**Orobinsky V.I., Kornev A.S., Terterashvili D.G., Zayats A.M.**

Assessment of emissions of harmful substances into the atmosphere from agro-industrial enterprises in a specific context of oil extraction plants ..... 61

**Джабборов Н.И., Захаров А.М., Шаблыкин И.Н.**

Математическая модель и закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом

**Dzhabborov N.I., Zakharov A.M., Shablykin I.N.**

Mathematical model and common patterns of performance changes of the device for pre-sale preparation of root crops through the use of aerodynamic method ..... 69

**Химченко А.В., Оробинский В.И., Мищенко Н.И., Петров А.И., Волков С.Е.**

Определение параметров контактного взаимодействия деталей механизма с использованием методов идентификации модели

**Khimchenko A.V., Orobinsky V.I., Mishchenko N.I., Petrov A.I., Volkov S.E.**

Determination of the parameters of contact interaction of machinery parts using model identification methods ..... 80

**Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Новиков А.Е., Высоцкая И.А.**

Методика определения теоретической траектории поворота колесной машины

**Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Novikov A.E., Vysotskaya I.A.**

Methodology for determining theoretical trajectory of a wheeled vehicle ..... 90

---

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

---

**Терновых К.С., Кучеренко О.И.**

Инновации в организации производства продукции животноводства в России

**Ternovykh K.S., Kucherenko O.I.**

Innovations in the organization of livestock production in Russia ..... 98

**Мордовин А.Н.**

Технико-технологическая база кормопроизводства: сущность и принципы формирования

**Mordovin A.N.**

Design and engineering base of fodder production: its essence and principles of formation ..... 106

**Линькова Н.Н., Агибалов А.В.**

Формирование концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в современных условиях

**Linkova N.N., Agibalov A.V.**

Formulation of the concept of sustainable development of agricultural enterprises under present-day conditions ..... 118

---

|   |     |
|---|-----|
| <b>Черных М.А., Запорожцева Л.А., Шамрина И.В.</b><br>Разработка сценариев использования земель с целью<br>повышения эффективности сельскохозяйственного производства<br><b>Chernykh M.A., Zaporozhtseva L.A., Shamrina I.V.</b><br>Development of land use scenarios to improve<br>the efficiency of agricultural production.....  | 128 |
| <b>Климентова Э.А., Дубовицкий А.А., Смылова О.Ю.</b><br>Рациональное использование земельных ресурсов как фактор<br>повышения устойчивости сельского хозяйства<br><b>Klimentova E.A., Dubovitski A.A., Smyslova O.Yu.</b><br>Rational use of land resources as a factor of increasing the sustainability of agriculture .....  | 143 |
| <b>Меделяева З.П., Трунова Е.Б., Киселев М.Е.</b><br>Эффективность использования земельных ресурсов хозяйствующими<br>субъектами аграрной сферы Воронежской области и направления ее повышения<br><b>Medelyaeva Z.P., Trunova E.B., Kiselev M.E.</b><br>Efficiency of use of land resources by agrarian economic entities<br>in Voronezh Oblast and measures for its improvement .....  | 156 |
| <b>Бондина Н.Н., Бондин И.А., Павлова И.В.</b><br>Диагностика обеспечения и использования производственных<br>ресурсов в сельскохозяйственных организациях<br><b>Bondina N.N., Bondin I.A., Pavlova I.V.</b><br>Diagnostics of supply and use of productive resources in agricultural organizations .....   | 166 |
| <b>Хмелев Д.В., Улезько А.В.</b><br>Институциональная среда и институты цифрового развития сельского хозяйства<br><b>Khmelev D.V., Ulez'ko A.V.</b><br>Institutional environment and institutions for digital development of agriculture .....  | 177 |
| <b>Сафиуллин Н.А.</b><br>Разработка показателя готовности органов государственной власти к внедрению<br>цифровых технологий и платформенных решений в сферах госуправления<br>и оказания госуслуг на основе анализа стейкхолдеров<br><b>Safiullin N.A.</b><br>Development of an indicator of the readiness of public authorities to implement<br>digital technologies and platform solutions in the areas of public administration<br>and public services based on the analysis of stakeholders ..... | 185 |
| <b>Четвертаков И.М., Четвертакова В.П.</b><br>Теоретические и прикладные аспекты экономического роста<br>и развития сельского хозяйства<br><b>Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P.</b><br>Theoretical and applied aspects of economic growth and agricultural development.....   | 194 |
| <b>Авдеев Е.В.</b><br>Диагностика развития человеческого капитала в АПК ЦЧР<br><b>Avdeev E.V.</b><br>Diagnostics of the development of human capital in the Agro-Industrial Complex<br>of the Central Chernozem Region .....  | 201 |
| <b>Козлова Е.И., Новак М.А., Яндьо В.В.</b><br>Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе<br><b>Kozlova E.I., Novak M.A., Yandyo V.V.</b><br>Regional aspects of soybean market development at the present stage.....   | 213 |
| <b>Бурда С.А.</b><br>Экономическое обоснование организации автоматизированной<br>реализации молока на Кубани<br><b>Burda S.A.</b><br>Economic justification of the organization of automated milk sales in the Kuban.....   | 221 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Гагиев Н.Н., Гончаренко Л.П., Сыбачин С.А., Шестакова А.А.</b><br>О ходе выполнения национальных проектов в Арктической зоне<br>Российской Федерации на примере Чукотского автономного округа<br><b>Gagiev N.N., Goncharenko L.P., Sybachin S.A., Shestakova A.A.</b><br>Concerning implementation of national projects in the Arctic zone<br>of the Russian Federation in a specific context of the Chukotka Autonomous Okrug ..... | 233 |
| <b>Муравьева М.В., Воротников И.Л., Ситалиев А.Ш.</b><br>Проблемы и перспективы развития крестьянских (фермерских)<br>хозяйств и сельских индивидуальных предпринимателей<br><b>Muravieva M.V., Vorotnikov I.L., Sitaliev A.Sh.</b><br>Challenges and opportunities of the development of peasant<br>household farming units and individual entrepreneurs in agriculture .....  | 243 |

---

#### 5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

#### 5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Печерская А.Н., Малицкая В.Б., Терновых Е.В., Маслова И.Н.</b><br>Методики применения аналитических процедур при осуществлении<br>налогового контроля<br><b>Pecherskaya A.N., Malitskaya V.B., Ternovykh E.V., Maslova I.N.</b><br>Analytical procedures application practices in the course of tax control<br>implementation ..... | 258 |
|--|-----|

---

### НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

---

|   |     |
|---|-----|
| Наш юбиляр – Владимир Иванович Оробинский<br>Anniversary celebrant Vladimir I. Orobinsky .....  | 268 |
| Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные<br>на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I<br>Doctoral and candidate science-degree councils<br>formed on the basis of Voronezh State Agrarian University ..... | 271 |
| Информация для авторов<br>Information for the authors .....   | 272 |

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.51

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_13

**Влияние способов основной обработки почвы, удобрений  
на агрофизические свойства почвы, урожайность  
и энергетическую эффективность выращивания ячменя****Анатолий Владимирович Дедов<sup>1✉</sup>, Вячеслав Анатольевич Шевченко<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия<sup>2</sup>Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева, Таловский район,  
Воронежская область, Россия<sup>1</sup>dedov050@mail.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных в 2011–2022 гг., с целью определения влияния различных способов основной обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы и урожайность ярового ячменя. Изучали следующие способы обработки почвы: отвальная обработка почвы (вспашка) на глубину 20–22 см – контроль, безотвальная обработка почвы на глубину 20–22 см, поверхностная обработка почвы (дисковое лущение) на глубину 8–10 см, нулевая обработка почвы (прямой посев). Запасы доступной влаги перед посевом ячменя в слоях почвы 0–20 см и 0–100 см во все годы исследований были удовлетворительными. Диапазон сезонного изменения плотности чернозема обыкновенного от начала до конца вегетации ячменя вне зависимости от способа обработки почвы составлял 0,95–1,16 г/см<sup>3</sup>. Во все годы исследований за вегетацию ярового ячменя отмечено достоверное повышение твердости в слое почвы 0–25 см на вариантах применения поверхностной и нулевой обработок – соответственно на 26,4 и 37,1% по сравнению с контролем. В среднем за 12 лет исследований в засушливые годы урожайность ячменя на контроле составляла 39,1 ц/га. Достоверное снижение отмечено на вариантах применения поверхностной, безотвальной и нулевой обработок – соответственно на 1,1 ц/га, 2,2 и 0,5 ц/га. В недостаточно увлажненные годы урожайность на контроле составляла 45,8 ц/га. На вариантах применения нулевой, поверхностной и безотвальной обработок она достоверно снижалась – соответственно на 0,6 ц/га, 2,3 и 7,4 ц/га. При возделывании ячменя на контроле (вспашка), на вариантах применения поверхностной и безотвальной обработок коэффициент энергетической эффективности был низким и варьировал в годы исследований – соответственно от 2,17 до 2,25, от 2,81 до 2,97 и от 2,45 до 2,40. При возделывании ячменя на варианте применения нулевой обработки коэффициент энергетической эффективности был средним – 3,81–4,01.

**Ключевые слова:** чернозем, ячмень, плотность, влажность, твердость, обработка почвы, минеральные удобрения, урожайность, энергетическая эффективность

**Для цитирования:** Дедов А.В., Шевченко В.А. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и энергетическую эффективность выращивания ячменя // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 13–25. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_13-25](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13-25).

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

Original article

**Effect of methods of basic tillage and fertilizers on the agrophysical  
properties of soil, yield and energy efficiency of barley cultivation****Anatoliy V. Dedov<sup>1✉</sup>, Vyacheslav A. Shevchenko<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia<sup>2</sup>Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev,  
Talovsky District, Voronezh Oblast, Russia<sup>1</sup>dedov050@mail.ru✉

**Abstract.** The authors present results of the research conducted in 2011-2022 aimed at determining the effect of various methods of basic tillage and fertilizers on the agrophysical properties of soil and yield of spring barley. The studied methods of tillage included the following: moldboard tillage (plowing) to the depth of 20-22 cm (control), nonmoldboard tillage to the depth of 20-22 cm, surface tillage (disk stubble breaking) to the depth of 8-10 cm, and no-tillage (direct sowing). The available water capacity in the soil layer of 0-20 and 0-100 cm before barley sowing

was satisfactory in all years of research. The range of seasonal changes in the density of ordinary chernozem from the beginning to the end of the growing season of barley was 0.95-1.16 g/cm<sup>3</sup> regardless of the method of tillage. In all years of research, during the growing season of spring barley a significant increase in hardness in the soil layer of 0-25 cm was noted in the variants of surface and zero tillage: by 26.4 and 37.1%, respectively, compared to control. Over 12 years of research the average yield of barley in the control variant in dry years was 39.1 c/ha. A significant decrease in the yield was noted in in the variants of surface, nonmoldboard and zero tillage by 1.1 c/ha, 2.2 and 0.5 c/ha, respectively. In subnormally humid years the yield of barley grain in the control variant was 48.1 c/ha. A significant decrease in the yield was noted in in the variants of zero, surface and nonmoldboard tillage by 0.6 c/ha, 2.3 and 7.4 c/ha, respectively. When cultivating barley in the control variant (plowing), in the variants of surface and nonmoldboard tillage the energy efficiency coefficient was low and varied during the years of research from 2.17 to 2.25, from 2.81 to 2.97, and from 2.45 to 2.40, respectively. When cultivating barley in the variant of zero tillage (direct sowing), the energy efficiency coefficient was equal to mid-level, i.e. 3.81-4.01.

**Key words:** chernozem, barley, density, humidity, hardness, soil tillage, mineral fertilizers, yield, energy efficiency  
**For citation:** Dedov A.V., Shevchenko V.A. Effect of methods of basic tillage and fertilizers on the agrophysical properties of soil, yield and energy efficiency of barley cultivation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):13-25. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_13-25](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13-25).

## **В**ведение

Своевременная и качественная механическая обработка почвы имеет важное значение в системе мероприятий по повышению эффективности плодородия почв, является важнейшей, наиболее дорогостоящей производственной операцией в земледелии. В результате механической обработки почвы изменяется строение пахотного слоя, улучшаются условия для протекания биологических, физических, физико-химических процессов в ней. Содержание кислорода и влаги в почве, реакция почвенного раствора в обработанном слое изменяются в сторону, благоприятную для почвенной микрофлоры, которая участвует в разложении органического вещества, обогащает почву перегноем и увеличивает содержание доступных для растений форм азота, фосфора, калия, магния, серы, железа и других жизненно важных элементов питания. В настоящее время в опубликованных источниках информации исследователи приводят данные полевых опытов, проведенных в различных регионах нашей страны и за рубежом, подтверждающие высокую эффективность и положительное влияние на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур минимальных приемов обработки почвы вплоть до «нулевой» [3, 4, 5, 7, 8, 14].

Актуальность этой проблемы связана с поиском путей снижения высоких энергетических (до 40% от затрат на возделывание) и трудовых (до 25%) затрат на обработку почвы в современных агротехнологиях. Сокращение удельного веса интенсивной отвальной вспашки, особенно под яровой ячмень, имеет важное практическое значение, так как обеспечит сельхозпроизводителям большую экономию трудовых и материальных ресурсов.

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

Исследования по изучению влияния различных способов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя проводились сотрудниками Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I и Воронежского федерального аграрного научного центра им. В.В. Докучаева в 2011–2022 гг. на полях сельхозпредприятия ЗАО «Павловская Нива», территория которого расположена в центре южной части Воронежской области.

**Цель исследования** – разработать наиболее эффективные способы основной обработки почвы с использованием удобрений при выращивании ярового ячменя.

Схема севооборота: ½ горох, ½ соя – озимая пшеница – ½ кукуруза на зерно, ½ подсолнечник – ячмень.

Схема опыта предусматривала сравнительное изучение различных способов основной обработки почвы под ячмень. В экспериментах изучали следующие способы обработки почвы.

1. Отвальная обработка почвы (вспашка) на глубину 20–22 см.
  2. Безотвальная обработка почвы на глубину 20–22 см.
  3. Поверхностная обработка почвы (дисковое лушение) на глубину 8–10 см.
  4. Нулевая обработка почвы (прямой посев).
- При выращивании ячменя по вариантам использовали следующие удобрения.
1. Контроль – без удобрений (0).
  2. 10 кг д. в.  $\text{NH}_3$  на тонну соломы (N).
  3. 10 кг д. в.  $\text{NH}_3$  на тонну соломы + 80 г/га препарата Стернифаг, СП (N + C).

Стернифаг, СП представляет собой современный эффективный почвенный биологический фунгицид на основе микроскопического гриба *Trichoderma harzianum*, разработан с целью ускорения разложения стерни и соломы злаковых, сои, кукурузы, подсолнечника, а также подавления фитопатогенов на растительных остатках и в почве.

Почвы представлены черноземом обыкновенным среднегумусовым среднетяжелым, тяжелосуглинистым со следующими агрохимическими показателями (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

| Тип почв              | Гранулометрический состав | Подвижные формы        |                      | Гумус, % | Кислотность              |    | Обменные основания |     |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|----------|--------------------------|----|--------------------|-----|
|                       |                           | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{K}_2\text{O}$ |          | $\text{pH}_{\text{KCl}}$ | Hg | Ca                 | Mg  |
|                       |                           | мг/кг почвы            |                      |          |                          |    |                    |     |
| Чернозем обыкновенный | Глинистый                 | 81                     | 169                  | 6,0      | 6,6                      | 1  | 28,8               | 2,8 |

Опыт закладывали в трехкратной повторности, размещение делянок – систематическое, размер делянки по основной обработке почвы –  $84 \times 120 = 10\,080 \text{ м}^2$ , учетной –  $6 \times 100 = 600 \text{ м}^2$ .

Технология возделывания ячменя сорта Вакула, за исключением изучаемых факторов, была общепринятой для ЦЧР.

Годы проведения исследований по гидротермическим условиям были разными: 2011–2015, 2017 и 2018 гг. характеризовались как засушливые ( $\text{ГТК} < 1,0$ ), 2016, 2019, 2021 и 2022 гг. – как недостаточно увлажненные ( $\text{ГТК} = 1,0\text{--}1,3$ ) [1], что, несомненно, оказало влияние на урожай зерна ячменя.

Учет урожайности проводили поделяночно, методом сплошного обмолота учетной делянки с последующей подработкой с приведением к стандартной влажности и 100% чистоте.

Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с использованием типовых программ по Б.А. Доспехову [6].

### Результаты и их обсуждение

Для условий Воронежской области, особенно южной ее части, одним из основных факторов, лимитирующих продуктивность сельскохозяйственных культур, является влажность почвы. Большое влияние на этот показатель оказывает основная обработка, которая выполняется для существенного изменения сложения почвы. В зависимости от почвенных и климатических условий, от вида севооборота и засоренности полей основная обработка может проводиться с различной периодичностью: от одного-двух раз в год, до одного раза в одну-две ротации севооборота. Основную обработку рекомендуют проводить чаще в условиях избыточного увлажнения, реже – в засушливых районах на хорошо оструктуренных, плодородных почвах.

Вспашка является не только самым распространенным приемом основной обработки почвы, но и самым затратным. В современных условиях экономической нестабильности при дефиците энергоресурсов и при постоянном росте цен на них особую актуальность приобретает поиск альтернативных способов основной обработки почвы.



Так, В.И. Кирюшин отмечает, что из-за недостатка финансов сельхозпредприятия, К(Ф)Х, фермерские хозяйства отказываются от вспашки не только под зерновые, но и пропашные культуры [12, 13]. В связи с этим возникает необходимость сравнить эффективность применения отвальной вспашки с приемами минимизации обработки почвы, а также с прямым посевом.

Наблюдения за динамикой влажности почвы показали, что перед посевом ячменя запасы доступной влаги в слое почвы 0–20 см во все годы исследований были удовлетворительными – 20,1–26,0 мм, что связано с обильными осадками в марте-апреле. Этого было достаточно для получения своевременных и полных всходов ячменя.

Не установлено достоверной закономерности влияния способа обработки почвы на содержание доступной влаги в условиях года в слое почвы 0–50 см. В слое почвы 0–100 см в начальный период развития культуры существенных различий также не установлено. На контроле в почве содержалось 141,5 мм доступной влаги, отклонения от контроля на вариантах применения безотвальной, поверхностной и нулевой обработок составляли соответственно 6,8 мм, 5,8 и 9,2 мм. Запасы влаги в период колошения ячменя в верхних слоях почвы (до 50 см) зависели от выпадающих осадков в весенне-летний период, а в более глубоких слоях почвы (50–100 см) – от величины весеннего запаса влаги, при этом их количество оценивалось как удовлетворительное (рис. 1).

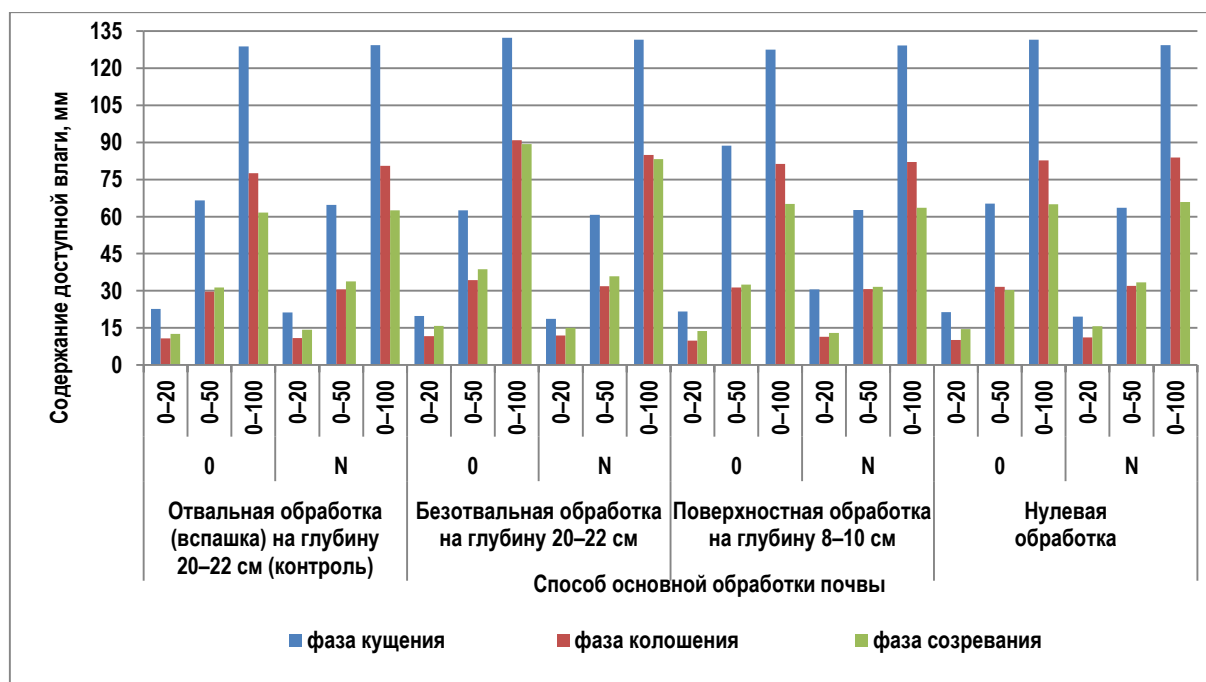


Рис. 1. Содержание доступной влаги (мм) по фазам вегетации ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и внесения удобрений (в среднем за 2011–2022 гг.): 0 – без удобрений; N – минеральные удобрения

К концу вегетации ярового ячменя (созревание) в условиях недостаточного увлажнения в слоях почвы 0–20 см и 0–100 см запасы доступной влаги были удовлетворительными. Следует отметить, что способы основной обработки почвы с применением минеральных удобрений не оказали существенного влияния на накопление и сохранение доступной влаги в период вегетации культуры.

Таким образом, из представленных на рисунке 1 данных следует, что при длительном проведении исследований в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР различные способы основной обработки почвы под ячмень в течение вегетационного периода не оказывали существенного влияния на водный режим чернозема обыкновенного.

Одной из задач исследования было определение показателей плотности почвы под яровым ячменем в зависимости от различных способов основной обработки, удобрений и препарата Стернифаг (стернеразложитель). Полученные данные приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>) по фазам вегетации ячменя в зависимости от способов основной обработки, внесения удобрений и препарата Стернифаг (в среднем за 2011–2013 гг.)**

| Варианты обработки (А)                            | Удобрения (С)  | Слой почвы, см (В) | Фаза вегетации |           |            | Среднее |
|---|--|--------------------|----------------|-----------|------------|---------|
|   |  |                    | Всходы         | Колошение | Созревание |         |
| Отвальная (вспашка) на глубину 20–22см (контроль) | 0  | 0–20               | 0,98           | 1,08      | 1,06       | 1,03    |
|   |  | 20–40              | 1,09           | 1,12      | 1,16       | 1,13    |
|   | N  | 0–20               | 0,99           | 1,02      | 1,08       | 1,02    |
|   |  | 20–40              | 1,09           | 1,10      | 1,12       | 1,10    |
|   | N + C  | 0–20               | 0,97           | 1,02      | 1,14       | 1,05    |
|   |  | 20–40              | 1,07           | 1,07      | 1,7        | 1,07    |
| Безотвальная на глубину 20–22см                   | 0  | 0–20               | 1,02           | 1,04      | 1,12       | 1,06    |
|   |  | 20–40              | 1,08           | 1,10      | 1,13       | 1,11    |
|   | N  | 0–20               | 0,99           | 1,05      | 1,07       | 1,04    |
|   |  | 20–40              | 1,09           | 1,11      | 1,13       | 1,11    |
|   | N + C  | 0–20               | 0,97           | 1,04      | 1,03       | 0,97    |
|   |  | 20–40              | 1,06           | 1,11      | 1,15       | 1,11    |
| Поверхностная на глубину 8–10 см                  | 0  | 0–20               | 1,01           | 1,04      | 1,07       | 1,04    |
|   |  | 20–40              | 1,07           | 1,10      | 1,13       | 1,10    |
|   | N  | 0–20               | 0,95           | 1,02      | 1,03       | 0,99    |
|   |  | 20–40              | 1,07           | 1,10      | 1,13       | 1,10    |
|   | N + C  | 0–20               | 1,04           | 1,14      | 1,15       | 1,11    |
|   |  | 20–40              | 1,12           | 1,14      | 1,19       | 1,14    |
| Нулевая   | 0  | 0–20               | 1,05           | 1,08      | 1,12       | 1,09    |
|   |  | 20–40              | 1,13           | 1,14      | 1,17       | 1,15    |
|   | N  | 0–20               | 0,98           | 1,02      | 1,06       | 1,02    |
|   |  | 20–40              | 1,04           | 1,11      | 1,12       | 1,09    |
|   | N + C  | 0–20               | 1,08           | 1,11      | 1,15       | 1,12    |
|   |  | 20–40              | 1,11           | 1,12      | 1,12       | 1,12    |
| НСР <sub>05</sub> = 0,06                          | НСР <sub>05</sub> А (обработка) = 0,02; НСР <sub>05</sub> В (удобрение) = 0,01; НСР <sub>05</sub> С (слой) = 0,02; АВ = 0,03; АС = 0,04; ВС = 0,03 |                    |                |           |            |         |

Примечание: 0 – без удобрений; N – минеральные удобрения; N + C – минеральные удобрения и препарат Стернифаг.

Наиболее существенные различия плотности почвы (табл. 2) были отмечены по способам основной обработки, слоям почвы и фазам вегетации ячменя.

Следует отметить, что влияние способов основной обработки почвы было незначительным, за исключением нулевой обработки (прямого посева). На этом варианте отмечали достоверное повышение плотности почвы на 0,03–0,09 г/см<sup>3</sup> (НСР<sub>05</sub> = 0,02).

Плотность почвы зависит от ее влажности, поэтому обсуждение ее параметров необходимо увязывать с количеством осадков.

В 2011–2013 гг. осадков выпадало меньше на 20–48 мм по сравнению со средне-многолетними данными, поэтому почва уплотнялась сильнее, особенно в слоях 10–20 см и 20–40 см, однако при этом значения плотности (0,98–1,19 г/см<sup>3</sup>) не превышали оптимальных параметров. Перед посевом ярового ячменя плотность почвы на фоне всех способов основной обработки почвы была оптимальной.

Таким образом, на почвах с высоким содержанием органического вещества способы основной обработки почвы под ячмень существенно не влияли на ее плотность. Применение препарата Стернифаг (для ускорения разложения соломы) в засушливых условиях также существенно не изменяло этот показатель.

Дальнейшее продолжение исследований в 2014–2022 гг. позволило выявить, что значения плотности почвы под ячменем на фоне всех способов основной обработки не выходили за пределы оптимальных параметров (табл. 3).

**Таблица 3. Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>) по фазам вегетации ячменя в зависимости от способов основной обработки, внесения удобрений и препарата Стернифаг (в среднем за 2014–2022 гг.)**

| Варианты обработки (А)                             | Удобрения (С) | Слой почвы, см (В)   | Фаза вегетации |           |            | Среднее |
|--|---------------|--|----------------|-----------|------------|---------|
|  |               |  | Всходы         | Колошение | Созревание |         |
| Отвальная (вспашка) на глубину 20–22 см (контроль) | 0             | 0–20   | 0,98           | 1,00      | 1,05       | 1,01    |
|  |               | 20–40  | 1,10           | 1,12      | 1,15       | 1,12    |
|  | N             | 0–20   | 0,99           | 1,02      | 1,05       | 1,02    |
|  |               | 20–40  | 1,09           | 1,11      | 1,13       | 1,11    |
| Безотвальная на глубину 20–22 см                   | 0             | 0–20   | 1,02           | 1,07      | 1,06       | 1,05    |
|  |               | 20–40  | 1,11           | 1,07      | 1,08       | 1,09    |
|  | N             | 0–20   | 1,01           | 1,04      | 1,08       | 1,04    |
|  |               | 20–40  | 1,10           | 1,10      | 1,12       | 1,11    |
| Поверхностная на глубину 8–10 см                   | 0             | 0–20   | 1,00           | 1,03      | 1,07       | 1,03    |
|  |               | 20–40  | 1,08           | 1,05      | 1,02       | 1,05    |
|  | N             | 0–20   | 0,99           | 1,04      | 1,08       | 1,04    |
|  |               | 20–40  | 1,10           | 1,11      | 1,13       | 1,11    |
| Нулевая  | 0             | 0–20   | 1,04           | 1,09      | 1,12       | 1,08    |
|  |               | 20–40  | 1,13           | 1,14      | 1,16       | 1,14    |
|  | N             | 0–20   | 1,02           | 1,10      | 1,12       | 1,08    |
|  |               | 20–40  | 1,11           | 1,12      | 1,12       | 1,12    |
| НСР <sub>05</sub> = 0,19                           |               | НСР <sub>05</sub> А (обработка) = 0,05; НСР <sub>05</sub> В (удобрение) = 0,06; НСР <sub>05</sub> С (слой) = 0,05; АВ = 0,11; АС = 0,09; ВС = 0,11 |                |           |            |         |

Примечание: 0 – без удобрений; N – минеральные удобрения; N + С – минеральные удобрения и препарат Стернифаг.

При минимизации основной обработки почвы (поверхностная и нулевая обработки) во все сроки определения отмечалась тенденция увеличения плотности, но на протяжении всего периода вегетации ячменя значения этого показателя на отмеченных вариантах опыта были на уровне оптимальных. Сезонные изменения плотности чернозема обыкновенного от начала до конца вегетации культуры вне зависимости от способа обработки почвы находились в диапазоне 0,95–1,16 г/см<sup>3</sup>.

На контрольном варианте (отвальная обработка) за счет лучшего крошения и равномерного распределения массы растительных остатков в пахотном слое отмечено снижение плотности почвы, значения которой были в пределах 0,94–1,12 г/см<sup>3</sup>, что также соответствовало оптимальным параметрам.

Таким образом, согласно классификации Н.А. Качинского [11], плотность почвы в течение всего периода вегетации ярового ячменя хотя и изменялась в зависимости от способов основной обработки почвы, но все эти изменения находились в пределах оптимальных параметров, установленных для возделывания этой культуры. Почва находилась в рыхлом, рыхловатом и плотноватом состоянии. Такие же выводы в своих исследованиях делали другие ученые [5, 10, 15–18].

В стационарном опыте кроме плотности почвы изучалась ее твердость, которая влияет на рост и развитие корневой системы растений, на сопротивление почвы при обработке. Твердость почвы зависит от влажности и плотности почвы. Твердость может изменяться в большом диапазоне значений: от 3–7 до 50 кг/см<sup>2</sup>. Оптимальные значения твердости пахотного слоя на черноземах для зерновых культур находятся в пределах от 8 до 16 кг/см<sup>2</sup> [21].

Анализ результатов исследований за 2011–2013 гг. (рис. 2), показал, что в фазе всходов ярового ячменя твердость почвы в слое 0–5 см достоверно повышалась по сравнению с контролем на вариантах применения безотвальной, поверхностной и нулевой обработок – соответственно на 11,7%, 47,1 и 55,9%.

С увеличением глубины профиля контрастность между контролем и этими вариантами возрастала. Если в слое 0–5 см превышение составляло 33,3–65,9%, то в слое 20–25 см – 40,3–68,5%. В слое 0–25 см показатели твердости почвы вариантов применения безотвальной, поверхностной и нулевой обработок на 33,3%, 53,5 и 65,6% превышали значения на контроле.

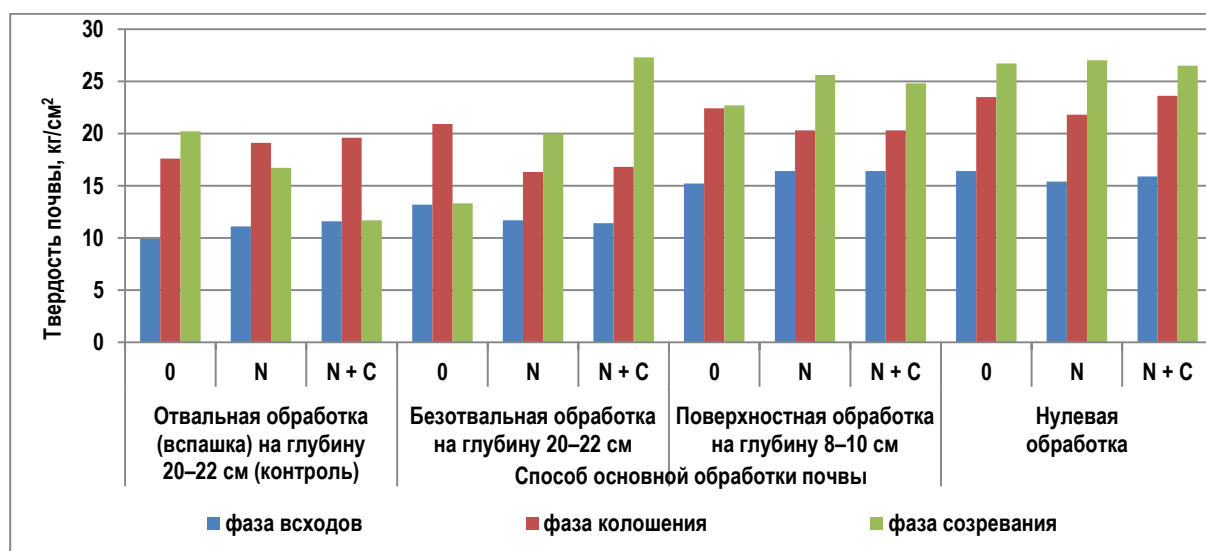


Рис. 2. Твердость почвы (кг/см<sup>2</sup>) в слое 0–25 см по фазам вегетации ячменя в зависимости от способов основной обработки, внесения удобрений и препарата Стернифаг (в среднем за 2011–2013 гг.): 0 – без удобрений; N – минеральные удобрения; N + C – минеральные удобрения и препарат Стернифаг

В фазе колошения ячменя значения твердости почвы достоверно увеличивались по сравнению с контролем на вариантах применения безотвальной, поверхностной и нулевой обработок – соответственно на 3,3 кг/см<sup>2</sup>, 4,8 и 5,9 кг/см<sup>2</sup>.

К уборке ячменя твердость почвы увеличивалась на всех вариантах опыта: на контроле этот показатель составлял 20,2 кг/см<sup>2</sup>, на вариантах применения поверхностной и нулевой обработок был выше на 2,2 и 6,5 кг/см<sup>2</sup>.

В среднем за вегетацию ярового ячменя во все годы исследований отмечено достоверное повышение по сравнению с контролем твердости в слое почвы 0–25 см на вариантах применения поверхностной (на 26,4%), нулевой (на 37,1%) и безотвальной обработок (незначительная тенденция повышения).

Внесение минеральных удобрений и минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не способствовало снижению твердости почвы, в одних случаях этот показатель находился на одном уровне с вариантами без внесения удобрений, а в других – был незначительно выше или ниже.

Урожайность культур как наиболее важный показатель эффективного ведения сельскохозяйственного производства можно повысить при использовании научно обоснованных систем земледелия, главным элементом которых являются способы обработки почвы [5, 7, 9, 13, 14, 19, 20].

На первом этапе исследований (2011–2014 гг.) на контроле было получено 36,8 ц/га зерна ячменя, на остальных вариантах отмечали тенденцию снижения урожайности: на фоне безотвальной обработки – на 0,8 ц/га, нулевой – на 1,0 ц/га, поверхностной – на 0,5 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность ячменя (ц/га) в зависимости от гидротермических условий года, способов основной обработки почвы, внесения удобрений и препарата Стернифаг (в среднем за 2011–2022 гг.)

| Годы<br>(В)  | Способ основной обработки почвы (А)   |             |             |  |             |             |             |             |             |  |             |             |
|--|---|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
|  | Отвальная (вспашка)<br>на глубину 20–22 см<br>(контроль)  |             |             | Поверхностная<br>на глубину<br>8–10 см |             |             | Нулевая     |             |             | Безотвальная<br>на глубину<br>20–22 см |             |             |
|  | Удобрения (С)   |             |             |  |             |             |             |             |             |  |             |             |
|  | 0   | N           | N + С       | 0                                      | N           | N + С       | 0           | N           | N + С       | 0                                      | N           | N + С       |
| <b>Засушливые годы (ГТК &lt; 1,0)</b>                |   |             |             |  |             |             |             |             |             |  |             |             |
| 2011   | 46,1  | 48,0        | 45,7        | 41,6                                   | 42,2        | 41,0        | 43,5        | 44,7        | 41,7        | 44,2                                   | 45,4        | 42,2        |
| 2012   | 21,9  | 24,0        | 20,5        | 23,0                                   | 23,9        | 23,5        | 22,8        | 22,1        | 23,5        | 22,4                                   | 22,5        | 23,9        |
| 2013   | 36,6  | 36,9        | 37,0        | 39,1                                   | 38,9        | 39,1        | 40,4        | 41,1        | 40,8        | 38,0                                   | 37,9        | 39,1        |
| 2014   | 42,5  | 42,5        | 43,0        | 43,5                                   | 42,5        | 41,5        | 36,9        | 39,4        | 38,5        | 39,5                                   | 41,8        | 42,0        |
| 2015   | 33,3  | 35,1        | –           | 31,5                                   | 32,5        | –           | 35,4        | 36,9        | –           | 31,6                                   | 33,1        | –           |
| 2017   | 50,1  | 51,8        | –           | 47,3                                   | 48,9        | –           | 48,9        | 49,9        | –           | 42,8                                   | 44,1        | –           |
| 2018   | 36,5  | 38,4        | –           | 37,1                                   | 39,2        | –           | 35,9        | 37,1        | –           | 35,4                                   | 37,0        | –           |
| 2020   | 45,6  | 47,2        | –           | 44,4                                   | 46,5        | –           | 45,2        | 46,5        | –           | 42,0                                   | 43,1        | –           |
| <b>Среднее</b>                                       | <b>39,1</b>   | <b>40,5</b> | <b>36,6</b> | <b>38,0</b>                            | <b>39,3</b> | <b>36,3</b> | <b>38,6</b> | <b>39,7</b> | <b>36,1</b> | <b>36,9</b>                            | <b>38,1</b> | <b>36,8</b> |
| <b>Недостаточно увлажненные годы (ГТК = 1,0–1,3)</b> |   |             |             |  |             |             |             |             |             |  |             |             |
| 2016   | 37,7  | 38,9        | –           | 35,7                                   | 36,8        | –           | 38,6        | 39,5        | –           | 35,5                                   | 37,5        | –           |
| 2019   | 40,6  | 43,7        | –           | 38,1                                   | 29,9        | –           | 40,0        | 41,6        | –           | 34,1                                   | 36,2        | –           |
| 2021   | 48,1  | 49,7        | –           | 45,8                                   | 47,3        | –           | 46,7        | 47,8        | –           | 41,2                                   | 43,3        | –           |
| 2022   | 56,7  | 57,9        | –           | 54,3                                   | 55,2        | –           | 55,6        | 55,9        | –           | 42,9                                   | 44,5        | –           |
| <b>Среднее</b>                                       | <b>45,8</b>   | <b>47,6</b> | <b>–</b>    | <b>43,5</b>                            | <b>42,3</b> | <b>–</b>    | <b>45,2</b> | <b>46,2</b> | <b>–</b>    | <b>38,4</b>                            | <b>40,4</b> | <b>–</b>    |
| HCP <sub>05</sub> = 1,9 ц/га                         | HCP <sub>05</sub> A = 0,47 – значим; HCP <sub>05</sub> B = 0,34 – значим;<br>HCP <sub>05</sub> C = 0,67 – значим; HCP <sub>05</sub> AB = 0,67 – не значим;<br>HCP <sub>05</sub> AC = 1,34 – значим; HCP <sub>05</sub> BC = 0,65 – не значим |             |             |  |             |             |             |             |             |  |             |             |

Примечание: 0 – без удобрений; N – минеральные удобрения; N + С – минеральные удобрения и препарат Стернифаг.

Самый низкий урожай зерна ячменя был в 2012 г. Это связано, по нашему мнению, с более жесткими климатическими условиями этого года, когда за вегетационный период выпало 150 мм осадков (среднегодовое значение – 252 мм) при более высокой температуре (на 2 °С), поэтому урожайность варьировала от 22,8 до 21,2 ц/га. Урожайность ячменя на варианте применения нулевой обработки на 0,7 ц/га превышала показатель на контроле, в то время как на вариантах применения поверхностной и безотвальной обработок была ниже – соответственно на 0,3 и 0,6 ц/га.

Анализ данных по вариантам основной обработки почвы за весь период исследований (12 лет) показал, что в засушливые годы урожайность ячменя на контроле в среднем составляла 39,1 ц/га. Достоверное снижение отмечено на вариантах применения поверхностной, безотвальной и нулевой обработок – соответственно на 1,1 ц/га, 2,2 и 0,5 ц/га (HCP<sub>05</sub> = 0,47 ц/га) (табл. 4).

При внесении минеральных удобрений в засушливые годы отмечено повышение показателя урожайности на контроле, на вариантах применения поверхностной и нулевой обработок – соответственно на 1,4 ц/га, 0,2 и 0,6 ц/га и снижение на 1,0 ц/га на фоне безотвальной обработки.

Дополнительное внесение на фоне минеральных удобрений препарата Стернифаг снижало урожайность на всех вариантах основной обработки почвы на 2,3–3,0 ц/га по сравнению с контролем и на 3,7–4,4 ц/га по сравнению с удобрённым контролем. По результатам анализа этих данных был сделан вывод о нецелесообразности применения препарата Стернифаг в засушливых условиях.

Урожайность на контроле составляла 45,8 ц/га в недостаточно увлажненные годы, на вариантах применения нулевой, поверхностной и безотвальной обработок достоверно снижалась – соответственно на 0,6 ц/га, 2,3 и 7,4 ц/га ( $HCp_{05} = 0,47$  ц/га). При внесении минеральных удобрений в недостаточно увлажненные годы отмечено повышение урожайности ячменя на контроле (на 2,2 ц/га) и на варианте применения нулевой обработки (на 0,4 ц/га), в то время как на вариантах применения поверхностной и безотвальной обработок этот показатель, наоборот, снижался – соответственно на 3,5 и 5,4 ц/га.

В целом анализ данных урожайности ячменя с учетом сложившихся природно-климатических условий в годы исследований позволил расположить способы основной обработки в следующей последовательности: вспашка – нулевая обработка – поверхностная обработка – безотвальная обработка.

Главным критерием выращивания сельскохозяйственных культур при различных обработках почвы является снижение затрат энергии на производство продукции. Современное сельскохозяйственное производство потребляет значительное количество техногенной энергии. По оценкам экспертов, доля агропромышленного комплекса в энергобюджете различных стран составляет от 5% до 28–40% [2, 9]. Необходимость все возрастающего увеличения производства продукции вынуждает вкладывать в сельское хозяйство с каждым годом все больше и больше энергии, хотя рост производства сельскохозяйственной продукции далеко не всегда адекватен этим затратам.

Для более объективной оценки эффективности выращивания ячменя при различных способах обработки почвы рассчитывают энергетическую эффективность. Экономическая оценка может быть ошибочной, так как она зависит от конъюнктурных цен на сырье. Расчет энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур дает возможность получить более объективную информацию.

Критерием биоэнергетической оценки агротехнологий выращивания ячменя является коэффициент энергетической эффективности, который рассчитывают как отношение выхода энергии с урожаем основной продукции к затратам энергии на ее получение. Если коэффициент энергетической эффективности меньше 1,0, то эффективность отсутствует, если находится в диапазоне 1–3 – низкая, 3–5 – средняя, 5–10 – высокая [9]. При определении энергетической эффективности изучаемых способов основной обработки почвы использовали методические разработки сотрудников Воронежского государственного аграрного университета [9], Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗ и ЗПЭ) [2].

Наши расчеты показали, что при выращивании ячменя на фоне отвальной вспашки на глубину 20–22 см (контроль) затраты техногенной энергии в засушливые годы составили 4,8 ГДж/га, а во влажные – 5,4 ГДж/га, что связано с повышением урожайности на 0,67 т/га, или на 17% (табл. 5).

Как следует из данных таблицы 5, применение безотвальной и нулевой обработок вместо отвальной (контроль) снижало затраты техногенной энергии в засушливые годы соответственно на 1,2 и 2,1 ГДж/га, а в недостаточно увлажненные годы – на 1,5 и 2,4 ГДж/га. Дополнительное внесение минеральных удобрений и препарата Стернифаг повышало затраты на 0,1 ГДж/га. При выращивании ячменя на фоне отвальной обработки (контроль) коэффициент энергетической эффективности в засушливые и влажные годы составлял соответственно 2,17 и 2,25.

Снижение урожайности ячменя на варианте применения поверхностной обработки на 0,11 т/га в засушливые годы и на 0,33 т/га в недостаточно увлажненные годы не снижало коэффициент энергетической эффективности, который по сравнению с контролем увеличивался соответственно на 0,54 и на 0,62 за счет сокращения энергозатрат.

**Таблица 5. Эффективность затрат энергии на технологию выращивания ячменя в зависимости от гидротермических условий периода исследований, способов основной обработки почвы, внесения удобрений и препарата Стернифог (в среднем за 2011–2022 гг.)**

| Варианты обработки почвы                                | Удобрения | Урожайность ячменя, т/га | Затраты технической энергии, ГДж/га | Выход энергии, ГДж/га |                              | Коэффициент энергетической эффективности |
|---|-----------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|--|
|   |           |                          |                                     | с нетоварной частью   | с урожаем основной продукции |  |
| <b>Засушливые годы (ГТК &lt; 1,0)</b>                   |           |                          |                                     |                       |                              |  |
| Отвальная (вспашка) на глубину 20–22 см (контроль)      | 0         | 3,91                     | 4,8                                 | 3,37                  | 7,03                         | 2,17                                     |
|   | N         | 4,05                     | 4,9                                 | 3,18                  | 7,29                         | 2,17                                     |
|   | N + C     | 3,66                     | 4,9                                 | 2,87                  | 6,59                         | 1,93                                     |
| Поверхностная на глубину 8–10 см                        | 0         | 3,80                     | 3,6                                 | 2,98                  | 6,84                         | 2,81                                     |
|   | N         | 3,93                     | 3,8                                 | 3,09                  | 7,07                         | 2,67                                     |
|   | N + C     | 3,63                     | 3,8                                 | 2,85                  | 6,53                         | 2,47                                     |
| Нулевая   | 0         | 3,86                     | 2,7                                 | 3,33                  | 6,95                         | 3,81                                     |
|   | N         | 3,97                     | 2,8                                 | 3,12                  | 7,15                         | 3,68                                     |
|   | N + C     | 3,61                     | 2,8                                 | 2,84                  | 6,50                         | 3,33                                     |
| Безотвальная на глубину 20–22 см                        | 0         | 3,69                     | 4,0                                 | 3,18                  | 6,64                         | 2,45                                     |
|   | N         | 3,81                     | 4,1                                 | 2,99                  | 6,86                         | 2,40                                     |
|   | N + C     | 3,68                     | 4,1                                 | 2,89                  | 6,62                         | 2,32                                     |
| <b>Недостаточно увлажненные годы (ГТК &gt; 1,0–1,3)</b> |           |                          |                                     |                       |                              |  |
| Отвальная (вспашка) на глубину 20–22 см (контроль)      | 0         | 4,58                     | 5,4                                 | 3,95                  | 8,24                         | 2,25                                     |
|   | N         | 4,76                     | 5,5                                 | 3,74                  | 8,56                         | 2,24                                     |
| Поверхностная на глубину 8–10 см                        | 0         | 4,35                     | 3,9                                 | 3,75                  | 7,83                         | 2,97                                     |
|   | N         | 4,23                     | 4,0                                 | 3,32                  | 7,61                         | 2,73                                     |
| Нулевая   | 0         | 4,52                     | 3,0                                 | 3,90                  | 8,14                         | 4,01                                     |
|   | N         | 4,62                     | 3,2                                 | 3,63                  | 8,32                         | 3,73                                     |
| Безотвальная на глубину 20–22 см                        | 0         | 3,84                     | 4,2                                 | 3,31                  | 6,91                         | 2,43                                     |
|   | N         | 4,04                     | 4,4                                 | 3,17                  | 7,27                         | 2,37                                     |

Примечание: энергоёмкость продукции: основной – 1,8 ГДж; побочной – 0,785 ГДж;

0 – без удобрений; N – минеральные удобрения; N + C – минеральные удобрения и препарат Стернифог.

В засушливые и недостаточно увлажненные годы коэффициент энергетической эффективности применения нулевой обработки увеличивался по сравнению с контролем – соответственно на 1,64 и 1,76.

Таким образом, анализ затрат энергии на выращивание ячменя показал, что в засушливые годы на фоне вспашки (контроль), поверхностной и безотвальной обработок отмечены низкие коэффициенты энергетической эффективности – соответственно 2,17; 2,81 и 2,45, а на фоне нулевой обработки – средний, равный 3,81.

В недостаточно увлажненные годы отмечены низкие коэффициенты энергетической эффективности на фоне вспашки (контроль), поверхностной и безотвальной обработок – соответственно 2,25; 2,97 и 2,4, а на фоне нулевой обработки – средний, равный 4,01.

**Выводы**

1. Запасы доступной влаги перед посевом ячменя в слое почвы 0–20 см во все годы исследований были удовлетворительными – варьировали от 20,1 до 26,0 мм. Не установлено достоверной закономерности по содержанию доступной влаги в условиях года в слое почвы 0–50 см в зависимости от способа основной обработки почвы.

В метровом слое почвы в начальный период развития культуры существенных различий не установлено, отклонение запасов доступной влаги от контроля (141,5 мм) составило на фоне безотвальной, поверхностной и нулевой обработок соответственно 6,8 мм, 5,8 и 9,2 мм.

Способы основной обработки почвы с применением минеральных удобрений не оказали существенного влияния на накопление и сохранение доступной влаги в период вегетации культуры.

2. При отвальной обработке (вспашке) на глубину 20–22 см за счет лучшего крошения и равномерного распределения массы растительных остатков в пахотном слое отмечено снижение плотности почвы на 0,94–1,12 г/см<sup>3</sup>, что соответствовало оптимальным параметрам. На фоне использования приемов минимизации основной обработки почвы (поверхностная, безотвальная и нулевая обработки) во все сроки определения отмечалась тенденция повышения плотности, но на протяжении всего периода вегетации ячменя значения этого показателя были в пределах оптимальных. Диапазон сезонного изменения плотности чернозема обыкновенного от начала до конца вегетации ячменя вне зависимости от способа обработки почвы составил 0,95–1,16 г/см<sup>3</sup>.

3. В среднем за вегетацию ярового ячменя во все годы исследований отмечено достоверное повышение по сравнению с контролем твердости в слое почвы 0–25 см на вариантах применения поверхностной (на 26,4%), нулевой (на 37,1%) и безотвальной обработок (незначительная тенденция повышения).

Внесение минеральных удобрений и минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не способствовало снижению твердости почвы, в одних случаях этот показатель находился на одном уровне с вариантами без внесения удобрений, в других – незначительно выше или ниже.

4. В среднем за 12 лет исследований в засушливые годы урожайность ячменя на контроле составляла 39,1 ц/га. Достоверное снижение отмечено на вариантах применения поверхностной, безотвальной и нулевой обработок – соответственно на 1,1 ц/га, 2,2 и 0,5 ц/га.

В недостаточно увлажненные годы урожайность на контроле составляла 45,8 ц/га. На вариантах применения нулевой, поверхностной и безотвальной обработок достоверно снижалась – соответственно на 0,6 ц/га, 2,3 и 7,4 ц/га (НСР<sub>05</sub> = 0,47 ц/га).

5. При выращивании ячменя в засушливые годы на фоне вспашки (контроль), поверхностной и безотвальной обработок отмечены низкие коэффициенты энергетической эффективности – соответственно 2,17; 2,81 и 2,45, а на фоне нулевой обработки – средний, равный 3,81.

В недостаточно увлажненные годы отмечены низкие коэффициенты энергетической эффективности на фоне вспашки (контроль), поверхностной и безотвальной обработок – соответственно 2,25; 2,97 и 2,4, а на фоне нулевой обработки – средний, равный 4,01.

---

**Список источников**

1. Агrometeorологические бюллетени по Воронежской области за 2011–2022 годы // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/> (дата обращения: 02.03.2022).

2. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. Пушино: Научный центр биологических исследований АН СССР, 1986. 209 с.



3. Гармашов В.М., Качанин А.Л. Минимализация обработки почвы // Земледелие. 2007. № 6. С. 8–9.
4. Гулидова В.А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень // Земледелие. 2001. № 6. С. 18–19.
5. Дедов А.В., Трофимова Т.А., Болучевский Д.А. Совершенствование основной обработки в ЦЧР // Земледелие. 2013. № 6. С. 5–7.
6. 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.
7. Дригидер В.К. О путях и методах изучения прямого посева семян в необработанную почву // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № S5(14). С. 14–25. DOI: 10.25930/2687-1254/002.5.14.2021.
8. Дригидер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Экономическая эффективность севооборотов при возделывании полевых культур без обработки почвы // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 4(12). С. 1–14. DOI: 10.25930/0372-3054/001.4.12.2019.
9. Зезюков Н.И., Придворев Н.И., Дедов А.В. Методические указания по расчету энергетической эффективности агротехнологий с использованием ПЭВМ. Воронеж: Воронежский ГАУ, 1993. 45 с.
10. Картамышев Н.И., Тарасов А.А. Проблемы переуплотнения почв и пути их решения: учебное пособие. Курск: Изд-во Курской гос. с.-х. академии, 1997. 106 с.
11. Качинский Н.А. Физика почвы: учебник для студентов университетов. Москва: Высшая школа, 1965. 323 с.
12. Кирюшин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. 2006. № 5. С. 11–14.
13. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130–1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
14. Наполов В.В., Наполова Г.В., Дмитриева О.Д. Влияние различных способов обработки почвы на показатели плодородия и урожайность // Russian Agricultural Science Review. 2015. Т. 6, № 6–1. С. 45–49.
15. Петракова В.А. Влияние различных способов обработки на некоторые физические и химические свойства выщелоченного чернозема: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Уфа, 1963. 21 с.
16. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур // Земледелие. 2021. № 2. С. 37–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.
17. Полуэктов Е.В., Батищев И.В. Мониторинг водопроницаемости и эрозийных процессов при различных способах основной обработки черноземов юга России // Научный журнал российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11, № 2. С. 158–173. DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-158-173.
18. Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном: дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2002. 379 с.
19. Салихов А.С., Кадыров М.Д. Способы основной обработки и урожайность яровых зерновых культур // Земледелие. 2004. № 4. С. 12–13.
20. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Дедов А.В. и др. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России: учебное пособие. Москва: КолосС, 2012. 471 с.
21. Сидоров М.И., Зезюков Н.И. Земледелие на черноземах. Воронеж: Воронежский государственный университет, 1992. 184 с.

## References

1. Agrometeorologicheskie byulleteni po Voronezhskoj oblasti za 2011-2020 gody. Voronezhskij tsentr po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy, filial Tsentral'no-Chernozemnogo upravleniya po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy [Agrometeorological bulletins for Voronezh Oblast. 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. Bulatkin G.A. Ekologo-energeticheskie aspekty produktivnosti agrotsenozov [Ecological and energy aspects of productivity of agroecosystems]. Pushchino: Scientific Center for Biological Research of the USSR Academy of Sciences, 1986. 209 p. (In Russ.).
3. Garmashov V.M., Kachanin A.L. Minimalizatsiya obrabotki pochvy [Minimalization of tillage]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2007;6:8-9. (In Russ.).
4. Gulidova V.A. Optimizatsiya obrabotki pochvy pod yarovoj yachmen' [Optimization of tillage for spring barley sowing]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2001;6:18-19. (In Russ.).
5. Dedov A.V., Trofimova T.A., Boluchevsky D.A. Sovershenstvovanie osnovnoj obrabotki v CChR [Improving of main soil treatment in the Central Chernozem Region]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2013;6:5-7. (In Russ.).
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnoe posobie. 5-e izd., dop. i pererab. [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.).
7. Dridiger V.K. O putyakh i metodakh izucheniya pryamogo poseva semyan v neobrabotannuyu pochvu [Ways and methods of studying direct seeding of seeds into uncultivated soil]. *Sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = Agricultural Journal*. 2021;14(5):14-25. DOI: 10.25930/2687-1254/002.5.14.2021. (In Russ.).

8. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G. Ekonomicheskaya effektivnost' sevooborotov pri vozdeleyvanii polevykh kul'tur bez obrabotki pochvy [Economic efficiency of crop rotations when cultivating field crops without tillage]. *Sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = Agricultural Journal*. 2019;12(4):1-14. DOI: 10.25930/0372-3054/001.4.12.2019. (In Russ.).
9. Zezyukov N.I., Pridvoren N.I., Dedov A.V. Metodicheskie ukazaniya po raschetu energeticheskoy effektivnosti agrotekhnologii s ispol'zovaniem PEVM [Methodological guidelines for calculating the energy efficiency of agricultural technologies using PC]. Voronezh: State Agrarian University Press; 1993. 45 p. (In Russ.).
10. Kartamyshev N.I., Tarasov A.A. Problemy pereuplotneniya pochv i puti ikh resheniya: uchebnoe posobie [Problems of the overconsolidated soil and ways of solving them: a textbook]. Kursk: Kursk State Agricultural Academy Publishing House; 1997. 106 p. (In Russ.).
11. Kachinsky N.A. Fizika pochvy: uchebnik dlya studentov universitetov [Soil physics: a textbook for university students]. Moscow: Vysshaya shkola; 1965. 323 p. (In Russ.).
12. Kiryushin V.I. Minimalizatsiya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya [Minimization of tillage: prospects and contradictions]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2006;5:11-14. (In Russ.).
13. Kiryushin V.I. Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'yu agrotsenozov v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya [The management of soil fertility and agrocenosis productivity in landscape adaptive agricultural systems]. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*. 2019;9:1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062. (In Russ.).
14. Napolov V.V., Napolova G.V., Dmitrieva O.D. Vliyanie razlichnykh sposobov obrabotki pochvy na pokazateli plodorodiya i urozhajnost' [Influence of different tillage methods on fertility indicators and yields]. *Russian Agricultural Science Review = Russian Agricultural Science Review*. 2015;6(6-1):45-49. (In Russ.).
15. Petrakova V.A. Vliyanie razlichnykh sposobov obrabotki na nekotorye fizicheskie i khimicheskie svoystva vyshchelochennogo chernozema [Influence of various processing methods on some physical and chemical properties of leached chernozem]: avtoreferat dissertatsii ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.01 = Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.01. Ufa; 1963. 21 p. (In Russ.).
16. Polyakov D.G. Obrabotka pochvy i pryamoj posev: agrofizicheskie svoystva chernozemov i urozhajnost' polevykh kul'tur [Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2021;2:37-43. (In Russ.).
17. Poluektov E.V., Batishchev I.V. Monitoring vodopronitsaemosti i erozionnykh protsessov pri razlichnykh sposobakh osnovnoy obrabotki chernozemov yuga Rossii [Monitoring of water permeability and erosion processes at different methods of primary tillage of chernozem in southern Russia]. *Nauchnyj zhurnal rossijskogo NII problem melioratsii = Journal of The Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems*. 2021;11(2):158-173. DOI: 10.31774/2222-1816-2021-11-2-158-173. (In Russ.).
18. Pridvoren N.I. Nauchnye osnovy optimizatsii soderzhaniya organicheskogo veshchestva v chernozeme vyshchelochennom [Scientific bases of optimization of organic matter content in leached chernozem]: dissertatsiya ... doktora sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.01 = Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.01. Voronezh; 2002. 379 p. (In Russ.).
19. Salikhov A.S., Kadyrov M.D. Sposoby osnovnoy obrabotki i urozhajnost' yarovykh zernovykh kul'tur [Methods of main tillage and yield of spring grain crops]. *Zemledelie = Zemledelie*. 2004;4:12-13. (In Russ.).
20. Semykin V.A., Kartamyshev N.I., Dedov A.V. et al. Biologizatsiya zemledeliya v osnovnykh zemledel'cheskikh regionakh Rossii: uchebnoe posobie [Biologization of agriculture in the main agricultural regions of Russia: study guide]. Moscow: KolosS Press; 2012. 471 p. (In Russ.).
21. Sidorov M.I., Zezyukov N.I. Zemledelie na chernozemakh [Agriculture on chernozems]. Voronezh: Voronezh State University Press; 1992. 184 p. (In Russ.).

### **Информация об авторах**

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

В.А. Шевченко – аспирант ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева», shevchenko\_agro@mail.ru.

### **Information about the authors**

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

V.A. Shevchenko, Postgraduate Student, Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev, shevchenko\_agro@mail.ru.

**Статья поступила в редакцию 03.02.2023; одобрена после рецензирования 12.03.2023; принята к публикации 23.03.2023.**

**The article was submitted 03.02.2023; approved after reviewing 12.03.2023; accepted for publication 23.03.2023.**

© Дедов А.В., Шевченко В.А., 2023

#### 4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.853: (631.5+631.559+631.816+631.55.032)

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_26

### Особенности формирования биомассы редьки масличной при оптимизации применения удобрений и сроков уборки в лесостепи ЦФО России

Елена Юрьевна Кузьмина<sup>1✉</sup>, Валерий Петрович Савенков<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», Липецк, Россия

<sup>1</sup>lena-kuzmina07@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных с целью выявления влияния различных доз и технологий применения удобрений на урожай зеленой массы и сухого вещества редьки масличной при различных сроках уборки в условиях лесостепи ЦФО России. В полевом опыте изучались варианты внесения (NPK)<sub>40</sub>, (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку и (NPK)<sub>40</sub> весной под предпосевную обработку почвы (контроль – без удобрений), а также при проведении некорневых подкормок водорастворимыми макро- и микроудобрениями на фоне основного применения (NPK)<sub>40</sub>. Исследования проводились в 2019–2021 гг. на черноземе выщелоченном среднесиловом тяжелосуглинистом с использованием общепринятых методик. Погодные условия периода вегетации по годам проведения исследований изменялись, но закономерности влияния изучаемых агроприемов на урожайность редьки масличной были близкими. При скашивании редьки масличной в межфазные периоды бутонизация – начало цветения, цветение – начало плодообразования и в фазе полного плодообразования на варианте опыта без удобрений в среднем получен урожай зеленой массы соответственно 292, 318 и 365 ц/га и сухого вещества – 34,48 и 74 ц/га, при этом на фоне применения удобрений он значительно повышался. Продуктивность изучаемой культуры при внесении (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку была более высокой, чем при использовании аналогичной дозы полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию. Увеличение под основную обработку почвы дозы (NPK)<sub>40</sub> в два раза и проведение на ее фоне некорневых подкормок изучаемыми макро- и микроудобрениями оказывало положительное влияние на формирование биомассы редьки масличной. Наибольший и практически равноценный урожай зеленой массы (501–527 ц/га) и сухого вещества (103–108 ц/га) получен при внесении осенью под вспашку (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с двумя некорневыми подкормками препаратами Плантофол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс при уборке в фазе полного плодообразования.

**Ключевые слова:** редька масличная, некорневые подкормки, погодные условия, сроки уборки, макро- и микроудобрения, урожай зеленой массы и сухого вещества

**Для цитирования:** Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П. Особенности формирования биомассы редьки масличной при оптимизации применения удобрений и сроков уборки в лесостепи ЦФО России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 26–36. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_26](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_26)–36.

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

Original article

### Peculiarities of formation of oil radish biomass with the optimization of application of fertilizers and harvest time in the forest-steppe of the Central Federal District of Russia

Elena Yu. Kuzmina<sup>1✉</sup>, Valery P. Savenkov<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Lipetsk Rapeseed Research Institute – Branch of “Federal Research Center “V.S. Pustovoiit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops” (VNIIMK), Lipetsk, Russia

<sup>1</sup>lena-kuzmina07@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The authors present the results of experiments conducted in order to identify the effect of various doses and technologies of applying fertilizers on the yield of herbage and dry matter of oil radish at different harvesting times in the forest-steppe conditions of the Central Federal District of Russia. In the field experiment the authors studied the variants of applying (NPK)<sub>40</sub>, (NPK)<sub>80</sub> in autumn under plowing and (NPK)<sub>40</sub> in spring under secondary tillage (no fertilizers in control), as well as foliar fertilizing with water-soluble macro- and microfertilizers on the background of basic application of (NPK)<sub>40</sub>. Studies were carried out in 2019–2021 on leached medium-deep

heavy loamy chernozem using conventional methods. The weather conditions in the growing season varied by the years of research, but the patterns of effect of the studied agricultural practices on the yield of oil radish were similar. Harvesting of oil radish in the interstage periods of budding – beginning of flowering, flowering – beginning of fruit formation, and in the stage of full fruit formation in the experimental variant with no fertilizers gave an average herbage yield of 292, 318, and 365 c/ha, respectively, and the yield of dry matter was 34.48 and 74 c/ha, with a significant increase on the background of fertilizers application. The productivity of the studied crop with the application of (NPK)<sub>40</sub> in autumn under plowing was higher than with the application of a similar dose of complete mineral fertilizer in spring under secondary tillage. Doubling the dose of (NPK)<sub>40</sub> under basic tillage and foliar fertilizing with the studied macro- and microfertilizers on its background had a positive effect on the formation of oil radish biomass. The highest and practically equivalent yield of herbage (501-527 c/ha) and dry matter (103-108 c/ha) was obtained when (NPK)<sub>80</sub> and (NPK)<sub>40</sub> were applied in autumn under plowing in combination with two foliar fertilizations with Plantofol or Polidon Amino Start and Polidon Amino Mix when harvesting in the stage of full fruit formation.

**Key words:** oil radish, foliar fertilizing, weather conditions, harvesting time, macro- and microfertilizers, yield of herbage and dry matter

**For citation:** Kuzmina E.Yu., Savenkov V.P. Peculiarities of formation of oil radish biomass with the optimization of application of fertilizers and harvest time in the forest-steppe of the Central Federal District of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):26-36. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_26-36](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_26-36).

**Р**едька масличная (*Raphanus sativus* L. var *oleifera* Metzg.) – однолетнее травянистое растение семейства Капустные (*Brassicaceae*), которая наиболее часто выращивается как кормовая сидеральная культура. Зеленая масса редьки масличной характеризуется повышенным содержанием протеина, жира и минеральных веществ (при сравнительно низком количестве клетчатки), богата каротином и витаминами, среди которых наибольшую значимость имеет аскорбиновая кислота.

Введение в рацион крупного рогатого скота зеленых кормов и силоса этой культуры увеличивает продуктивность животных [1, 8, 12, 13]. Биологические особенности роста и развития редьки масличной позволяют использовать ее зеленую массу на корм начиная с весны и до поздней осени, а также для силосования, поэтому она незаменима для организации зеленого конвейера как в чистом виде, так и в смеси с другими культурами.

Редька масличная является ценным зеленым удобрением, так как при заашке ее биомасса быстро разлагается, и в почву поступает такое количество органического вещества и основных элементов питания растений, которое равноценно внесению 30–40 т/га полупревшего навоза. В результате сохраняется плодородие почвы и повышается урожайность последующих полевых культур в севообороте [4, 6, 11].

Эффективность практического использования редьки масличной на кормовые цели или сидерат в наибольшей мере обусловлена ее урожайностью, сформированной к моменту уборки, поэтому особое значение имеет повышение продуктивности этой культуры за счет оптимизации технологии ее выращивания. Редька масличная характеризуется интенсивным типом минерального питания и хорошо отзывается на применение удобрений. Для формирования высоких урожаев зеленой массы и сухого вещества этой кормовой культуры необходимо удобрения вносить в оптимальных дозах в наиболее подходящие сроки и способами, учитывающими ее биологические и сортовые особенности, а также почвенно-климатические и погодные условия региона возделывания [2, 5, 7].

Урожай биомассы редьки масличной прежде всего зависит от сроков уборки, то есть фазы роста и развития при которой производится ее скашивание на соответствующие цели. Известно, что уже в межфазном периоде бутонизация – начало цветения эта культура формирует достаточно высокий урожай зеленой массы, хотя в это время из-за невысокого содержания сухого вещества малоприспособна для силосования и заашки в почву в качестве сидерата. В последующие фазы роста и развития редьки масличной ее

биомасса обычно значительно увеличивается, но кормовые достоинства несколько снижаются. В то же время выявлено, что даже при скашивании зеленой массы этой культуры в фазе полного плодообразования ее качество соответствует зоотехническим нормам для кормления сельскохозяйственных животных. В связи с отмеченными выше особенностями при выращивании редьки масличной на зеленый корм скашивание рекомендуется начинать в межфазный период бутонизация – начала цветения и заканчивать в фазе полного плодообразования. Оптимальным сроком уборки урожая зеленой массы для заготовки силоса и запашки в качестве органического удобрения является фаза полного плодообразования, когда содержание сухого вещества увеличивается до 25–30% [3, 9, 10, 14].

Анализ научных публикаций показал, что в настоящее время оптимальные технологии применения удобрений и сроки уборки, которые обеспечивают получение максимально высоких урожаев вегетативной массы при выращивании на корм или сидерат редьки масличной нового сорта Альфа в условиях лесостепи ЦФО России не установлены. Учитывая вышеизложенное, проведение в данном регионе соответствующих исследований является актуальным и имеет большое научное и практическое значение.

Представлены результаты исследований, проведенных с целью изучения влияния различных доз и технологий применения макро- и микроудобрений на урожай зеленой массы и сухого вещества редьки масличной при различных сроках уборки в условиях лесостепи ЦФО России.

#### **Методика исследований**

Исследования по изучению влияния макро- и микроудобрений и сроков уборки на урожай зеленой массы редьки масличной проводились в Липецком НИИ рапса – филиале ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» в 2019–2021 гг.

В качестве объекта исследований был взят новый перспективный сорт редьки масличной Альфа.

Ниже приведена схема полевого опыта, который проводился как двухфакторный.

Фактор (А) – первый, второй и третий сроки уборки урожая.

Фактор (В) определялся по следующим вариантам.

1. Контроль (без удобрений).
2. (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку.
3. (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку.
4. (NPK)<sub>40</sub> весной под предпосевную культивацию.
5. (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратом Плантафол (1,0 кг/га) в фазе розетка 5–7 настоящих листьев и межфазный период бутонизация – начало цветения (20:20:20).
6. (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку + некорневые подкормки препаратом Полидон Амино Старт (1,0 л/га) в фазе розетка 5–7 настоящих листьев и препаратом Полидон Амино Микс (1,0 л/га) межфазный период бутонизация – начало цветения.

Плантафол, по Евростандарту, относится к ряду высоко химически чистых и полностью растворимых удобрений, специально разработанных для листовой подкормки. Для обеспечения потребностей растений различными элементами на всех стадиях развития, повышения урожайности и качества содержит полный комплекс N, P, K + микроэлементы B, Fe, Mn, Zn и Cu с прилипателем.

Полидон Амино Старт – органоминеральное удобрение, предназначенное для некорневых подкормок в начальные фазы роста и развития полевых культур, имеет в своем составе L-аминокислоты и олигопептиды в комплексе с макроэлементами (азотом, фосфором, калием, магнием), а также микроэлементами (Fe, Mn, Zn, Cu, B, M, Co).

При некорневых подкормках изучаемыми органоминеральными удобрениями применялся адьювант-суперсмачиватель-пенетрант Полидон Бонд – 50 мл/га. Норма расхода рабочего раствора составляла 300 л/га.

Технология возделывания редьки масличной в опыте была общепринятой для региона исследований (за исключением изучаемых агроприемов).

Общая площадь делянки в опыте составляла 36 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

Учеты зеленой массы проводили в следующие фазы и межфазные периоды: бутонизация – начало цветения, цветение – начало плодообразования, полное плодообразование. Скашивали две площадки с каждой делянки площадью 1 м<sup>2</sup>.

Исследования выполняли согласно общепринятым методикам и ГОСТам.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесиловый тяжелосуглинистый с агрохимическими показателями, характерными для данного подтипа, вида и разновидности чернозема.

Климат региона проведения исследований (Липецкий район Липецкой области) – умеренно-континентальный, который в последние 15–20 лет стал менее влагообеспеченным. На данной территории за год среднесуточная температура воздуха и сумма осадков изменяются в пределах 4,7–5,6 °С и 550–560 мм. Продолжительность вегетационного периода составляет 145–160 суток, сумма эффективных температур (выше +10 °С) не превышает 2200–2400 °С. По среднесуточным данным в этом регионе за май-август при среднесуточной температуре воздуха 17,4 °С и сумме осадков 236 мм гидротермический коэффициент по Селянинову равен 1,11.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований значительно различались. Так, в 2019, 2020 и 2021 гг. за май-август при среднесуточной температуре воздуха 18,1 °С, 17,6 и 20,1 °С и сумме осадков 223,1 мм, 183,0 и 181,8 мм ГТК по Селянинову составил соответственно 1,00; 0,85 и 0,73.

В период роста и развития редьки масличной от всходов (первая декада мая) до фазы полного плодообразования (третья декада июня-начало июля), когда происходит формирование урожая ее биомассы, гидротермические условия и их динамика по годам проведения опыта также имели свои особенности. Наиболее благоприятные погодные условия сложились в 2019 г.: за отмеченное межфазье среднесуточная температура воздуха (18,6 °С), сумма осадков (127,3 мм) и гидротермический коэффициент по Селянинову (1,16) практически не отличались от среднесуточных значений. При этом отрезки вегетации, предшествующие изучаемым срокам уборки редьки масличной, характеризовались хорошими гидротермическими условиями: ГТК по Селянинову изменялся в пределах 1,08–1,30.

В 2020 и 2021 гг. межфазье всходы – полное плодообразование редьки масличной проходило при среднесуточной температуре воздуха 16,2 и 18,3 °С и сумме осадков 94,3 и 69,2 мм, ГТК по Селянинову был равен соответственно 1,06 и 0,73. При этом в начальный отрезок вегетации (всходы – бутонизация – начало цветения) погодные условия оказались близкими и практически не отличались от сложившихся в 2019 г. и среднесуточной нормы.

Однако в эти годы в последующие фазы роста и развития редьки масличной отмечались большой недостаток осадков и повышенный температурный режим воздуха, что в наибольшей мере проявилось в 2021 г. Так, в течение вегетации этой культуры между первым и третьим сроками уборки урожая зеленой массы в 2020 и 2021 гг. ГТК по Селянинову соответственно составил 0,82 и 0,26, причем в последнем случае значение ГТК было нехарактерным для лесостепи ЦФО России.

Таким образом, погодные условия, сложившиеся в годы проведения исследований, оказывали значительное влияние на формирование урожая зеленой массы и сухого вещества редьки масличной при оптимизации применения макро- и микроудобрений и сроков уборки.

### Результаты и их обсуждение

Для повышения продуктивности редьки масличной при возделывании на кормовые и сидеральные цели большое значение имеет оптимизация сроков уборки и применения макро- и микроудобрений. Так как погодные условия вегетационных периодов этой культуры в годы проведения исследований значительно различались, отмечены изменения формирования урожайности в зависимости от сроков уборки, доз и систем применения удобрений.

Выявлено, что при уборке этой культуры в межфазные периоды бутонизация – начало цветения, цветение – начало плодообразования и в фазе полного плодообразования (в среднем по фактору А) урожай зеленой массы в 2019 г. составил соответственно 355 ц/га, 442 и 554 ц/га, в 2020 г. – 366 ц/га, 427 и 477 ц/га и в 2021 г. – 343 ц/га, 372 и 378 ц/га. Следует отметить, что в эти годы при первом сроке уборки значения урожайности были сравнительно близкими, а при втором и третьем сроках значительно различались, при этом максимальным этот показатель был в 2019 г., а минимальным – в 2021 г. Стабильно самые высокие показатели сбора зеленой массы редьки масличной получены при уборке в фазе полного плодообразования, хотя в 2021 г. различия не были существенными (табл. 1).

Основной причиной особенностей формирования урожайности изучаемой культуры при выбранных сроках уборки были сложившиеся в период вегетации погодные условия. В межфазье всходы – бутонизация – начало цветения в 2019, 2020 и 2021 гг. погодные условия несколько различались по сумме и динамике выпадения осадков, а также по температурному режиму воздуха, ГТК по Селянинову составил соответственно 1,14; 1,23 и 1,10, при среднемноголетней норме этого показателя 1,12. Поэтому можно отметить, что в годы исследований гидротермические условия в начальный отрезок вегетации были близкими и в целом благоприятными для формирования урожая зеленой массы этой культуры при первом сроке уборки.

В последующие фазы роста и развития редьки масличной, которые предшествовали второму и третьему срокам уборки биомассы, наиболее благоприятные гидротермические условия сложились в 2019 г. (ГТК = 1,18).

В 2020 г. этот отрезок вегетации отличался недобором осадков и повышенным температурным режимом воздуха (ГТК = 0,82), а в 2021 г. он был очень жарким и засушливым (ГТК = 0,26) и нехарактерным для лесостепи ЦФО России.

При возделывании редьки масличной без удобрений (в среднем по фактору В) в 2019, 2020 и 2021 гг. был получен урожай зеленой массы соответственно 350, 327 и 297 ц/га, который на вариантах опыта с применением макро- и микроудобрений достоверно увеличивался. Следует отметить, что в годы исследований продуктивность этой культуры при изучаемых дозах и системах применения макро- и микроудобрений существенно различалась, но закономерности изменений были близкими. Так, внесение (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку стабильно обеспечивало более высокий сбор зеленой массы, чем при использовании аналогичной дозы полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию, хотя при неблагоприятных погодных условиях периода вегетации 2021 г. это оказалось недостоверным.

Выявлено, что во все годы проведения исследований значения урожая зеленой массы редьки масличной при внесении (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку были выше, чем при аналогичном применении дозы (NPK)<sub>40</sub>. При этом на фоне некорневых подкормок в течение вегетации препаратами Плантофол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс, проведенных на фоне основного внесения (NPK)<sub>40</sub>, урожай зеленой массы также увеличивался. Существенных различий урожайности в зависимости от используемых агротехнологий выращивания этой культуры в жарких и засушливых погодных условиях в 2021 г. не выявлено.

Таблица 1. Урожай зеленой массы редьки масличной в зависимости от срока уборки и применения макро- и микроудобрений, ц/га

| Удобрение<br>(фактор В)   | Срок уборки (фактор А) по фазам  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         | Среднее по фактору В |         |         |         |
|---|----------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
|   | бутонизация –<br>начало цветения |         |         |         | цветение –<br>начало плодообразования |         |         |         | плодообразование |         |         |         | 2019 г.              | 2020 г. | 2021 г. | среднее |
|   | 2019 г.                          | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.                               | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.          | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.              | 2020 г. | 2021 г. | среднее |
| Контроль – без удобрений  | 290                              | 300     | 285     | 292     | 333                                   | 322     | 298     | 318     | 428              | 360     | 307     | 365     | 350                  | 327     | 297     | 325     |
| (NPK) <sub>40</sub> осенью под вспашку  | 356                              | 365     | 345     | 355     | 445                                   | 435     | 374     | 418     | 553              | 480     | 382     | 472     | 451                  | 427     | 367     | 415     |
| (NPK) <sub>80</sub> осенью под вспашку  | 391                              | 400     | 382     | 391     | 495                                   | 464     | 405     | 455     | 625              | 545     | 410     | 527     | 504                  | 470     | 399     | 458     |
| (NPK) <sub>40</sub> весной под предпосевную культивацию   | 330                              | 350     | 320     | 333     | 418                                   | 407     | 359     | 395     | 525              | 450     | 367     | 447     | 424                  | 402     | 349     | 392     |
| (NPK) <sub>40</sub> осенью под вспашку + некорневая подкормка препаратом Плантофол в фазе розетка 5–7 настоящих листьев + некорневая подкормка препаратом Плантофол в межфазье бутонизация – начало цветения                    | 380                              | 387     | 368     | 378     | 484                                   | 470     | 398     | 451     | 598              | 515     | 403     | 505     | 487                  | 457     | 390     | 445     |
| (NPK) <sub>80</sub> осенью под вспашку + некорневая подкормка препаратом Полидон Амино Старт в фазе розетка 5–7 настоящих листьев + некорневая подкормка препаратом Полидон Амино Микс в межфазье бутонизация – начало цветения | 384                              | 392     | 359     | 378     | 479                                   | 465     | 396     | 447     | 593              | 510     | 400     | 501     | 485                  | 456     | 385     | 442     |
| Среднее по фактору А  | 355                              | 366     | 343     | 355     | 442                                   | 427     | 372     | 414     | 554              | 477     | 378     | 470     | –                    | –       | –       | –       |
| НСР <sub>0,5</sub> для главных эффектов:  |                                  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора А   | 31,2                             | 24,0    | 22,0    | 25,7    |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора В   | 13,7                             | 23,0    | 32,3    | 23,0    |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| НСР <sub>0,5</sub> для частных различий:  |                                  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора А   | 82,4                             | 63,4    | 53,9    | 66,6    |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора В   | 23,7                             | 39,9    | 56,0    | 39,9    |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |



В среднем за три года исследований наибольший и практически равноценный урожай зеленой массы редьки масличной (в среднем по фактору В) был получен на варианте основного внесения осенью под вспашку (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с некорневыми подкормками изучаемыми макро- и микроудобрениями в соответствующие фазы роста и развития.

При анализе результатов исследований наряду с особенностями влияния на урожайность редьки масличной главных эффектов значение имеет оценка существенности частных различий изучаемых агротехнологий. Так, в среднем за 2019–2021 гг. при уборке этой культуры в межфазном периоде бутонизация – начало цветения на варианте опыта без удобрений сформировался урожай зеленой массы 292 ц/га. При внесении (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку он достоверно увеличивался и составил 355 ц/га, но на других вариантах опыта существенно не изменялся.

При уборке редьки масличной в межфазном периоде цветение – начало плодообразования сбор зеленой массы увеличивался на 26–73 ц/га по сравнению с межфазным периодом, отмеченным выше. Однако этот прирост оказался существенным только на двух вариантах опыта, где на фоне основного внесения (NPK)<sub>40</sub> в течение вегетации проводились некорневые подкормки препаратами Плантофол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс. Следует отметить, что при внесении (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку сформировался наиболее высокий урожай зеленой массы, но преимущество этого варианта относительно внесения (NPK)<sub>40</sub> под основную обработку почвы оказалось недостоверным.

Продуктивность редьки масличной при уборке в фазе полного плодообразования относительно предыдущего срока уборки увеличивалась на всех вариантах опыта, но это было существенным только при внесении (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку. В то же время при втором сроке уборки на варианте внесения (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с некорневыми подкормками изучаемыми макро- и микроудобрениями отмечен самый высокий и сравнительно равноценный сбор зеленой массы.

Обычно зеленая масса полевых культур характеризуется высоким содержанием воды (70–90%), которая не имеет энергетической питательности при кормлении сельскохозяйственных животных и не оказывает существенного влияния на поступление органического вещества в почву. Поэтому при выращивании редьки масличной на кормовые цели или для запашки на зеленое удобрение основным показателем продуктивности является количество сухого вещества.

В наших исследованиях при уборке редьки масличной в межфазных периодах бутонизация – начало цветения, цветение – начало плодообразования и в фазе полного плодообразования в зеленой массе определяли содержание сухого вещества, которое по мере роста и развития значительно и стабильно увеличивалось. Однако на изучаемых вариантах внесения удобрений и применения макро- и микроудобрений значения этого показателя существенно не различались, то есть были очень близкими. В среднем на этих вариантах опыта за период 2019–2021 гг. при первом, втором и третьем сроках уборки в зеленой массе накапливалось сухого вещества соответственно 11,5%, 15,0 и 20,5% (табл. 2).

Как следует из данных таблицы 2, сбор сухого вещества при изучаемых сроках уборки (в среднем по фактору А) существенно варьировал: от 34 до 74 ц/га на контроле, от 41 до 97 ц/га при внесении (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку и от 45 до 108 ц/га при внесении (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку. Во все годы исследований при уборке этой кормовой и сидеральной культуры в более поздние сроки созревания сбор сухого вещества с гектара достоверно увеличивался, при этом стабильно самым высоким он отмечен в фазе полного плодообразования.

Таблица 2. Влияние макро- и микроудобрений на сбор сухого вещества редьки масличной при различных сроках уборки, ц/га

| Удобрение<br>(фактор В)  | Срок уборки (фактор А) по фазам  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         | Среднее по фактору В |         |         |         |
|--|----------------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
|  | бутонизация –<br>начало цветения |         |         |         | цветение –<br>начало плодообразования |         |         |         | плодообразование |         |         |         | Среднее по фактору В |         |         |         |
|  | 2019 г.                          | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.                               | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.          | 2020 г. | 2021 г. | среднее | 2019 г.              | 2020 г. | 2021 г. | среднее |
| Контроль – без удобрений   | 36                               | 33      | 32      | 34      | 58                                    | 45      | 40      | 48      | 85               | 76      | 61      | 74      | 60                   | 51      | 44      | 52      |
| (NPK) <sub>40</sub> осенью под вспашку   | 45                               | 41      | 37      | 41      | 79                                    | 62      | 48      | 63      | 114              | 102     | 75      | 97      | 79                   | 68      | 53      | 67      |
| (NPK) <sub>80</sub> осенью под вспашку   | 48                               | 47      | 40      | 45      | 86                                    | 73      | 50      | 70      | 128              | 118     | 79      | 108     | 87                   | 79      | 56      | 74      |
| (NPK) <sub>40</sub> весной под предпосевную культивацию  | 41                               | 40      | 34      | 38      | 72                                    | 59      | 46      | 59      | 107              | 96      | 72      | 92      | 73                   | 65      | 51      | 63      |
| (NPK) <sub>40</sub> осенью под вспашку + некорневая подкормка препаратом Плантафол в фазе розетка 5–7 настоящих листьев + некорневая подкормка препаратом Плантафол в межфазе бутонизация – начало цветения                    | 47                               | 46      | 40      | 44      | 85                                    | 69      | 52      | 69      | 121              | 111     | 79      | 104     | 84                   | 75      | 57      | 72      |
| (NPK) <sub>80</sub> осенью под вспашку + некорневая подкормка препаратом Полидон Амино Старт в фазе розетка 5–7 настоящих листьев + некорневая подкормка препаратом Полидон Амино Микс в межфазе бутонизация – начало цветения | 44                               | 42      | 37      | 41      | 77                                    | 63      | 48      | 63      | 112              | 102     | 74      | 96      | –                    | –       | –       | –       |
| Среднее по фактору А   | 44                               | 42      | 37      | 41      | 77                                    | 63      | 48      | 63      | 112              | 102     | 74      | 96      | –                    | –       | –       | –       |
| НСР <sub>0,5</sub> для главных эффектов:   |                                  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора А  | 5,2                              | 3,1     | 4,2     | 4,2     |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора В  | 3,4                              | 4,2     | 2,3     | 3,3     |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| НСР <sub>0,5</sub> для частных различий:   |                                  |         |         |         |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора А  | 12,7                             | 7,7     | 11,6    | 10,7    |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |
| фактора В  | 5,9                              | 7,2     | 4,1     | 5,7     |                                       |         |         |         |                  |         |         |         |                      |         |         |         |

В среднем за 2019–2021 гг. на всех вариантах опыта применения макро- и микроудобрений (в среднем по фактору В) получен существенный прирост сбора сухого вещества редьки масличной. При внесении дозы полного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> более высокие значения этого показателя отмечены при внесении осенью под вспашку. Хотя при менее благоприятных погодных условиях периода вегетации в 2020 и 2021 гг. это преимущество оказалось недостоверным. Наибольшая и сравнительно равноценная биомасса этой культуры была получена при внесении осенью под вспашку (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с двумя некорневыми подкормками в течение вегетации макро- и микроудобрениями – Плантафол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс.

Согласно частным различиям сбор сухого вещества редьки масличной по годам исследований различался, но закономерности изменений в зависимости от доз удобрений и сроков уборки урожая в целом были близкими. В среднем за 2019–2021 гг. при первом сроке уборки (в межфазье бутонизация – начало цветения) на варианте применения макро- и микроудобрений он увеличивался на 4,0–11,0 ц/га, при этом на варианте внесения (NPK)<sub>40</sub> весной под предпосевную культивацию прирост оказался несущественным. Кроме того, при увеличении в два раза дозы (NPK)<sub>40</sub> при основном внесении и проведении на этом фоне некорневых подкормок препаратами Плантафол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс урожайность редьки масличной увеличивалась недостоверно, поэтому в этот срок уборки по сбору сухого вещества оптимальным следует считать вариант внесения (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку. Невысокая эффективность внесения (NPK)<sub>40</sub> под предпосевную культивацию, (NPK)<sub>80</sub> осенью под вспашку и проведение некорневых подкормок макро- и микроудобрениями была обусловлена, видимо, тем, что в межфазный период бутонизация – начало цветения элементы питания не в полной мере использовались этой культурой для формирования биомассы.

При последующих сроках уборки урожая сбор сухого вещества редьки масличной на всех вариантах опыта достоверно увеличивался, при этом самым высоким этот показатель был в фазе полного плодообразования. Следует отметить, что при втором и третьем сроках уборки наибольший и практически равноценный сбор сухого вещества был получен при основном внесении (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с двумя некорневыми подкормками макро- и микроудобрениями, где он соответственно составил 69–70 и 103–108 ц/га.

### **Выводы**

В среднем за три года исследований на варианте опыта без удобрений при уборке редьки масличной в межфазные периоды бутонизация – начало цветения, цветение – начало плодообразования и в фазе полного плодообразования сформировался урожай зеленой массы соответственно 292 ц/га, 318 и 365 ц/га и сухого вещества – 34 ц/га, 48 и 74 ц/га, при этом на фоне применения удобрений он значительно повышался.

Выявлено, что продуктивность этой кормовой и сидеральной культуры при внесении (NPK)<sub>40</sub> осенью под вспашку была более высокой, чем при использовании аналогичной дозы полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию. Увеличение под основную обработку почвы дозы (NPK)<sub>40</sub> в два раза и проведение на ее фоне некорневых подкормок изучаемыми макро- и микроудобрениями оказывало положительное влияние на формирование биомассы редьки масличной, которая по мере роста и развития возрастала.

Наибольшие и практически равноценные урожай зеленой массы (501–527 ц/га) и сбор сухого вещества (103–108 ц/га) этой культуры получены при внесении осенью под вспашку (NPK)<sub>80</sub> и (NPK)<sub>40</sub> в сочетании с двумя некорневыми подкормками препаратами Плантафол или Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс при уборке в фазе полного плодообразования.

**Список источников**

1. Андреева О.Т. Продуктивность и качество корма капустных культур (адаптивные технологии возделывания горчицы белой и редьки масличной на зеленый корм) // Актуальные проблемы аграрной науки и образования: материалы научно-практической конференции (Чита, 24 ноября 2006 г.). Чита: Поиск, 2007. С. 42–47.
2. Белик Н.Л. Биология цветения и семенная продуктивность редьки масличной // Биология и экология культурных и дикорастущих растений: сборник статей. Тамбов: ТГПИ, 1994. С. 3–6.
3. Бирюков Е.В. Влияние агроклиматических условий Тамбовской области на продуктивность сидератов // *АгроXXI*. 2010. № 4-6. С. 24–26.
4. Вашкевич В.М. Эффективность пожнивной редьки масличной на зеленое удобрение // Адаптивная интенсификация земледелия и растениеводства: современное состояние и пути развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию основания агрономического факультета БГСХА. Горки: Белорусская ГСХА, 2011. С. 178–180.
5. Зудилин С.Н. Продуктивность редьки масличной при внесении расчетных доз минеральных удобрений // Тезисы докладов 44 научной конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. Самара: Самарская ГСХА, 1997. Ч. 1. С. 115–116.
6. Казанцев В.П. Капустные культуры – ценное зеленое удобрение (рапс яровой, сурепица и редька масличная в сидеральном паре) // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: сборник материалов III Международной научно-производственной конференции. Пенза, 1998. Т. 4. С. 13–14.
7. Колесников В.Р. Разработка приемов агротехники редьки масличной Тамбовчанка на корм и семена в условиях Центральной Черноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 1989. 26 с.
8. Криворученко Э.П. Использование редьки масличной // Кормопроизводство. 1995. № 3. С. 19–21.
9. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. и др. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами: монография. 2-е изд. перераб. и доп. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 327 с.
10. Пиллюк Я.Э. Основные приемы возделывания редьки масличной на корм: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Жодино, 1984. 21 с.
11. Тамонов А.М., Лукин С.М., Новиков М.Н. Редька масличная – ценная сидеральная культура // Земледелие. 1990. № 1. С. 44–45.
12. Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. Киев: Наукова думка, 1991. 190 с.
13. Харчобников В.В. Кормовая ценность редьки масличной // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: труды V Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 10-летию ее проведения (пос. Краснообск, 20 апреля 2012 г.). Новосибирск: СО Россельхозакадемии, 2012. С. 82–84.
14. Цапар Я.А. Влияние основных агротехнических приемов на урожай и качество редьки масличной в условиях западной Лесостепи УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Львов, 1991. 19 с.

**References**

1. Andreeva O.T. Produktivnost' i kachestvo korma kapustnykh kul'tur (adaptivnye tekhnologii vozde-lyvaniya gorchtsy beloј i red'ki maslichnoj na zelenyj korm) [Productivity and feed quality of cabbage crops (adaptive technologies of cultivation of white mustard and oilseed radish for green fodder)]. Aktual'nye problemy agrar-noj nauki i obrazovaniya: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Chita, 24 noyabrya 2006 g.) [Actual prob-lems of agrarian science and education: Proceedings of the scientific and practical conference (Chita, November 24, 2006)]. Chita: Poisk, 2007:42-47. (In Russ.).
2. Belik N.L. Biologiya tsveteniya i semennaya produktivnost' red'ki maslichnoj [Biology of flowering and seed productivity of oilseed radish]. Biologiya i ekologiya kul'turnykh i dikorastushchikh rastenij: sbornik statej [Biology and ecology of cultivated and wild plants: Collection of papers]. Tambov: Tambov State Pedagogical University Press; 1994:3-6. (In Russ.).
3. Biryukov E.V. Vliyanie agroklimaticheskikh uslovij Tambovskoj oblasti na produktivnost' sideratov [In-fluence of agro-climatic conditions of Tambov Oblast on the productivity of green manure crops]. *AgroXXI = AgroXXI*. 2010;4-6:24-26. (In Russ.).
4. Vashkevich V.M. Effektivnost' pozhnivnoj red'ki maslichnoj na zelenoe udobrenie [The effectiveness of postharvest oilseed radish on green fertilizer]. Adaptivnaya intensifikatsiya zemledeliya i rastenievodstva: sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyash-chennoj 85-letiyu osnovaniya agronomicheskogo fakul'teta Belorusskoj gos. sel'skokhozyajstvennoj akademii [Adaptive intensification of agriculture and crop production: current state and ways of development: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of the foundation of the Faculty of Agronomy of the Belarusian Agricultural Academy]. Gorki: Belarusian Agricultural Academy Press; 2011:178-180. (In Russ.).

5. Zudilin S.N. Produktivnost' red'ki maslichnoj pri vnesenii raschetnykh doz mineral'nykh udobrenij [Productivity of oilseed radish when applying calculated doses of mineral fertilizers]. Tezisy dokladov 44 nauchnoj konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, sotrudnikov i aspirantov [Abstracts of reports of the 44<sup>th</sup> scientific conference of the faculty & academic staff and postgraduate students]. Samara: Samara State Agricultural Academy; 1997;1:115-116. (In Russ.).

6. Kazantsev V.P. Kapustnye kul'tury – tsennoe zelenoe udobrenie (raps yarovoj, surepitsa i red'ka maslichnaya v sideral'nom pare) [Cabbage crops are valuable green fertilizer (spring rapeseed, colza and oil radish as green manure)]. Introduktsiya netraditsionnykh i redkikh sel'skokhozyajstvennykh rastenij: sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferentsii [Introduction of non-traditional and rare agricultural plants: collection of papers of the III International Scientific and Industrial Conference]. Penza, 1998;4:13-14. (In Russ.).

7. Kolesnikov V.R. Razrabotka priemov agrotekhniki red'ki maslichnoj Tambov-chanka na korm i semena v usloviyakh Tsentral'noj Chernozemnoj zony: avtoreferat dissertatsii ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk = Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Sciences. Moscow; 1989. 26 p. (In Russ.).

8. Krivoruchenko E.P. Ispol'zovanie red'ki maslichnoj [The use of oilseed radish]. Kormoproizvodstvo = Fodder Production. 1995;3:19-21. (In Russ.).

9. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Baranov V.F. et al. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami: monografiya. 2-e izd. pererab. i dop. [Methodology of agronomic field experiments with oil crops: monograph. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged]. Krasnodar: All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK) Press; 2010. 327 p. (In Russ.).

10. Pilyuk Ya.E. Osnovnye priemy vzdelyvaniya red'ki maslichnoj na korm [The main methods of cultivation of oilseed radish for feed]. Avtoreferat dissertatsii ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk = Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Science. Zhodino; 1984. 21 p. (In Russ.).

11. Tamonov A.M., Lukin S.M., Novikov M.N. Red'ka maslichnaya – tsennaya sideral'naya kul'tura [Oilseed radish is a valuable green manure crop]. *Zemledelie = Zemledelie*. 1990;1:44-45. (In Russ.).

12. Uteush Yu.A. Novye perspektivnye kormovye kul'tury [New promising forage crops]. Kyiv: Naukova dumka; 1991. 190 p. (In Russ.).

13. Kharchebnikov V.V. Kormovaya tsennost' red'ki maslichnoj [Fodder value of oilseed radish]. Novejshie napravleniya razvitiya agrarnoy nauki v rabotakh molodykh uchenykh: trudy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoj 10-letiyu ee provedeniya (pos. Krasnoobsk, 20 aprelya 2012 g.) [The latest trends in the development of agrarian science in the works of young scientists: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 10<sup>th</sup> anniversary of its holding (pos. Krasnoobsk, April 20, 2012)]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences; 2012:82-84. (In Russ.).

14. Tsapar Ya.A. Vliyaniye osnovnykh agrotekhnicheskikh priemov na urozhaj i kachestvo red'ki maslichnoj v usloviyakh zapadnoj Lesostepi USSR [The influence of basic agricultural practices on oilseed radish yield and quality in the conditions of the western Forest-Steppe of the Ukrainian SSR]. Avtoreferat dissertatsii ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk = Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Science. Lviv; 1991. 19 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Е.Ю. Кузьмина – младший научный сотрудник отдела технологий возделывания рапса и других сельскохозяйственных культур, Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», lena-kuzmina07@mail.ru.

В.П. Савенков – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник отдела технологий возделывания рапса и других сельскохозяйственных культур, Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», vniirapsa@mail.ru.

#### Information about the authors

E.Yu. Kuzmina, Junior Research Scientist, the Dept. of Rapeseed and Other Crops Cultivation Technologies, Lipetsk Rapeseed Research Institute – Branch of “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops” (VNIIMK), lena-kuzmina07@mail.ru.

V.P. Savenkov, Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Chief Research Scientist, the Dept. of Rapeseed and Other Crops Cultivation Technologies, Lipetsk Rapeseed Research Institute – Branch of “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops” (VNIIMK), vniirapsa@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 26.10.2022; одобрена после рецензирования 04.12.2022; принята к публикации 17.12.2022.

The article was submitted 26.10.2022; approved after reviewing 04.12.2022; accepted for publication 17.12.2022.

© Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П., 2023

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

Научная статья

УДК 633.16«321»:631.82:631.445.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_37

**Изменение пищевого режима чернозема выщелоченного  
под яровым ячменем при внесении минеральных удобрений**Николай Георгиевич Мязин<sup>1</sup>, Полина Алексеевна Сушкевич<sup>2</sup>, Анна Николаевна Кожокина<sup>3</sup>✉<sup>1,2,3</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия<sup>3</sup>annakozh27@yandex.ru✉

**Аннотация.** В полевом опыте в 2019–2021 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ изучали влияние внесения минеральных удобрений на пищевой режим почвы под яровым ячменем. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным малогумусным среднемощным тяжелосуглинистым на покровных суглинках. На 4 из 12 вариантах опыта изучалось влияние внесения различных форм азотных удобрений – аммиачной селитры и сульфата аммония в дозах по N<sub>45</sub>, на фоне применения аммофоса и хлористого калия в дозе N<sub>15</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений под ячмень на черноземе выщелоченном способствовало накоплению запасов минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве и, как следствие, повышению урожайности. Использование аммиачной селитры в дозе N<sub>45</sub> к началу вегетации ярового ячменя увеличивало запасы азота в метровом слое почвы на 20,7 кг/га по отношению к фону, а внесение сульфата аммония в той же дозе – на 32,3 мг/кг почвы. Содержание подвижных форм фосфора и калия на удобренных вариантах опыта в слое 0–40 см к началу вегетации по отношению к контролю увеличивалось незначительно – соответственно на 2–4 и на 7–14 мг/кг почвы. Форма азотного удобрения на содержание подвижного фосфора и калия в почве влияния не оказывала. За годы исследований были получены математически достоверные прибавки урожая ячменя по отношению к контролю. В среднем за 2019–2021 гг. урожайность на удобренных вариантах опыта составляла 29,2–35,5 ц/га, на контроле – 21,5 ц/га. Максимальная урожайность ячменя получена на варианте внесения сульфата аммония: прибавка к контролю составляла 14,0 ц/га, к фону – 6,3 ц/га.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, пищевой режим, урожайность

**Для цитирования:** Мязин Н.Г., Сушкевич П.А., Кожокина А.Н. Изменение пищевого режима чернозема выщелоченного под яровым ячменем при внесении минеральных удобрений // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 37–44. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_37-44](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_37-44).

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

Original article

**Changes in the nutrient status of leached chernozem  
under spring barley with the application of mineral fertilizers**Nikolay G. Myazin<sup>1</sup>, Polina A. Sushkevich<sup>2</sup>, Anna N. Kozhokina<sup>3</sup>✉<sup>1,2,3</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia<sup>3</sup>annakozh27@yandex.ru✉

**Abstract.** In 2019-2021, in field experiment on the territory of "Agrotechnology" Educational Research and Technology Center of Voronezh State Agrarian University the authors investigated the changes in the nutrient status of leached chernozem under spring barley with the application of mineral fertilizers. The soil in the experimental plot was represented by leached low-humus medium-deep heavy loamy chernozem on clay loam mantle. In 4 out of 12 variants of the experiment, the authors studied the effect of applying various forms of nitrogen fertilizers, i.e. ammonium nitrate and ammonium sulfate in the doses of N<sub>45</sub> against the background of applying ammophos and potassium chloride in the dose of N<sub>15</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Research results showed that the application of mineral fertilizers under barley on leached chernozem contributed to the accumulation of reserves of mineral nitrogen, labile phosphorus and exchangeable potassium in the soil and, as a result, increased the yield. The application of ammonium nitrate in the dose of N<sub>45</sub> by the beginning of the growing season of spring barley increased nitrogen reserves in a 1-meter soil layer by 20.7 kg/ha against the background of fertilized variant, while the application of ammonium sulfate in the same dose provided an increase by 32.3 mg/kg of soil. The content of labile forms of phosphorus and potassium in the fertilized experimental variants in the layer of 0-40 cm by the beginning of the growing season increased only slightly compared to control: by 2-4 and 7-14 mg/kg of soil, respectively. The form of nitrogen fertilizer had no influence on the content of labile

phosphorus and potassium in the soil. Over the years of research, mathematically significant increases in the yield of barley have been obtained compared to control. In 2019-2021 the average yield was 29.2-35.5 c/ha in the fertilized variants and 21.5 c/ha in the control one. The highest yield was obtained in the variant with the application of ammonium sulfate: the increase in yield was 14.0 c/ha compared to control and 6.3 c/ha against the background of fertilized variant.

**Key words:** spring barley, leached chernozem, mineral fertilizers, nutrient status, yield

**For citation:** Myazin N.G., Sushkevich P.A., Kozhokina A.N. Changes in the nutrient status of leached chernozem under spring barley with the application of mineral fertilizers. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):37-44. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_37-44](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_37-44).

## **В** ведение

Ячмень относится к числу древнейших возделываемых растений земного шара. Разностороннее использование, высокая урожайность, скороспелость, неприхотливость к условиям выращивания – все эти положительные качества определили большое народнохозяйственное значение ячменя и ареал его распространения. Многообразие форм позволяет выращивать эту культуру везде, где возможно земледелие. Ячмень возделывается во всех странах мира и занимает до 97,7 млн га, или более 12% общей площади посевов зерновых культур на земном шаре [8], что определяет его место после пшеницы, риса и кукурузы.

Большой интерес к ячменю, который проявляется в практике мирового земледелия, связан прежде всего с его универсальностью. По данным ФАО, до 50% мирового производства идет на приготовление различных комбикормов, 15% – на пищевые и 16–18% – непосредственно на кормовые цели. Общеизвестно также использование зерна ячменя для получения солодовых экстрактов (в спиртовой, текстильной, кондитерской и пивоваренной промышленности) [2]. За последние 10 лет были отмечены колебания посевных площадей, занимаемых ячменем, и определенные колебания урожайности: в 2014/2015 сельскохозяйственном году в мире производилось 139,8 млн т, по прогнозам специалистов к 2024/2025 г. она должна возрасти до 148,5 млн т.

Более 1/3 всех мировых площадей ячменя сосредоточено в России, где в среднем 60% общих сборов этой культуры используется на кормовые цели, приблизительно по 20% качественного зерна перерабатывается пивоваренной и крупяной промышленностью и экспортируется.

Вследствие относительно слабого развития корневой системы и короткого периода вегетации для получения высоких урожаев ячменя необходимы плодородные почвы [1]. Для роста и развития для зерновых, как и для всех культурных растений, вместе с другими факторами внешней среды (свет, теплота, вода и CO<sub>2</sub>) первостепенное значение имеет обеспечение минеральными элементами питания [4]. Минеральные элементы включены во все ступени обмена веществ и в образование органической массы и урожая [10].

Применение удобрений в строго научно обоснованной системе является важнейшим условием интенсификации сельскохозяйственного производства, регулирующим круговорот питательных веществ в почве и улучшающим питание растений [6, 9], что позволит обеспечить достижение максимальной продуктивности выращиваемых сельскохозяйственных культур [7].

Особенно большое значение для выяснения роли разных элементов (кальция, магния, азота, калия, фосфора, а также и серы) в жизни растений имел метод водной культуры (метод выращивания растений на солевых растворах), разработанный немецкими физиологами Ю. Саксом и И. Кнопом в 1860–1865 гг. Сера входит в число девяти макроэлементов, жизненно необходимых для питания растений [3, 11]. Учитывая вышеизложенное, целью представленных исследований являлось изучение влияния эффективности сульфата аммония как серосодержащего удобрения, а также аммиачной селитры на изменение некоторых агрохимических показателей чернозема выщелоченного под яровым ячменем, а также его урожайность.

**Методика эксперимента**

Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на динамику физико-химических показателей чернозема выщелоченного проводили в 2019–2021 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ в мелкоделяночном полевом опыте.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным малогумусным среднемогучим тяжелосуглинистым на покровных суглинках со следующими агрохимическими показателями (табл. 1).

**Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка**

| Глубина отбора, см | Содержание гумуса, % | pH <sub>KCl</sub> | Nг                    | S    | V, % | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Чирикову, мг/кг почвы | K <sub>2</sub> O по Чирикову, мг/кг почвы |
|--------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|------|------|--|---|
|                    |                      |                   | мг-экв на 100 г почвы |      |      |  |   |
| 0–40               | 5,3                  | 5,5               | 2,9                   | 29,0 | 90,9 | 49   | 103                                       |

Ячмень сорта Приазовский 9 размещали в полевом шестипольном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овсяная смесь на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень.

Схема опыта включала следующие варианты.

1. Контроль (без удобрений).
2. N<sub>15</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – фон.
3. Фон + N<sub>45</sub> (аммонийная селитра).
4. Фон + N<sub>45</sub> (сульфат аммония).

Варианты на опытном участке расположены методом организованных повторений, последовательно шахматно в два яруса. Повторность опыта – четырехкратная. Общая площадь делянки – 31,9 м<sup>2</sup>, учетная – 22 м<sup>2</sup>.

В опыте использовали следующие минеральные удобрения:

- аммонийная селитра (Naa) (содержание азота – 34,5%);
- аммофос (содержание фосфора – 52%, азота – 12–13%);
- сульфат аммония (Na) (содержание азота – 21%, серы – 24%);
- хлористый калий (содержание калия – 60%).

На фоновом варианте (вариант 2) в качестве удобрений использовали аммофос и хлористый калий. На вариантах 3 и 4 к ним добавляли аммиачную селитру (вариант 3) или сульфат аммония (вариант 4).

Дозу минеральных удобрений устанавливали как рекомендованную в ЦЧР под ячмень на черноземе выщелоченном – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Удобрения вносили поделаяночно вручную осенью под вспашку.

При возделывании ячменя применяли общепринятую для ЦЧР агротехнику.

В период вегетации культуры отбирали образцы почвы на глубине 1 м через каждые 20 см в 3 срока: всходы, кущение, уборка.

Растительные образцы отбирали перед уборкой урожая.

Агрохимические анализы почвенных и растительных образцов выполняли общепринятыми методами [5].

Учет урожая ячменя проводили поделаяночно комбайном «Сампо». Полученные урожайные данные статистически обрабатывали на персональном компьютере методом однофакторного дисперсионного анализа.

Метеорологические условия вегетационного периода ярового ячменя во все три года исследований складывались вполне благоприятно (табл. 2). В 2019 и 2021 гг. количество осадков за вегетационный период было выше среднемноголетних данных



соответственно на 7 и 12%, в 2020 г. – ниже на 16%. При этом в мае 2020 г., критическом периоде в отношении влаги для ячменя, количество выпавших осадков было достаточным и на 29 мм превышало среднемноголетнее значение. Сумма среднемесячных температур во все годы исследований была несколько выше среднемноголетней.

Таблица 2. Метеорологические условия периода вегетации ярового ячменя, 2019–2021 гг.

| Месяц  | Количество выпавших осадков, мм |         |         |                                   | Среднемесячная температура, °С |         |         |                                   |
|--------|---------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|
|        | 2019 г.                         | 2020 г. | 2021 г. | Средне-<br>летнего-<br>летнее, мм | 2019 г.                        | 2020 г. | 2021 г. | Средне-<br>летнего-<br>летняя, °С |
| Апрель | 33                              | 17      | 67      | 38                                | 10,2                           | 7,5     | 8,9     | 8,2                               |
| Май    | 91                              | 75      | 61      | 46                                | 17,1                           | 13,4    | 16,2    | 14,9                              |
| Июнь   | 12                              | 63      | 98      | 74                                | 22,2                           | 21,3    | 21      | 18,5                              |
| Июль   | 100                             | 29      | 21      | 62                                | 19,2                           | 21,9    | 23,9    | 20,5                              |
| Итого  | 236                             | 184     | 247     | 220                               | –                              | –       | –       | –                                 |

Таким образом, температурный режим и количество выпавших осадков благоприятно отразились на развитии ярового ячменя и способствовали получению его высокой урожайности в годы проведения исследований.

#### Результаты и их обсуждение

Одним из основных факторов, определяющих величину и качество урожая зерновых культур, является обеспеченность почвы минеральными формами азота. Особенно в нем нуждается яровая ячмень в первой половине вегетации, когда идет интенсивный рост листьев, стеблей, генеративных органов [1].

Как видно из представленных данных (табл. 3), внесение минеральных удобрений оказало влияние на формирование азотного режима чернозема выщелоченного под яровым ячменем. Запасы минерального азота отличаются как по вариантам опыта, так и по периодам вегетации.

Так, запасы минерального азота на контрольном варианте во все фазы развития ярового ячменя были ниже, чем на удобренных вариантах. В фазе всходов содержание минерального азота на контрольном варианте в слое 0–100 см по отношению к вариантам 2, 3 и 4 составило соответственно 86,5%, 74,9 и 69,8%. Таким образом, прослеживается закономерность в накоплении минерального азота: несколько большее его содержание наблюдалось на варианте 4 (фон + сульфат аммония). Эта закономерность сохранялась до уборки ярового ячменя.

В процессе вегетации изучаемой культуры происходило заметное снижение запасов минерального азота на всех вариантах опыта. Так, если по всходам запасы минерального азота в слое 0–100 см по вариантам опыта изменялись от 116,7 на контроле до 134,9–167,2 кг/га на удобренных вариантах, то перед уборкой эти показатели были соответственно 81,7 и 85,6–99,8 кг/га. Что касается форм минерального азота, то во все сроки наблюдений нитратная форма преобладала над аммонийной.

Вид азотного удобрения оказал определенное влияние на накопление форм минерального азота, которое отчетливо проявилось в фазе всходов. Так, если при внесении аммиачной селитры (вариант 3) запасы нитратного азота в слое 0–100 см составили

137,7 кг/га, то при внесении сульфата аммония (вариант 4) – 130,5 кг/га, тогда как запасы аммонийного азота были соответственно 17,9 и 36,7 кг/га. Это связано, на наш взгляд, с тем, что в аммиачной селитре примерно половина азота находится в нитратной форме, а половина – в аммонийной. В сульфате аммония весь азот находится в аммонийной форме. К уборке, вследствие происходящих в почве процессов аммонификации и нитрификации, эта зависимость нивелируется.

Таблица 3. Динамика запасов минерального азота в почве под яровым ячменем, среднее за 2019–2021 гг., кг/га

| Варианты опыта   | Слой, см | Сроки отбора образцов |                   |                                       |                   |                   |                                       |                      |                   |                                       |
|--|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|
|  |          | Всходы                |                   |                                       | Кущение           |                   |                                       | Перед уборкой урожая |                   |                                       |
|  |          | N-NO <sub>3</sub>     | N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub>    | N-NH <sub>4</sub> | N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> |
| 1. Без удобрений – контроль                              | 0–40     | 40,0                  | 6,6               | 46,6                                  | 22,8              | 10,0              | 32,8                                  | 23,9                 | 14,4              | 38,3                                  |
|  | 0–100    | 103,0                 | 13,7              | 116,7                                 | 51,4              | 19,7              | 71,1                                  | 53,1                 | 28,7              | 81,7                                  |
| 2. N <sub>15</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон | 0–40     | 46,6                  | 8,7               | 55,4                                  | 26,4              | 13,7              | 40,1                                  | 21,5                 | 16,0              | 37,5                                  |
|  | 0–100    | 116,2                 | 18,8              | 134,9                                 | 55,6              | 24,4              | 80,0                                  | 55,8                 | 29,8              | 85,6                                  |
| 3. Фон + N <sub>45</sub> (Naa)                           | 0–40     | 56,7                  | 8,7               | 65,4                                  | 26,8              | 13,2              | 40,0                                  | 25,3                 | 17,7              | 43,0                                  |
|  | 0–100    | 137,7                 | 17,9              | 155,6                                 | 56,7              | 24,4              | 81,1                                  | 58,4                 | 37,0              | 95,3                                  |
| 4. Фон + N <sub>45</sub> (Na)                            | 0–40     | 50,4                  | 18,6              | 69,0                                  | 27,3              | 16,0              | 43,3                                  | 21,1                 | 21,5              | 42,6                                  |
|  | 0–100    | 130,5                 | 36,7              | 167,2                                 | 59,3              | 28,7              | 88,0                                  | 59,2                 | 40,5              | 99,8                                  |

Следует отметить, что запасы минерального азота в слое 0–100 см во все сроки наблюдений на варианте внесения сульфата аммония были несколько выше, чем при внесении аммиачной селитры. Запасы минерального азота от всходов к уборке снизились от 167,2 до 99,8 кг/га при внесении сульфата аммония, тогда как на варианте внесения аммиачной селитры эти показатели были соответственно 155,6 и 95,3 кг/га, что также, на наш взгляд, связано с разным соотношением форм азота в этих удобрениях.

Интенсивность процесса снижения запасов азота в слое 0–100 см от всходов к уборке была различной по вариантам опыта: наиболее это было заметно в период вегетации на варианте 4 (фон + сульфат аммония) – на 40,4%. На других вариантах значения снижения запасов минерального азота были немного меньше – на 30%, 36,6 и 38,7% на контроле, варианте 2 (фон – аммофос + калий хлористый) и варианте 3 (фон + аммонийная селитра) соответственно. Такая закономерность обусловлена, вероятнее всего, более высоким урожаем, а значит, и большим выносом на вариантах внесения удобрений.

Таким образом, внесение минеральных удобрений под яровой ячмень на черноземе выщелоченном способствовало значительному накоплению запасов минерального азота в почве как в слое 0–40 см, так и слое 0–100 см, что создавало благоприятный азотный режим в течение всей вегетации.

Результаты наблюдений за динамикой содержания подвижного фосфора и обменного калия под озимой пшеницей представлены в таблице 4.

Таблица 4. Динамика содержания подвижных форм фосфора и калия в почве под яровым ячменем, среднее за 2019–2021 гг., мг/кг почвы

| Варианты опыта   | Фазы отбора образцов |       |      |         |       |      |        |       |      |
|--|----------------------|-------|------|---------|-------|------|--------|-------|------|
|  | Всходы               |       |      | Кущение |       |      | Уборка |       |      |
|  | Слой почвы, см       |       |      |         |       |      |        |       |      |
|  | 0–20                 | 20–40 | 0–40 | 0–20    | 20–40 | 0–40 | 0–20   | 20–40 | 0–40 |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>                        |                      |       |      |         |       |      |        |       |      |
| 1. Без удобрений – контроль                              | 53                   | 42    | 48   | 55      | 39    | 47   | 49     | 40    | 45   |
| 2. N <sub>15</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон | 56                   | 45    | 50   | 58      | 50    | 54   | 52     | 42    | 47   |
| 3. Фон + N <sub>45</sub> (Naa)                           | 58                   | 46    | 52   | 62      | 52    | 57   | 54     | 41    | 48   |
| 4. Фон + N <sub>45</sub> (Na)                            | 58                   | 44    | 51   | 59      | 49    | 54   | 53     | 42    | 47   |
| <b>K<sub>2</sub>O</b>                                    |                      |       |      |         |       |      |        |       |      |
| 1. Без удобрений – контроль                              | 104                  | 97    | 100  | 113     | 96    | 104  | 102    | 92    | 97   |
| 2. N <sub>15</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон | 117                  | 102   | 109  | 128     | 116   | 122  | 112    | 101   | 122  |
| 3. Фон + N <sub>45</sub> (Naa)                           | 122                  | 105   | 114  | 126     | 109   | 118  | 119    | 104   | 118  |
| 4. Фон + N <sub>45</sub> (Na)                            | 122                  | 108   | 107  | 127     | 114   | 111  | 120    | 103   | 112  |

Из представленных данных видно, что в слое 0–20 см на всех вариантах опыта во все сроки наблюдений отмечается большее содержание подвижного фосфора и обменного калия по сравнению с нижним слоем 20–40 см.

Внесение минеральных удобрений способствовало некоторому увеличению содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия во всех слоях почвы. Так, если в фазе всходы на контрольном варианте в слое 0–40 см содержалось 48 мг/кг подвижного фосфора и 100 мг/кг обменного калия, то на вариантах с внесением удобрений эти показатели были соответственно 50–52 и 107–114 мг/кг.

К концу вегетации содержание подвижного фосфора снижалось по всем вариантам опыта, что связано с выносом этого элемента питания урожаем. При этом следует отметить, что содержание в почве обменного калия, напротив, незначительно возросло по сравнению с началом вегетации, что связано, на наш взгляд, с благоприятными гидротермическими условиями, способствующими переходу калия из недоступного для растений состояния в доступное.

Интенсивность процесса снижения содержания подвижного фосфора от всходов к уборке была гораздо менее выражена, чем минерального азота, и изменялась в пределах 6–8% по вариантам опыта.

Основным результирующим показателем действия удобрений является величина собранного урожая. Данные урожайности за период проведения исследований, представленные в таблице 5, свидетельствуют о том, что этот показатель за три года увеличился незначительно: от 19,8 до 23,4 ц/га на контрольном варианте и от 31,6–33,5 до 35,3–38,2 ц/га на вариантах внесения полной дозы удобрений. Самый низкий урожай в 2019 г. можно объяснить количеством осадков в июле, когда их выпало 100 мм против 62 мм средней многолетней, что затрудняло процесс уборки и увеличило потери.

Внесение удобрений во все годы проведения исследований как в полной дозе, так и на фоновом варианте объяснило достоверную прибавку урожайности по отношению к контролю.

Внесение азотных удобрений (варианты 3 и 4) давало математически доказуемую прибавку по отношению к фону (вариант 2). В среднем за 3 года эта прибавка составила 4,1–6,3 ц/га.

Таблица 5. Влияние удобрений на урожайность ярового ячменя ц/га, среднее за 2019–2021 гг.

| Варианты опыта   | Годы |      |      | Средняя за три года | Прибавка урожая |      |        |      |
|--|------|------|------|---------------------|-----------------|------|--------|------|
|  | 2019 | 2020 | 2021 |                     | к контролю      |      | к фону |      |
|  |      |      |      |                     | ц/га            | %    | ц/га   | %    |
| 1. Без удобрений – контроль                              | 19,8 | 21,7 | 23,1 | 21,5                | –               | –    | –      | –    |
| 2. N <sub>15</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон | 28,2 | 28,9 | 30,3 | 29,2                | 7,7             | 35,8 | –      | –    |
| 3. Фон + N <sub>45</sub> (Naa)                           | 31,6 | 33,1 | 35,3 | 33,3                | 11,8            | 54,8 | 4,1    | 14,0 |
| 4. Фон + N <sub>45</sub> (Na)                            | 33,5 | 34,7 | 38,2 | 35,5                | 14,0            | 65,1 | 6,3    | 21,6 |
| HCP <sub>0,95</sub>                                      | 1,4  | 1,3  | 1,8  |                     |                 |      |        |      |
| Sx,%   | 1,5  | 1,3  | 1,7  |                     |                 |      |        |      |

Если сравнивать эффективность аммиачной селитры и сульфата аммония, то во все годы исследований на варианте внесения сульфата аммония получена достоверная прибавка урожайности по сравнению с аммиачной селитрой. В среднем за три года прибавка по отношению к контролю составила 11,8 ц/га (54,8%) при внесении аммиачной селитры и 14,0 ц/га (65,1%) при внесении сульфата аммония.

Таким образом, сульфат аммония на черноземе выщелоченном под ячмень по эффективности превосходит аммиачную селитру, что, на наш взгляд, связано с наличием в его составе серы.

#### Выводы

1. Внесение минеральных удобрений под ячмень на черноземе выщелоченном способствовало накоплению запасов минерального азота в почве и созданию благоприятного азотного режима в течение всей вегетации. При этом во все сроки наблюдений запасы минерального азота в слое почвы 0–100 см на варианте с сульфатом аммония были несколько выше, чем при внесении аммиачной селитры.

2. В течение вегетации ярового ячменя запасы минерального азота уменьшались на всех вариантах опыта. К уборке запасы минерального азота на контрольном варианте снизились на 35 кг/га в метровом слое, на удобренных вариантах эти показатели изменялись в пределах 49,3–67,4 кг/га, что обусловлено более высокой урожайностью на этих вариантах и, как следствие, большим выносом азота.

3. Внесение минеральных удобрений под ячмень на черноземе выщелоченном способствовало накоплению подвижного фосфора и обменного калия в почве и повышению урожайности ячменя.

4. Внесение минеральных удобрений повышало урожайность зерна ярового ячменя. Наибольшая прибавка к контролю (14,0 ц/га) отмечена на варианте внесения сульфата аммония, что обусловлено содержанием серы в этом удобрении.

#### Список источников

1. Безлер Н.В., Щеглов Д.И. Растениеводство: учебное пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2011. 52 с.
2. Ерешко А.С., Хронюк В.Б., Бершанский Р.Г. и др. Озимый ячмень: сорт, удобрение, урожай: монография. Волгоград: ФГБОУ ВПО Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, 2013. 160 с.
3. Жуйков Д.В. Сера и микроэлементы в агроценозах (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 11. С. 32–42. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11105.
4. Кожокина А.Н., Мязин Н.Г., Столповский Ю.И. Влияние многолетнего применения удобрений на урожайность корнеплодов и вынос элементов питания сахарной свеклой // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 04–05 декабря 2018 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С. 174–180.
5. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амеляничик О.А. и др. Практикум по агрохимии: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
6. Мязин Н.Г., Кожокина А.Н., Столповский Ю.И. и др. Пищевой режим чернозема выщелоченного под свеклой сахарной в зависимости от доз минеральных удобрений // Аграрная наука. 2017. № 9-10. С. 14–16.

7. Мязин Н.Г. Система удобрения: учебное пособие. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. 350 с.
8. Сахибгареев А.А., Гареев Д.Б. Возделывание ячменя в Башкортостане. Уфа: Б. и., 1997. 91 с.
9. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия: учебник. Москва: Колос, 1977. 240 с.
10. Шпаар Д., Гинапп Х., Дрегер Д. и др. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка, использование): учебно-практическое руководство. Москва: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. 656 с.
11. Шевякова Н.И. Метаболизм серы в растениях. Москва: Наука, 1979. 165 с.

#### References

1. Bezler N.V., Shcheglov D.I. Rasteniyevodstvo: uchebnoe posobie [Crop Science: study guide]. Voronezh: Voronezh State University Press; 2011. 52 p. (In Russ.).
2. Ereshko A.S., Khronyuk V.B., Bershanskiy R.G. et al. Ozimyj yachmen': sort, udobrenie, urozhaj: monografiya [Winter barley: variety, fertilizer, crop outcome: monograph]. Zernograd: Azov-Black Sea State Agroengineering Academy Press; 2013. 160 p. (In Russ.).
3. Zhuikov D.V. Sera i mikroelementy v agrotsenozakh (obzor) [Sulfur and trace elements in agrocenoses (review)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020;34(11): 32-42. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11105. (In Russ.).
4. Kozhokina A.N., Myazin N.G., Stolpovskiy Yu.I. Vliyanie mnogoletnego primeneniya udobrenij na urozhaynost' korneplodov i vynos elementov pitaniya sakharnoj svekloy [The effect of long-term use of fertilizers on the yield of root crops and the removal of nutrients by sugar beet]. *Aktualnyye problemy agronomii sovremennoj Rossii i puti ikh resheniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 04-05 dekabrya 2018 g.)* [Actual problems of agronomy in modern Russia and ways to solve them: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Voronezh, December 04-05, 2018)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2018:174–180. (In Russ.).
5. Mineev V.G., Sychev V.G., Amelianchik O.A. et al. Praktikum po agrokhimii: uchebnoe posobie. 2-e izd., pererabotannoe i dopolnennoe [Workshop on Agrochemistry: study guide. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged]. Moscow: Moscow State University Press; 2001. 689 p. (In Russ.).
6. Myazin N.G., Kozhokina A.N., Stolpovskiy Yu.I. et al. Pishchevoj rezhim chernozema vyshchelochennogo pod svekloy sakharnoj v zavisimosti ot doz mineralnykh udobrenij [Nutrient status of leached chernozem under sugar beet depending on doses of mineral fertilizers]. *Agrarnaya nauka = Agricultural Science*. 2017;9-10:14-16. (In Russ.).
7. Myazin N.G. Sistema udobreniya: uchebnoe posobie [Fertilizer system: study guide]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2009. 350 p. (In Russ.).
8. Sakhibgarееv A.A., Gareev D.B. Vozdelывание yachmenya v Bashkortostane [Cultivation of barley in Bashkortostan]. Ufa; 1997. 91 p. (In Russ.).
9. Smirnov P.M., Muravin E.A. Agrokhimiya: uchebник [Agrochemistry: textbook]. Moscow: Kolos Press 1977. 240 p. (In Russ.).
10. Shpaar D., Ginapp Kh., Dreger D. et al. Zernovye kultury (Vyrashchivanie, uborka, dorabotka, ispol'zovanie): uchebno-prakticheskoe rukovodstvo [Cereal crops (Cultivation, harvesting, post-harvesting, usage: practical guide)]. Moscow: ID ООО "DLV АГРОДЕЛО" Press; 2008. 656 p. (In Russ.).
11. Shevyakova N.I. Metabolizm sery v rasteniyakh [Sulfur metabolism in plants]. Moscow: Nauka Press; 1979. 165 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Н.Г. Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [agrohimi@agronomy.vsau.ru](mailto:agrohimi@agronomy.vsau.ru).

П.А. Сушкевич – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [dpa93@mail.ru](mailto:dpa93@mail.ru).

А.Н. Кожокина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@yandex.ru).

#### Information about the authors

N.G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University, [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

P.A. Sushkevich, Postgraduate Student, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University, [dpa93@mail.ru](mailto:dpa93@mail.ru).

A.N. Kozhokina, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University, [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 26.12.2022; одобрена после рецензирования 02.02.2023; принята к публикации 15.02.2023.

The article was submitted 26.12.2022; approved after reviewing 02.02.2023; accepted for publication 15.02.2023.

© Мязин Н.Г., Сушкевич П.А., Кожокина А.Н., 2023

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

Научная статья

УДК 632.51

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_45

**Мониторинг засоренности полей пшеницы в Среднем и  
Нижнем Поволжье и Республике Крым регулируемыми  
видами рода Пикульник (*Galeopsis* L.)****Екатерина Александровна Сухолозова<sup>1✉</sup>, Юлия Викторовна Орлова<sup>2</sup>,  
Татьяна Зеликовна Омеляненко<sup>3</sup>, Евгений Александрович Сухолозов<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Всероссийский центр карантина растений – Пензенский филиал, Пенза, Россия<sup>2</sup>Всероссийский центр карантина растений, Московская область, Россия<sup>3</sup>Всероссийский центр карантина растений – Южный филиал, Симферополь, Россия<sup>4</sup>Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор),  
Управление Россельхознадзора по Республике Мордовия и Пензенской области, Пенза, Россия<sup>✉</sup>E\_kobozeva@mail.ru

**Аннотация.** В перечне карантинных объектов многих импортеров российской пшеницы присутствуют виды рода Пикульник как характерные сорные растения посевов зерновых. В 2019–2021 гг. в Пензенской, Саратовской областях и Республике Крым были обследованы 39 полей пшеницы (общая площадь 7036 га). Определено, что пять видов рода Пикульник (*Galeopsis tetrahit*, *G. bifida*, *G. speciosa*, *G. angustifolia*, *G. ladanum*) включены в фитосанитарные требования таких стран, как Мексика, Бразилия, Сирия, Иран. Из пяти регулируемых видов только четыре распространены на территории РФ и являются сорными (*Galeopsis tetrahit*, *G. bifida*, *G. speciosa*, *G. ladanum*). В посевах пшеницы Пензенской и Саратовской областей выявлены только два вида – *G. bifida* и *G. ladanum*. В Республике Крым регулируемые виды рода Пикульник в полях пшеницы не обнаружены. Все сорные виды пикульников характеризуются длительным периодом плодоношения: в Пензенской области и пикульник ладанниковый, и пикульник двунадрезанный находились в фенофазе цветения, когда озимая пшеница была в стадии молочной спелости. Ко времени восковой спелости озимой пшеницы (конец июля – начало августа) оба вида находились в фенофазе плодоношения. Ко времени уборки яровой пшеницы (конец августа – начало сентября) оба вида продолжали плодоносить. С учетом сроков созревания пшеницы и продолжительного периода плодоношения сорных видов рода Пикульник велика вероятность засорения зерна пшеницы их плодами. Это необходимо учитывать в случае отправки продукции на экспорт. Отсутствие на обследованных полях вида *Galeopsis tetrahit* согласуется с данными о его распространении на территории России: ареал этого вида захватывает только северо-западную часть страны. По литературным данным, вид *Galeopsis speciosa* обнаружен в Пензенской области. Отсутствие вида в течение трехгодичного мониторинга полей пшеницы этого региона требует проведения дополнительных полевых исследований.

**Ключевые слова:** карантинные организмы, сорные растения, род Пикульник, экспорт пшеницы, мониторинг засоренности посевов

**Благодарности:** Исследования выполнены в рамках государственного задания НИОКР № 122041400188-3; авторы выражают благодарность кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику Ростовского филиала ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» Денису Германовичу Касаткину за конструктивное обсуждение при подготовке статьи к опубликованию.

**Для цитирования:** Сухолозова Е.А., Орлова Ю.В., Омеляненко Т.З., Сухолозов Е.А. Мониторинг засоренности полей пшеницы в Среднем и Нижнем Поволжье и Республике Крым регулируемыми видами рода Пикульник (*Galeopsis* L.) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 45–52. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_45-52](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_45-52).

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

Original article

**Monitoring of infestation of wheat crops with regulated species  
of the hemp-nettle genus (*Galeopsis* L.) in the Middle and  
Lower Volga and the Republic of Crimea****Ekaterina A. Sukholozova<sup>1✉</sup>, Yuliya V. Orlova<sup>2</sup>, Tatiana Z. Omelianenko<sup>3</sup>, Evgeniy A. Sukholozov<sup>4</sup>**<sup>1</sup>All-Russian Plant Quarantine Center – Penza Branch, Penza, Russia<sup>2</sup>All-Russian Plant Quarantine Center, Moscow Oblast, Russia<sup>3</sup>All-Russian Plant Quarantine Center – Southern Branch, Simferopol, Russia<sup>4</sup>Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision (Rosselkhoznadzor), Main Directorate for the Republic of Mordovia and Penza Oblast, Penza, Russia<sup>✉</sup>E\_kobozeva@mail.ru

**Abstract.** The lists of quarantine objects of many importers of Russian wheat include the species of the hemp-nettle genus (*Galeopsis* L.) as common weeds of grain crops. In 2019-2021, 39 wheat fields (the total area of 7036 ha) were surveyed in Penza and Saratov Oblasts and the Republic of Crimea. It was determined that five species of the hemp-nettle genus (*Galeopsis tetrahit*, *G. bifida*, *G. speciosa*, *G. angustifolia*, and *G. ladanum*) were included in the phytosanitary requirements of such countries as Mexico, Brazil, Syria, and Iran. Of the five regulated species, only four are common in the Russian Federation and are considered weeds (*Galeopsis tetrahit*, *G. bifida*, *G. speciosa*, and *G. ladanum*). In wheat crops in Penza and Saratov Oblasts only two species were found, i.e. *G. bifida* and *G. ladanum*. In the Republic of Crimea the regulated species of the hemp-nettle genus were not found in wheat fields. All weed species of hemp-nettle are characterized by a long period of fruiting: in Penza Oblast both red hemp-nettle and bifid hemp-nettle were in the flowering phenophase, when winter wheat was in the stage of milky ripeness. By the time of waxy ripeness of winter wheat (the end of July – the beginning of August) both species were in the fruiting phenophase. By the time of harvesting of spring wheat (the end of August – the beginning of September) both species continued to bear fruit. Taking into account the terms of wheat ripening and the long period of fruiting of weed species of the hemp-nettle genus, there is a high risk of contamination of wheat grain with their fruits. This must be taken into account in the case of sending products for export. The absence of *Galeopsis tetrahit* species in the surveyed fields is consistent with the data on its dispersal in the territory of the Russian Federation: the dispersal area of this species covers only the northwestern part of the country. According to the literature data, the *Galeopsis speciosa* species was found in Penza Oblast. The absence of this species during the three-year monitoring of wheat fields in this region requires additional field research.

**Key words:** quarantine organisms, weed plants, hemp-nettle genus (*Galeopsis* L.), wheat export, monitoring of wheat crops infestation

**Acknowledgments:** The research was carried out within the framework of the state task of R&D No. 122041400188-3; the authors express their gratitude to Denis G. Kasatkin, Candidate of Biological Sciences, Leading Research Scientist of the All-Russian Plant Quarantine Center – Rostov Branch, for constructive discussion at paper subediting.

**For citation:** Sukholozova E.A., Orlova Yu.V., Omelianenko T.Z., Sukholozov E.A. Monitoring of infestation of wheat crops with regulated species of the hemp-nettle genus (*Galeopsis* L.) in the Middle and Lower Volga and the Republic of Crimea. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):45-52. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_45-52](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_45-52).

## Введение

Пшеница является основной зерновой культурой России и имеет стратегическое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. В последние 15 лет на долю пшеницы приходится более половины зернового клина и соответственно валового сбора зерновых культур. Кроме того, пшеница различных классов является главным товаром зернового экспорта России, объемы которого неуклонно растут. Особую значимость на зерновом рынке имеет высококачественное продовольственное зерно озимой пшеницы, для чего необходимо строго соблюдать агротехнику культуры. Российская Федерация несет ответственность за фитосанитарную безопасность поставляемой на экспорт пшеницы, соблюдая требования стран-получателей, которые заключаются в отсутствии карантинных организмов в предлагаемых партиях продукции.

В странах-получателях зерна существует свой регулярно обновляющийся перечень карантинных объектов, которые могут быть характерными представителями сорной флоры для страны-отправителя. Так, например, у постоянных импортеров российской пшеницы – Мексики, Бразилии, Ирана, Сирии – в списке карантинных объектов присутствуют некоторые виды пикульников (*Galeopsis* L.) [14, 20].

На территории России встречаются 7 видов пикульников: *Galeopsis tetrahit* L., *G. bifida* Voenn., *G. pubescens* Bess., *G. speciosa* Mill., *G. pemhofferi* Wettst. in Kerner, *G. ladanum* L., *G. angustifolia* Ehrh. ex Hoffm [19]. Из них 4 вида являются обычными сорными растениями зерновых культур: это пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), пикульник двунадрезанный (*G. bifida* Voenn.), пикульник красивый (*G. speciosa* Mill.), а также пикульник ладанниковый (*G. ladanum* L.) [15, 19, 24]. В связи с этим оценка участия видов рода пикульников в составе сорного компонента в посевах пшеницы, а также выявление зон, свободных от этих видов, являются необходимыми мероприятиями при рассмотрении перспектив экспорта пшеницы в конкретные страны.

### Материалы и методы

Для оценки участия видов рода *Galeopsis* L. в составе сорного компонента посевов пшеницы, потенциально предназначенной на экспорт, было необходимо:

## АГРОНОМИЯ

- проанализировать фитосанитарные требования стран-импортеров российской растениеводческой продукции по данным сайта Россельхознадзора [20] и базы данных Международной конвенции по карантину и защите растений [14];

- установить распространенность регулируемых видов рода Пикульник на территории РФ по данным современных флористических сводок [7, 8, 9, 15, 16, 17, 21, 22, 25] и баз данных [1, 4];

- изучить засоренность полей пшеницы регулируемыми видами рода Пикульник в выбранных районах исследования – в Среднем и Нижнем Поволжье, а также в Республике Крым.

В 2019–2021 гг. были обследованы 39 полей пшеницы общей площадью 7036 га, расположенных в Пензенской и Саратовской областях и Республике Крым (табл. 1).

**Таблица 1. Характеристика обследованных полей пшеницы**

| Год                        | Район исследований      | № поля    | Широта    | Долгота   | Площадь поля, га |
|----------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| <b>Пензенская область</b>  |                         |           |           |           |                  |
| 2019                       | Тамалинский район       | 1         | 52.793800 | 43.533050 | 293              |
|                            |                         | 2         | 52.794480 | 43.541114 | 498              |
|                            |                         | 3         | 52.756430 | 43.544510 | 237              |
|                            |                         | 4         | 52.756590 | 43.555340 | 232              |
|                            | Сердобский район        | 5         | 52.778050 | 43.886540 | 54               |
|                            | Бековский район         | 6         | 52.486245 | 43.552130 | 189              |
|                            | Кузнецкий район         | 7         | 52.976224 | 46.732462 | 56               |
|                            | Колышлейский район      | 8         | 52.820720 | 44.450500 | 251              |
|                            |                         | 9         | 52.812740 | 44.464130 | 161              |
| 2020                       | Колышлейский район      | 10        | 52.803357 | 44.493202 | 221              |
|                            |                         | 11        | 52.800996 | 44.511333 | 111              |
|                            |                         | 12        | 52.813050 | 44.467390 | 408              |
|                            | Бековский район         | 13        | 52.698760 | 43.794010 | 2                |
|                            | Сердобский район        | 14        | 52.397250 | 44.081680 | 178              |
|                            | Пензенский район        | 15        | 52.395780 | 44.08060° | 203              |
|                            |                         | 16        | 53.036166 | 44.771721 | 238              |
|                            | Малосердобинский район  | 17        | 53.033895 | 44.779172 | 363              |
|                            |                         | 18        | 52.474446 | 45.206296 | 255              |
|                            | Наровчатский район      | 19        | 52.474352 | 45.209792 | 423              |
|                            |                         | 20        | 53.73107  | 43.67059  | 130              |
|                            |                         | 21        | 53.93202  | 43.60084  | 113              |
|                            |                         | 22        | 53.767513 | 43.641062 | 65               |
|                            |                         | 23        | 53.766680 | 43.644632 | 127              |
| Кузнецкий район            | 24                      | 53.092770 | 46.312259 | 50        |                  |
| 2021                       | Башмаковский район      | 25        | 53.216426 | 43.066862 | 55               |
|                            |                         | 26        | 53.219568 | 43.110786 | 37               |
|                            | Вадинский район         | 27        | 53.628441 | 43.290695 | 27               |
| <b>Саратовская область</b> |                         |           |           |           |                  |
| 2021                       | Ртищевский район        | 28        | 52.27699  | 43.923622 | 171              |
| <b>Республика Крым</b>     |                         |           |           |           |                  |
| 2021                       | Сакский район           | 29        | 45.220316 | 33.295626 | 240              |
|                            | Кировский район         | 30        | 45.094403 | 35.067142 | 28               |
|                            | Сакский район           | 31        | 45.349533 | 33.094343 | 282              |
|                            | Черноморский район      | 32        | 45.48153  | 32.884683 | 326              |
|                            | Черноморский район      | 33        | 45.414758 | 32.6665   | 81               |
|                            | Городской округ Армянск | 34        | 46.074335 | 33.710664 | 426              |
|                            | Симферопольский район   | 35        | 44.935021 | 34.232939 | 17               |
|                            | Белогорский район       | 36        | 45.062491 | 34.496496 | 51               |
|                            |                         | 37        | 45.067234 | 34.452202 | 177              |
|                            |                         | 38        | 45.049815 | 34.432206 | 211              |
|                            |                         | 39        | 45.05013  | 34.376925 | 49               |



Учет всех сорных растений проводили по краям и в основной части посевов пшеницы путем прокладывания от двух до нескольких трансект (в зависимости от площади) вглубь поля.

Мониторинг засоренности посевов проводили с конца июня по конец августа в следующие фазы развития пшеницы:

- молочная спелость;
- молочно-восковая;
- восковая спелость.

У всех сорных растений отмечали фенофазу, чтобы спрогнозировать возможность созревания их семян ко времени уборки пшеницы.

### Результаты и их обсуждение

#### 1. Распространение регулируемых видов рода Пикульник на территории Российской Федерации

В результате анализа фитосанитарных требований 72 стран-импортеров выявлено, что 4 страны не допускают или ограничивают наличие семян растений рода Пикульник (*Galeopsis* L.) в зерновой продукции: Бразилия, Мексика, Иран, Сирия.

К регулируемым для этих стран видам рода *Galeopsis* L. относятся: *G. tetrahit* L., *G. speciosa* Mill., *G. angustifolia* Ehrh. ex Hoffm. и *G. ladanum* L. Следует отметить, что в списке карантинных объектов Мексики [20] для *G. tetrahit* как синоним приводится *Galeopsis bifida* Voenn. Действительно, в некоторых флористических работах предлагалось не разделять эти два вида [6, 7], что до сих пор отражается в смешивании их гербарных образцов в мировых научных фондах. Однако данные морфологического анализа наряду с молекулярными исследованиями свидетельствуют в пользу разделения *G. tetrahit* и *G. bifida* [10, 11, 12, 13, 18, 19].

Для прикладных задач работы рассматривали следующие регулируемые виды рода Пикульник (*Galeopsis* L.):

- *Galeopsis tetrahit* L.;
- *Galeopsis bifida* Voenn.;
- *Galeopsis speciosa* Mill.;
- *Galeopsis angustifolia* Ehrh. ex Hoffm.;
- *Galeopsis ladanum* L.

Анализ ранее опубликованных данных, касающихся характера распространения приведенных выше видов во флоре Российской Федерации [1, 7, 8, 9, 15, 19, 21, 22, 25], позволил выявить, что на территории страны локально распространен один из них – *G. tetrahit*, три вида – *G. speciosa*, *G. bifida* и *G. ladanum* – имеют широкое распространение, а вид *Galeopsis angustifolia* практически отсутствует (табл. 2).

Таблица 2. Распространение регулируемых растений рода Пикульник в России

| Вид                           | Характер распространения | Свободные зоны – федеральные округа   |
|-------------------------------|--------------------------|---|
| <i>Galeopsis tetrahit</i>     | Локально распространен   | Южный ФО, Северо-Кавказский ФО, Уральский ФО, Сибирский ФО, Дальневосточный ФО  |
| <i>Galeopsis bifida</i>       | Широко распространен     | Уральский ФО (север), Сибирский ФО (север), Дальневосточный ФО (север)  |
| <i>Galeopsis speciosa</i>     | Широко распространен     | Южный ФО, Северо-Кавказский ФО, Приволжский ФО (юг), Уральский ФО (север), Сибирский ФО (север и центр, юго-восток), Дальневосточный ФО |
| <i>Galeopsis ladanum</i>      | Широко распространен     | Уральский ФО (север и центр), Сибирский ФО (север, центр, юго-восток), Дальневосточный ФО (кроме юга)                                   |
| <i>Galeopsis angustifolia</i> | Отсутствует              | Все   |

В ранее опубликованных источниках информации за длительный период полевых исследований (более чем за 60 лет) авторы отмечают единичные случаи обнаружения вида *Galeopsis angustifolia*, делая выводы, что на территории Российской Федерации устоявшихся популяций этот вид не имеет и лишь периодически заносится [5, 15, 17, 23, 24]. Кроме того, отмечены случаи обнаружения пикульника узколистного на территориях, не относящихся к зонам возделывания основных сельскохозяйственных культур.

**2. Засоренность полей пшеницы регулируемыми видами рода Пикульник**

В результате проведенных в 2019–2021 гг. обследований посевов пшеницы на 28 полях в Поволжье (Пензенская и Саратовская области) в 11 случаях был обнаружен вид *G. bifida*, а в 14 случаях – вид *G. ladanum* (табл. 3).

**Таблица 3. Количество случаев обнаружения видов рода Пикульник при обследовании посевов пшеницы по регионам в 2019–2021 гг.**

| Регион обследования | Год обследования | Число обследованных посевов | Количество случаев обнаружения видов рода Пикульник ( <i>Galeopsis</i> L.) |                   |                    |                    |
|---------------------|------------------|-----------------------------|--|-------------------|--------------------|--------------------|
|                     |                  |                             | <i>G. bifida</i>   | <i>G. ladanum</i> | <i>G. speciosa</i> | <i>G. tetrahit</i> |
| Пензенская область  | 2019             | 9                           | 4  | 3                 | 0                  | 0                  |
|                     | 2020             | 15                          | 5  | 9                 | 0                  | 0                  |
|                     | 2021             | 3                           | 2  | 1                 | 0                  | 0                  |
| Саратовская область | 2020             | 1                           | 0  | 1                 | 0                  | 0                  |
| Республика Крым     | 2020             | 6                           | 0  | 0                 | 0                  | 0                  |
|                     | 2021             | 5                           | 0  | 0                 | 0                  | 0                  |

На 11 полях пшеницы в Республике Крым виды рода *Galeopsis* L. не были выявлены (табл. 3). Полученные сведения согласуются с данными о распространении двух видов рода Пикульник (*G. bifida* и *G. Ladanum*), представленных в издании «Флора Крыма» [3]. По мнению составителей этого каталога, оба вида рода приурочены к сорным местам, являются заносными и находятся на территории полуострова на южной границе своего ареала [3].

Ареал распространения пикульника обыкновенного захватывает только северо-западную часть территории страны [1, 19]. Регионы проведения наших работ располагались значительно юго-восточнее, поэтому отсутствие вида *G. tetrahit* в исследованных посевах пшеницы согласуется с данными о его распространении в России, и все случаи его обнаружения вне зоны основного распространения, например в Пензенской области, не связаны с агроценозами.

Пикульник красивый также не обнаружен нами в обследованных посевах пшеницы, несмотря на проведение работ в зоне широкого распространения вида (табл. 2). В частности, на территории Пензенской области вид *Galeopsis speciosa* указывается как произрастающий на полях, залежах, обочинах дорог во всех ботанико-географических районах [2]. Отсутствие вида в течение трехгодичного мониторинга полей пшеницы в Пензенской области требует проведения дополнительных полевых исследований.

Все сорные виды пикульников характеризуются длительным периодом плодоношения – с июля по середину октября [17, 19]. Полученные авторами собственные данные согласуются с ранее опубликованными другими исследователями. Так, в Пензенской области и пикульник ладанниковый, и пикульник двунадрезанный находились в фазе цветения, когда озимая пшеница была в фазе молочной спелости. Ко времени восковой спелости озимой пшеницы (конец июля – начало августа в условиях Пен-

зенской области) оба обнаруженных вида пикульников находились в фенофазе плодоношения. Ко времени уборки яровой пшеницы (конец августа – начало сентября в Пензенской области) оба вида пикульников продолжали плодоносить.

Таким образом, можно отметить, что с учетом сроков созревания пшеницы и продолжительного периода плодоношения сорных видов рода Пикульник велика вероятность засорения зерна пшеницы их плодами.

#### Выводы

1. Пять видов рода Пикульник (*Galeopsis tetrahit* L., *Galeopsis bifida* Boenn., *Galeopsis speciosa* Mill., *Galeopsis angustifolia* Ehrh. ex Hoffm., *Galeopsis tetrahit* L. и *Galeopsis ladanum* L.) включены в фитосанитарные требования таких стран-импортеров зерна российской пшеницы, как Мексика, Бразилия, Сирия, Иран.

2. Из пяти регулируемых странами-импортерами видов рода Пикульник только четыре распространены на территории Российской Федерации и при этом являются сорными: *Galeopsis tetrahit*, *G. bifida*, *G. speciosa* и *G. ladanum*. Из них только два вида – *G. bifida* и *G. ladanum* выявлены в посевах пшеницы в Пензенской и Саратовской областях. В Республике Крым регулируемые виды рода Пикульник в посевах пшеницы не обнаружены.

3. Вследствие продолжительного периода плодоношения плоды сорных видов рода Пикульник с высокой вероятностью могут быть обнаружены в зерне пшеницы, что необходимо учитывать в случае экспорта этой продукции в страны, выдвигающие требования по отсутствию плодов и семян рассматриваемых сорных видов в зерновой продукции.

#### Список источников

1. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения ; авторы и составители Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И. и др. [Электронный ресурс]. Санкт-Петербург, 2008. URL: <http://www.agroatlas.ru> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Васюков В.М., Саксонов С.В. Конспект флоры Пензенской области. Флора Волжского бассейна. Т. IV; науч. ред. проф. С.В. Саксонов. Тольятти: Анна, 2020. 211 с.
3. Вульф Е.В. Флора Крыма. Том III, выпуск 2. Вьюнковые – Пасленовые; под редакцией Н.И. Рубцова и С.С. Станкова. Москва: Колос, 1966. 256 с.
4. Глобальная база данных по биоразнообразию – GBIF [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org> (дата обращения: 18.05.2022).
5. Губарева И.Ю. Флористические находки на Вислинской косе (Калининградская область) // Ботанический журнал. 1995. Т. 80, № 8. С. 113–116.
6. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). Москва: Московский педагогический гос. ун-т, 2004. 120 с.
7. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2006. 664 с.
8. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2014. 635 с.
9. Малышев Л.И., Доронькин В.М., Зуев В.В. и др. Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения; под ред. К.С. Байкова. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2012. 630 с.
10. Маслова Е.В. Биосистематика семейства *Lamiaceae* во флоре Белгородской области: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Москва, 2006. 19 с.
11. Маслова Е.В. Дифференциация двух видов пикульников (*Galeopsis bifida* Boenn. и *G. tetrahit* L.) по морфологическим признакам и ДНК-маркерам // Генетика. 2008. Т. 44, № 3. С. 366–373.
12. Маслова Е.В., Игнатов М.С. Об отличиях *G. tetrahit* и *G. bifida* // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов: материалы конференции, посвященной 60-летию Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Москва: ГБС РАН, 2005. С. 334–336.
13. Маслова Е.В. Предварительные итоги таксономической ревизии некоторых видов рода *Galeopsis* в средней части Европейской России // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2006. № 3(4). С. 145–148.
14. Международная конвенция по защите и карантину растений // Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/3/ca6379ru/CA6379RU.PDF> (дата обращения: 31.08.2022).

15. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР: монография. Ленинград: Наука, 1983. 454 с.
16. Сосудистые растения советского Дальнего Востока; в 8 т. Т. 7. Лютиковые, ... Яснотковые; отв. ред. С.С. Харкевич. Санкт-Петербург: Наука, 1995. 394 с.
17. Станков С.С., Талиев В.И. Определитель высших растений Европейской части СССР. 2-е изд., исправленное и дополненное. Москва: Советская наука, 1957. 739 с.
18. Тюнникова Н.В. Об объеме рода *Galeopsis* L. (*Lamiaceae*) // Ботанический журнал. 2006. Т. 91, № 2. С. 290–296.
19. Тюнникова Н.В. Род *Galeopsis* L. (*Lamiaceae* Lindl.) флоры России: систематика, география, фитохимические особенности: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Санкт-Петербург, 2006. 159 с.
20. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fsvps.ru> (дата обращения: 30.08.2022).
21. Флора Европейской части СССР. Т. III. Двудольные; под ред. Ан.А. Федорова. Ленинград: Наука, 1978. 259 с.
22. Флора Сибири; в 14 т. Т. 11: *Pyrolaceae* – *Lamiaceae* (*Labiatae*); составители В.М. Доронькин, Н.К. Ковтенок, В.В. Зуев и др. Новосибирск: Наука. Сибирская изд. фирма РАН, 1997. 296 с.
23. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). 2-е изд. / *Plantae Vasculares Rossicae et civitatum collimitaneorum (in limicis URSS olim)*. Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 1995. 990 с.
24. Юзепчук С.В. Род 1268. Пикульник – *Galeopsis* // Флора СССР; редактор тома Б.К. Шишкин. Москва-Ленинград: Изд-во Академии наук СССР, 1954. Т. 21. С. 111–124.
25. Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A. et al. *Flora Europaea*. Vol. 3. *Diapensiaceae* to *Myoporaceae*. Cambridge: University Press, 1972. 399 p.

### References

1. Agroekologicheskij atlas Rossii i soprode'nykh stran: ekonomicheski znachimye rasteniya, ikh vreditel'i, bolezni i sornye rasteniya; avtory i sostaviteli Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I. i dr. [Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weed; authors and compilers Afonin A.N., Grin S.L., Dzyubenko N.I. et al.]. Saint Petersburg; 2008. URL: <http://www.agroatlas.ru>. (In Russ.).
2. Vasjukov V.M., Saksonov S.V. Konspekt flory Penzenskoj oblasti. Flora Volzhskogo bassejna. T. IV; nauch. red. prof. S.V. Saksonov [Check-list of the flora of Penza region. Flora of the Volga river basin. Vol. IV; editor prof. S.V. Saksonov]. Togliatti: Anna; 2020. 211 p. (In Russ.).
3. Wulff E.W. Flora Kryma. Tom III, vypusk 2. V'yunkovyje – Paslenovyje; pod redaktsiej N.I. Rubtsova i S.S. Stankova [Flora Taurica. Vol. III, Issue 2. Convolvulaceae – Solanaceae. Edited by N.I. Rubtsov and S.S. Stankov]. Moscow: Kolos; 1966. 256 p. (In Russ.).
4. Global Biodiversity Information Facility – GBIF. URL: <https://www.gbif.org>. (In Russ.).
5. Gubareva I.Yu. Floristicheskie nakhodki na Vislinskoj kose (Kaliningradskaya oblast') [Floristic findings at the Vistula Spit (Kaliningrad Oblast)]. *Botanicheskij zhurnal = Botanical Journal*. 1995;80(8):113-116. (In Russ.).
6. Elenevskij A.G., Radygina V.I., Chaadaeva N.N. Rasteniya Belgorodskoj oblasti (konspekt flory) [Plants of Belgorod Oblast (Abridged version of the flora)]. Moscow: Moscow State Pedagogical University; 2004. 120 p. (In Russ.).
7. Zernov A.S. Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza [Flora of Northwestern Caucasus]. Moscow: Tovari-shchestvo nauchnykh izdanij KMK; 2006. 664 p. (In Russ.).
8. Maevskij P.F. Flora srednej polosy evropejskoj chasti Rossii. 11-e izd [Flora of the Central European Part of Russia. 11<sup>th</sup> edition]. Moscow: Tovari-shchestvo nauchnykh izdanij KMK; 2014. 635 p. (In Russ.).
9. Malyshev L.I., Doronkin V.M., Zuev V.V. et al. Konspekt flory Aziatskoj Rossii: sosudistye rasteniya; pod red. K.S. Bajkova [Conspectus Florae Rossiae Asiaticae: Plantae Vasculares]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Press; 2012. 630 p. (In Russ.).
10. Maslova E.V. Biosistematika semejstva *Lamiaceae* vo flore Belgorodskoj oblasti [Biosystematics of the *Lamiaceae* family in the flora of Belgorod Oblast]: avtoreferat dissertatsii ... kandidata biologicheskikh nauk: 03.00.05 = Author's Abstract of Candidate Dissertation in Biological Sciences: 03.00.05. Moscow; 2006. 19 p. (In Russ.).
11. Maslova E.V. Differentsiatsiya dvukh vidov pikul'nikov (*Galeopsis bifida* Boenn. i *G. tetrahit* L.) po morfologicheskim priznakam i DNK-markeram [Differentiation of two hemp-nettle species (*Galeopsis bifida* Boenn. and *G. tetrahit* L.) inferred from morphological characters and DNA markers]. *Genetika = Russian Journal of Genetics*. 2008;44(3):366-373. (In Russ.).
12. Maslova E.V., Ignatov M.S. Ob otlichijakh *G. tetrahit* i *G. bifida* [Concerning the differences between *G. tetrahit* and *G. bifida*]. Botanicheskie sady kak tsentry sokhraneniya bioraznoobraziya i ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nykh resursov: materialy konferentsii, posvyashchennoj 60-letiyu Glavnogo botanicheskogo sada imeni N.V. Tsitsina RAN [Botanical Gardens as centers of biodiversity conservation and rational use of plant resources: Proceedings of the conference dedicated to the 60<sup>th</sup> anniversary of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences named after N.V. Tsitsin]. Moscow: Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences Press; 2005:334-336. (In Russ.).

13. Maslova E.V. Predvaritelnye itogi taksonomicheskoy revizii nekotorykh vidov roda *Galeopsis* v srednej chasti Evropejskoj Rossii [Preliminary results of taxonomic revision of some species of the genus *Galeopsis* in the middle part of European Russia]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Estestvennye nauki = Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences*. 2006;3(4):145-148. (In Russ.).
14. International Plant Protection Convention. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). URL: <https://www.fao.org/3/ca6379ru/CA6379RU.PDF>. (In Russ.).
15. Nikitin V.V. Sornye rasteniya flory SSSR: monografiya [Weeds of the flora of the USSR: monograph]. Leningrad: Nauka; 1983. 454 p. (In Russ.).
16. Sosudistye rasteniya sovetского Dal'nego Vostoka: v 8 t. T. 7. Lyutikovye, ... Yasnotkovye; otv. red. S.S. Harkevich [Plantae Vasculares Orientis Extremi Sovietici in 8 vols. Vol. 7. Ranunculaceae, ... Lamiaceae; edited by S.S. Harkevich]. Saint Petersburg: Nauka, 1995. 394 p. (In Russ.).
17. Stankov S.S., Taliev V.I. Opredelitel' vysshikh rastenij Evropejskoj chasti SSSR; 2-e izd., ispravlennoe i dopolnennoe [Key book of higher plants of the European part of the USSR; 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged]. Moscow: Sovetskaya nauka Press; 1957. 739 p. (In Russ.).
18. Tyunnikova N.V. Ob ob'eme roda *Galeopsis* L. (*Lamiaceae*) [Concerning the volume of the genus *Galeopsis* (*Lamiaceae*)]. *Botanicheskij zhurnal = Botanical Journal*. 2006;91(2):290-296. (In Russ.).
19. Tyunnikova N.V. Rod *Galeopsis* L. (*Lamiaceae* Lindl.) flory Rossii: sistematika, geografiya, fitokhimiicheskie osobennosti [Genus *Galeopsis* L. (*Lamiaceae* Lindl.) in the flora of Russia: taxonomy, geography, phytochemical features]: dissertatsiya ...kandidata biologicheskikh nauk: 03.00.05. Saint Petersburg; 2006. 159 p. (In Russ.).
20. Federal'naya sluzhba po veterinarnomu i fitosanitarnomu nadzoru (Rossel'khoznadzor) [Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision (Rossel'khoznadzor)]. URL: <https://www.fsvps.ru>. (In Russ.).
21. Flora Evropejskoj chasti SSSR. T. III. Dvydol'nye. Pod redaktsiej An.A. Fedorova [Flora partis Europaeae URSS. Vol. III. Magnoliopsida (=Dicotyledonis); edited by An.A. Fedorov]. Leningrad: Nauka; 1978. 259 p. (In Russ.).
22. Flora Sibiri; in 14 t. T. 11: Pyrolaceae – Lamiaceae (Labiatae); sostaviteli V.M. Doron'kin, N.K. Kovtonyuk, V.V. Zuev i dr. [Flora Sibiriae; in 14 vols. Vol. 11: Pyrolaceae – Lamiaceae (Labiatae); compiled by V.M. Doron'kin, N.K. Kovtonyuk, V.V. Zuev et al.]. Novosibirsk: Nauka. Sibirskaya izdatel'skaya firma RAN; 1997. 296 p. (In Russ.).
23. Cherepanov S.K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopedel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). 2-e izd. [Plantae Vasculares Rossicae et civitatum collimitanearum (in limicis URSS olim) / Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). 2<sup>nd</sup> edition]. Saint Petersburg: Mir i semya-95 Press; 1995. 990 p. (In Russ.).
24. Yuzepchuk S.V. Rod Pikul'nik – *Galeopsis* [The hemp-nettle genus (*Galeopsis*)]. Flora SSSR. Redaktor toma B.K. Shishkin [Flora of the USSR. Edited by B.K. Shishkin]. Moscow-Leningrad: Academy of Sciences of the USSR Press; 1954. Vol. 21:111-124. (In Russ.).
25. Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A. et al. Flora Europaea. Vol. 3. Diapensiaceae to Myoporaceae. Cambridge: University Press; 1972. 399 p.

#### Информация об авторах

- E.A. Сухолозова – кандидат биологических наук, научный сотрудник Исследовательской лаборатории Пензенского филиала ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», [E\\_kobozeva@mail.ru](mailto:E_kobozeva@mail.ru).
- Ю.В. Орлова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», [orl-jul@mail.ru](mailto:orl-jul@mail.ru).
- Т.З. Омеляненко – младший научный сотрудник научно-методического отдела Южного филиала ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», [o.tanya-work@yandex.ru](mailto:o.tanya-work@yandex.ru).
- E.A. Сухолозов – кандидат биологических наук, государственный инспектор отдела надзора в области карантина растений, качества и безопасности зерна и семеноводства по Пензенской области Управления Россельхознадзора по Республике Мордовия и Пензенской области, [e.sukholozov@mail.ru](mailto:e.sukholozov@mail.ru).

#### Information about the authors

- E.A. Sukholozova, Candidate of Biological Sciences, Research Scientist, Research Laboratory, All-Russian Plant Quarantine Center – Penza Branch, [E\\_kobozeva@mail.ru](mailto:E_kobozeva@mail.ru).
- Yu.V. Orlova, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Scientific and Methodological Department of Invasive Plant Species, All-Russian Plant Quarantine Center, [orl-jul@mail.ru](mailto:orl-jul@mail.ru).
- T.Z. Omelianenko, Junior Research Scientist, Scientific and Methodological Department, All-Russian Plant Quarantine Center – Southern Branch, [o.tanya-work@yandex.ru](mailto:o.tanya-work@yandex.ru).
- E.A. Sukholozov, Candidate of Biological Sciences, State Inspector, Department of Supervision in the Field of Plant Quarantine, Quality and Safety of Grain and Seed Production in Penza Oblast, Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision (Rosselkhoznadzor), Main Directorate for the Republic of Mordovia and Penza Oblast, [e.sukholozov@mail.ru](mailto:e.sukholozov@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 15.11.2022; одобрена после рецензирования 18.12.2022; принята к публикации 27.12.2022.

The article was submitted 15.11.2022; approved after reviewing 18.12.2022; accepted for publication 27.12.2022.

© Сухолозова Е.А., Орлова Ю.В., Омеляненко Т.З., Сухолозов Е.А., 2023

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

Научная статья

УДК 504.06:632.93:633.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_53

**Оценка эколого-токсикологической опасности применения пестицидов**Ирина Васильевна Сластя<sup>1</sup>✉<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

✉slasty@rgau-msha.ru

**Аннотация.** Представлены результаты аналитической работы, проведенной с целью получения эколого-токсикологической оценки опасности применения пестицидов, в ходе выполнения которой применяли комплексный показатель, включающий норму расхода препарата, среднюю смертельную дозу острой токсичности при введении в желудок, период полураспада в почве, коэффициент хронической токсичности для теплокровных с учетом отдаленных эффектов ( $K_{дсд}$ ), определяемый в зависимости от величины допустимой суточной дозы ( $ДСД$ ), а также коэффициент хронической токсичности для водных организмов ( $K_{NOEL}$ ), определяемый в зависимости от величины  $NOEL$  для наиболее чувствительной группы гидробионтов. Расчет проведен для фунгицидов и инсектицидов, наиболее часто используемых при возделывании зерновых культур и разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Использованный показатель позволяет ранжировать пестициды по степени опасности, распределить их по четырем группам, а также выделить главные факторы, определяющие уровень опасности. В первую группу отнесены пестициды, обладающие сразу несколькими неблагоприятными профилями безопасности (например, инсектицид хлорпирифос). Применение таких пестицидов должно быть ограниченным, и они, по возможности, должны заменяться менее опасными. Во вторую группу включены инсектициды фипронил, лямбда-цигалотрин, гамма-цигалотрин, имидаклоприд и фунгицид флутриафол. Пестициды первой и второй групп должны быть объектами постоянного мониторинга в компонентах окружающей среды. Остальные инсектициды и фунгициды отнесены к третьей и четвертой группам опасности. Так как одним из факторов, определяющих опасность применения пестицидов, является доза, вносимая на гектар, основными требованиями, предъявляемыми к новым пестицидам, должны быть низкие нормы расхода, высокая селективность и низкая стойкость в окружающей среде. Технологические приемы, позволяющие сократить нормы расхода пестицидов без снижения эффективности против вредных объектов, например использование в качестве вспомогательных веществ соединений кремния, будут способствовать уменьшению вредного воздействия пестицидов.

**Ключевые слова:** пестициды, классификация пестицидов, пестицидная нагрузка, риски загрязнения, эколого-токсикологические критерии, мониторинг окружающей среды

**Для цитирования:** Сластя И.В. Оценка эколого-токсикологической опасности применения пестицидов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 53–60. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_53-60](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_53-60).

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

Original article

**Assessment of environmental health and toxicological hazard of pesticides**Irina V. Slasty<sup>1</sup>✉<sup>1</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

✉slasty@rgau-msha.ru

**Abstract.** The results of the analytical investigation carried out in order to obtain an ecological and toxicological assessment of pesticides hazard, during which an integrated index was used comprising consumption rate of the preparation, median lethal dose of acute oral toxicity at stomach preparation administration, half-life period in the soil, chronic toxicity coefficient for warm-blooded animals taking into account developmental toxicity ( $K_{AD}$ ) and depending on the value of acceptable daily intake ( $ADI$ ), as well as chronic toxicity coefficient to aquatic organisms ( $K_{NOEL}$ ) depending on the no-observed effects level ( $NOEL$ ) value for the most sensitive group of hydrobionts. The calculation was carried out for fungicides and insecticides most commonly used in the cultivation of grain crops and approved for use on the territory of the Russian Federation. The proposed integrated index makes it possible to rank pesticides according to the degree of hazard, distributing them into four groups, as well as to identify the main factors determining the level of hazard. The first group includes pesticides that have several unacceptable safety profiles (for example, the insecticide chlorpyrifos). The use of such pesticides should be limited, and they should be replaced by less hazardous ones, as far as feasible. The second group includes such insecticides as fipronil, lambda-cyhalothrin, gamma-cyhalothrin, imidacloprid, and flutriafol fungicide. Pesticides

of the first and second groups should become objects of constant monitoring in natural environmental locations. The remaining insecticides and fungicides are attributed to the third and fourth hazard groups. Since one of the factors determining the hazard level of pesticides usage is the dose applied per hectare, the main requirements applicable for new pesticides should be low consumption rate, high selectivity and low resistance in the environment. Working practices that make it possible to minimize consumption rates of pesticides without reduction in effectiveness against pests, for example, the use of silicon compounds as formulation components, will contribute greatly to reduce negative impact of pesticides application.

**Keywords:** pesticides, classification of pesticides, pesticide load, pollution risks, ecological and toxicological criteria, environmental monitoring

**For citation:** Slastyia I.V. Assessment of environmental health and toxicological hazard of pesticides. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):53-60. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_53-60](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_53-60).

**З**ащита растений является одной из важнейших отраслей сельскохозяйственной науки. По оценкам экспертов, ежегодно потенциальный мировой урожай продовольственных культур снижается примерно на 20–27% из-за различных вредителей, развития болезней растений, а также сорняков, поэтому роль защиты растений трудно переоценить. В мире насчитывается около 1,5 млн вредителей, на территории России встречается около 100 тыс. видов. Болезней культурных растений насчитывается около 35 тыс., из них 300 вирусных.

Защита растений основывается на принципах регулирования численности вредных организмов в агрофитоценозах, удержании ее на хозяйственно безопасном уровне. основополагающая задача защиты растений – не просто уничтожить вредные организмы, но также вовремя предусмотреть и устранить их появление и, по возможности, уменьшить масштабы распространения и таким образом повысить рентабельность сельскохозяйственного производства.

Одним из средств повышения эффективности сельскохозяйственного производства является химический способ борьбы с сорняками, болезнями, вредителями культурных растений, который способствует значительному сокращению потерь в сельском хозяйстве. Затраты на его применение быстро окупаются за счет повышения урожайности, увеличения сроков хранения растительной продукции, улучшения внешнего вида производимой сельскохозяйственной продукции.

Химические средства защиты растений подразумевают применение различных ядохимикатов. Все ядохимикаты, применяемые для защиты растений, получили название пестициды (в переводе с латыни – убивающие заразно). Пестициды классифицируются по химическому составу, объектам применения, а также по характеру действия и способам проникновения в организм. Обладая высокой эффективностью, применение пестицидов связано с высокими рисками загрязнения объектов окружающей среды и опасностью для человека и полезной флоры и фауны. Такие свойства пестицидов, как высокая токсичность, персистентность в окружающей среде, способность переноситься по пищевым цепям, мигрировать в сопредельные среды – водные объекты, почву, воздух, накапливаться в продукции и при постоянном применении вызывать появление устойчивых форм вредных организмов, требуют обоснованности и строгой регламентации их использования в сельском хозяйстве.

В основе регламентации применения пестицидов лежит количественная оценка их опасности для человека и природных систем. Оценка опасности пестицидов для человека и теплокровных проводится по токсиколого-гигиеническим критериям, учитывающим такие показатели, как средние смертельные дозы при введении в желудок и нанесении на кожу, средняя смертельная концентрация в воздухе, характеризующие соответственно оральную, кожно-резорбтивную и ингаляционную токсичность вещества, коэффициент функциональной кумуляции, стойкость пестицида в почве (время разложения на нетоксичные компоненты), а также наличие специфических эффектов: мутагенного, канцерогенного, тератогенного, эмбриотоксического, гонадотропного, аллергенного. Эти токсиколого-гигиенические критерии в свою очередь лежат в основе разработки гигиениче-

ских нормативов: допустимой суточной дозы вещества для человека и предельно допустимого содержания пестицидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды. Однако для защиты компонентов экосистем, полезной фауны и флоры санитарно-гигиенических критериев недостаточно, поэтому для комплексной оценки опасности пестицидов для окружающей среды необходимо использовать эколого-токсикологические критерии, включающие помимо показателей токсичности для теплокровных и персистентности в почве показатели, учитывающие поведение пестицида в окружающей среде и влияние на нецелевые организмы.

М.Н. Соколовым и Б.С. Стрекозовым [10] был предложен подход, заключающийся в балльной оценке каждого из предложенных ими одиннадцати показателей по предлагаемым шкалам и определении класса опасности пестицидов (всего три класса) по суммарному значению баллов. По мнению В.П. Васильева, В.Н. Кавецкого и Л.И. Бублика [1, 2], этот подход, несмотря на достаточно большое число учитываемых показателей, все же недостаточно отражал опасность пестицидов для здоровья человека. Они предложили оценивать опасность пестицидов на основе четырех эколого-токсикологических показателей, два из которых в наибольшей степени характеризуют опасность пестицида для человека (категория А) – средняя смертельная доза при введении в желудок ( $ЛД_{50}$ ) (главный показатель) и коэффициент функциональной кумуляции ( $K_{кум}$ ), а другие два – опасность пестицида для окружающей среды (категория Б) – стойкость в почве ( $T_{50}$  – время полураспада на нетоксичные компоненты) (главный показатель) и средняя смертельная концентрация для рыб ( $СК_{50}$ ). На основании этих критериев ими была предложена эколого-токсикологическая классификация пестицидов, включающая четыре класса опасности, и метод оценки опасности применения пестицидов и прогнозирования загрязнения экосистем в конкретных почвенно-климатических условиях. Относительную степень опасности применения того или иного пестицида с учетом нормы его расхода ( $Co$ ) авторы предлагают определять по формуле

$$Co = P \cdot \frac{T_{50}}{ЛД_{50}}, \quad (1)$$

где  $P$  – норма расхода препарата по действующему веществу, кг/га или г/га;

$T_{50}$  – период полураспада в почве на нетоксичные компоненты;

$ЛД_{50}$  – средняя смертельная доза острой токсичности при введении в желудок.

Известны также подходы к оценке опасности пестицидов на основе их токсичности для нецелевых индикаторных видов [13]. Ввиду высокой токсичности пестицидов для гидробионтов предлагались методы оценки их опасности только для водных организмов, основанные на ранжировании по величине средней смертельной концентрации острого воздействия, максимальной недеиствующей концентрации ( $NOEL$ ) и коэффициента биоаккумуляции [3, 4].

Некоторые подходы к определению опасности пестицидов основываются на оценке риска их применения с использованием не только показателей токсичности, стойкости, биоаккумуляции, но и прогнозируемой концентрации вещества в среде или уровня потребления [3, 4, 12, 15], в том числе с использованием математических моделей прогнозирования концентрации пестицидов в поверхностных водоемах [3, 4] и почве с оценкой степени риска пестицидов для почвы, воздуха, поверхностных и грунтовых вод [16].

Существующие в настоящее время подходы к оценке опасности пестицидов, несмотря на имеющееся методологическое разнообразие, характеризуются слабой «конвергенцией» (совпадения) и недостаточной степенью комплексности [11].

Эколого-токсикологическую оценку рисков применения пестицидных обработок выполняли с помощью относительного показателя опасности, представляющего собой



модификацию предложенного В.П. Васильевым, В.Н. Кавецким и Л.И. Бубликом [1, 2] критерия, включающего только три показателя:

- норму расхода;
- среднесмертельную дозу острого действия;
- период полураспада в почве.

Нами предлагается помимо острой токсичности вещества для теплокровных учитывать опасность и при длительном поступлении вещества в организм, которая может проявляться в том числе отдаленными специфическими эффектами.

Наиболее доступным показателем, установленным для всех пестицидов, который должен отражать эту опасность для человека, является допустимая суточная доза (ДСД), устанавливаемая на основе порогов хронического действия и возможных отдаленных эффектов.

Одними из наиболее чувствительных организмов к действию пестицидов являются гидробионты, поэтому вторым критерием, который следует учесть, является токсичность для водных организмов. Мы предлагаем использовать показатель *NOEL* для учета опасности хронического воздействия на наиболее чувствительную группу гидробионтов. Для учета этих показателей в зависимости от их величины мы применили коэффициенты  $K_{ДСД}$  и  $K_{NOEL}$  (табл. 1), дополнив ими показатель опасности, предложенный В.П. Васильевым, В.Н. Кавецким и Л.И. Бубликом.

Относительную степень опасности применения пестицидов ( $C_o$ ) можно оценить по формуле

$$C_o = P \cdot \frac{T_{50}}{ЛД_{50}} \cdot K_{ДСД} \cdot K_{NOEL} \quad (2)$$

Относительная опасность применения того или иного пестицида будет зависеть как от нормы его расхода на гектар по действующему веществу, так и от его удельной относительной опасности ( $C_{yo}$ ), определяемой соотношением

$$C_{yo} = \frac{T_{50}}{ЛД_{50}} \cdot K_{ДСД} \cdot K_{NOEL} \quad (3)$$

**Таблица 1. Коэффициенты опасности, учитывающие хроническую токсичность для теплокровных и гидробионтов по показателям ДСД и *NOEL***

| ДСД, мг/кг                  | $K_{ДСД}$ | <i>NOEL</i> , мг/л  | $K_{NOEL}$ |
|-----------------------------|-----------|---------------------|------------|
| 1 и более                   | 0,5       | Десятые доли        | 0,5        |
| Десятые доли                | 1         | Сотые доли          | 1          |
| Сотые доли                  | 2         | Тысячные доли       | 2          |
| Тысячные доли               | 3         | Десятитысячные доли | 3          |
| Десятитысячные доли и менее | 4         | Стотысячные доли    | 4          |
|                             |           | Миллионные доли     | 5          |

Нами проведен расчет показателей относительной эколого-токсикологической опасности фунгицидов и инсектицидов, наиболее часто используемых при возделывании зерновых культур и разрешенных к применению на территории Российской Федерации [5].

Источником данных о свойствах пестицидов служила база данных PPDB (Pesticide Property Data Base) [14].

Использование большего количества учитываемых показателей в расчете относительной эколого-токсикологической опасности позволяет получить заметные различия в значениях и на основании их выделить четыре группы пестицидов (табл. 2).

Таблица 2. Показатели относительной эколого-токсикологической опасности инсектицидов

| Инсектицид             | Норма расхода,<br>г д.в./га | $K_{дсд}$ | $K_{ноел}$ | Удельная<br>относительная<br>опасность, $S_{уо}$ | Группа удельной<br>относительной<br>опасности | Относительная<br>опасность,<br>$C_o$ | Группа<br>относительной<br>опасности |
|------------------------|-----------------------------|-----------|------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Хлорпирифос (ОР)       | 384                         | 3         | 4          | 70,2   | 1   | 26950                                | 1                                    |
| Фипронил (ОР)          | 24                          | 4         | 3          | 18,5   | 2   | 444                                  | 2                                    |
| Лямбда-цигалотрин (ОР) | 7,5                         | 3         | 5          | 47,0   | 2   | 352                                  | 2                                    |
| Гамма-цигалотрин (ОР)  | 36                          | 3         | 5          | 7,31   | 3   | 263                                  | 2                                    |
| Имидаклоприд (ОС)      | 60                          | 1         | 2          | 2,86   | 3   | 171                                  | 2                                    |
| Имидаклоприд (ОР)      | 49                          | 1         | 2          | 2,86   | 3   | 140                                  | 2                                    |
| Клотианидин (ОС)       | 35                          | 1         | 2          | 2,18   | 3   | 76,3                                 | 3                                    |
| Циперметрин (ОР)       | 75                          | 2         | 4          | 0,62   | 4   | 46,2                                 | 3                                    |
| Клотианидин (ОР)       | 17,5                        | 1         | 2          | 2,18   | 3   | 38,2                                 | 3                                    |
| Альфа-циперметрин (ОР) | 10                          | 2         | 3          | 3,51   | 3   | 35,1                                 | 3                                    |
| Фенитротрион (ОР)      | 400                         | 3         | 3          | 0,07   | 4   | 29,5                                 | 3                                    |
| Тау-флювалинат (ОР)    | 48                          | 3         | 4          | 0,61   | 4   | 29,3                                 | 3                                    |
| Тиаметоксам (ОР)       | 175                         | 2         | 1          | 0,16   | 4   | 27,1                                 | 3                                    |
| Бета-циперметрин (ОР)  | 10                          | 3         | 3          | 2,62   | 3   | 26,2                                 | 3                                    |
| Диметоат (ОР)          | 400                         | 3         | 2          | 0,06   | 4   | 24,5                                 | 3                                    |
| Дельтаметрин (ОР)      | 7,5                         | 1         | 4          | 1,30   | 3   | 9,72                                 | 3                                    |
| Малатион (ОР)          | 285                         | 2         | 3          | 0,001  | 4   | 0,25                                 | 4                                    |

Примечание: (ОР) – опрыскивание растений, (ОС) – обработка семян.

Из рассмотренных инсектицидов наибольшую опасность представляет применение хлорпирифоса, показатель относительной эколого-токсикологической опасности которого очень высокий – он многократно выше, чем других пестицидов. Это связано как с высокой нормой его расхода, так и с его высокой удельной относительной опасностью, обусловленной длительной персистентностью в почве и высокой токсичностью как для теплокровных, так и для гидробионтов. Он отнесен к первой группе опасности ( $C_o > 1000$ ,  $S_{уо} > 50$ ).

Высокие значения показателя  $C_o$  имеют фипронил, лямбда-цигалотрин, гамма-цигалотрин и имидаклоприд – они могут быть отнесены ко второй группе опасности ( $C_o = 100–1000$ ). При этом у лямбда-цигалотрина и фипронила более высокие значения удельной относительной опасности: первый – высокотоксичен для гидробионтов, второй – для человека, оба – достаточно стойкие в почве (период полураспада более 6 месяцев), по удельному показателю опасности они могут быть отнесены ко второй группе (от 10 до 50), а гамма-цигалотрин и имидаклоприд – к третьей (от 1 до 9,9). Остальные инсектициды, у которых значения  $C_o < 100$ , могут быть отнесены к третьей группе опасности, за исключением малатиона, который отнесен к четвертой группе.

Большинство фунгицидов менее опасны, чем инсектициды, особенно для насекомых (классы опасности для пчел установлены отдельно). Среди рассмотренных фунгицидов ко второй группе опасности можно отнести только флутриафол (табл. 3), что прежде всего связано с очень высокой персистентностью в почве. В четвертую группу попадают беномил, метрафенон, флудиаксонил, а также карбендазим, используемый для обработки семян. При опрыскивании растений в связи с более высокой нормой расхода возрастает и показатель относительной опасности, что дает основание отнести карбендазим к третьей группе. Остальные из рассмотренных фунгицидов также относятся к третьей группе.

Таблица 3. Показатели относительной эколого-токсикологической опасности фунгицидов

| Фунгициды                                     | Норма расхода,<br>г д.в./га | $K_{дсд}$ | $K_{МОЕЛ}$ | Удельная<br>относительная<br>опасность, $S_{уо}$ | Группа удельной<br>относительной<br>опасности | Относительная<br>опасность,<br>$S_{о}$ | Группа<br>относительной<br>опасности |
|---|-----------------------------|-----------|------------|--|---|--|--------------------------------------|
| Флутриафол (ОР)                               | 125                         | 2         | 1          | 2,78   | 3   | 348                                    | 2                                    |
| Ципроконазол (ОР)                             | 60                          | 2         | 1          | 0,81   | 4   | 48,7                                   | 3                                    |
| Триадимефон (ОР) – против<br>болезней пшеницы | 250                         | 2         | 1          | 0,17   | 4   | 43,3                                   | 3                                    |
| Триадимефон (ОР) – против<br>болезней ячменя  | 125                         | 2         | 1          | 0,17   | 4   | 21,7                                   | 3                                    |
| Пропиконазол (ОР)                             | 125                         | 2         | 0,5        | 0,13   | 4   | 16,3                                   | 3                                    |
| Тетраконазол (ОР)                             | 100                         | 3         | 0,5        | 0,12   | 4   | 12,2                                   | 3                                    |
| Пентиопирад (ОР)                              | 200                         | 1         | 1          | 0,06   | 4   | 12,2                                   | 3                                    |
| Тритикоконазол (ОР)                           | 40                          | 2         | 1          | 0,25   | 4   | 9,84                                   | 3                                    |
| Эпоксиконазол (ОР)                            | 75                          | 1         | 1          | 0,11   | 4   | 8,39                                   | 3                                    |
| Флуксапироксад (ОР)                           | 33,3                        | 2         | 1          | 0,18   | 4   | 6,09                                   | 3                                    |
| Хлороталонил (ОР)                             | 1250                        | 2         | 2          | 0,003  | 4   | 3,53                                   | 3                                    |
| Тебуконазол (ОС)                              | 6                           | 2         | 1          | 0,43   | 4   | 2,58                                   | 3                                    |
| Карбендазим (ОР)                              | 250                         | 2         | 1          | 0,007  | 4   | 1,72                                   | 3                                    |
| Тирам (ОС)                                    | 240                         | 2         | 1          | 0,005  | 4   | 1,30                                   | 3                                    |
| Карбендазим (ОС)                              | 100                         | 2         | 1          | 0,007  | 4   | 0,69                                   | 4                                    |
| Метрафенон (ОР)                               | 30                          | 1         | 0,5        | 0,02   | 4   | 0,60                                   | 4                                    |
| Флудиоксонил (ОР)                             | 10                          | 1         | 1          | 0,04   | 4   | 0,44                                   | 4                                    |
| Беномил (ОР)                                  | 250                         | 1         | 1          | 0,0001   | 4   | 0,02                                   | 4                                    |
| Беномил (ОС)                                  | 200                         | 1         | 1          | 0,0001   | 4   | 0,02                                   | 4                                    |

Примечание: (ОР) – опрыскивание растений, (ОС) – обработка семян.

Таким образом, одним из факторов, определяющих опасность применения пестицида, является доза, вносимая на гектар. Об этом также говорят данные Y. Zhan, M. Zhang (2013) [16], полученные на основании анализа математических моделей по выявлению показателей, в наибольшей степени обуславливающих опасность пестицидов. Кроме того, известные подходы, основанные на оценке риска применения пестицидов, используют в качестве одного из основных показателей содержание пестицида в окружающей среде [3, 12], которое в значительной степени зависит от дозы применяемого вещества.

В ранее проведенных нами полевых исследованиях было установлено, что применение соединений кремния (тетраэтоксисилана (ТЭС) и силиката натрия) в баковых смесях с пестицидами повышало эффективность действия последних и позволило снизить нормы расхода фунгицидов на 50% и инсектицидов на 20% без снижения эффективности применения средств защиты [6, 7, 8]. Снижение норм расхода отразится и на показателе относительной эколого-токсикологической опасности применения: для фунгицидов он снизится в 2 раза, инсектицидов – на 20%. Применение невысоких норм расхода химических средств защиты растений в настоящее время является одним из направлений поиска наиболее безопасных для окружающей среды пестицидов, наряду с повышением селективности их действия против вредных организмов и уменьшения стойкости в объектах окружающей среды.

### **Заключение**

Использованный метод оценки эколого-токсикологической опасности пестицидов, учитывающий несколько критериев, позволяет ранжировать эти химические средства защиты растений по величине их относительной опасности при применении, распределить их по четырем группам, а также выделить главные факторы, определяющие уровень опасности.

В первую группу попадают пестициды, обладающие сразу несколькими неблагоприятными профилями безопасности, что дает очень высокие значения *Co*. Из рассмотренных пестицидов к этой группе относится инсектицид хлорпирифос. Применение таких пестицидов должно быть ограниченным, их следует по возможности заменять менее опасными.

Пестициды второй группы, в которую отнесены такие инсектициды, как фипронил, лямда-цигалотрин, гамма-цигалотрин, имидаклоприд и фунгицид флутриафол, должны быть объектом постоянного мониторинга в компонентах окружающей среды, так как они, как правило, также имеют несколько неблагоприятных эколого-токсикологических критериев.

Исследования по разработке комплексных показателей опасности применения пестицидов должны продолжаться с целью нахождения наиболее значимых для оценки параметров и унификации подходов.

### **Список источников**

1. Васильев В.П., Кавецкий В.Н., Бублик Л.И. Интегральная классификация пестицидов по степени опасности и оценка потенциального загрязнения окружающей среды // *Агрохимия*. 1989. № 6. С. 97–102.
2. Васильев В.П., Кавецкий В.Н., Бублик Л.И. Критерии целесообразности применения пестицидов // *Защита растений*. 1989. № 10. С. 15–20.
3. Горбатов В.С., Астайкина А.А., Аптикаев Р.С. и др. Сравнительная оценка опасности и риска пестицидов для водных организмов // *Агрохимия*. 2019. № 1. С. 17–26. DOI: 10.1134/S0002188119110061.
4. Горбатов В.С., Кононова А.А. Использование математических моделей прогноза концентраций пестицидов в поверхностных водах // *Агрохимический вестник*. 2010. № 1. С. 27–30.
5. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. Издание официальное. Москва, 2022 [Электронный ресурс]. URL: [https://sadovniki.by/books/pesticidy\\_RF.pdf](https://sadovniki.by/books/pesticidy_RF.pdf) (дата обращения: 02.06.2022).
6. Сластя И.В. Влияние соединений кремния и фунгицида ферракс на урожайность сортов ярового ячменя в условиях сухой степи Нижнего Поволжья // *Агрохимия*. 2018. № 10. С. 74–89. DOI: 10.1134/S0002188118100137.
7. Сластя И.В., Дорожкина Л.А., Беденко Г.В. Использование ТЭС для повышения экологической безопасности применения пестицидов при протравливании семян ячменя // *АгроXXI*. 1998. № 9. С. 10–11.
8. Сластя И.В. Использование соединений кремния для повышения устойчивости ярового ячменя к болезням и снижения пестицидной нагрузки в условиях сухой степи Нижнего Поволжья // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020. № 1. С. 42–48.
9. Соколов М.С., Галиулин Р.В. Микробиологическое самоочищение почвы от пестицидов. Москва: ВНИИТЭИагропром, 1987. 50 с.
10. Соколов М.С., Стрекозов Б.П. Последовательность и некоторые принципы нормирования пестицидов в почве // *Химия в сельском хозяйстве*. 1975. Т. 13, № 7. С. 63–66.
11. Bockstaller C., Guichard L., Keichinger O. et al. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. 2011. Vol. 29(1). Pp. 223–235. DOI: 10.1051/agro:2008058.
12. Campbell P.J., Hoy S.P. ED points and NOELs: how they are used by UK pesticide regulators // *Ecotoxicology*. 1996. Vol. 5(3). Pp. 139–144. DOI: 10.1007/BF00116335.
13. Pesticide Property Database (PPDB). The Agricultural & Environmental Research Unit (AERU) at the University of Hertfordshire. Hatfield, Herts, UK., 2010. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>.
14. Swanson M.B., Davis G.A., Kincaid L.E. et al. A screening method for ranking and scoring chemicals by potential human health and environmental impacts // *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1997. Vol. 16(2). Pp. 372–383. DOI: 10.1002/etc.5620160237.
15. Yazgan M., Tanik A. A new approach for calculating the relative risk level of pesticides // *Environment International*. 2005. Vol. 31(5). Pp. 687–692. DOI: 10.1016/j.envint.2004.12.002.
16. Zhan Y., Zhang M. Application of a combined sensitivity analysis approach on a pesticide environmental risk indicator // *Environmental Modelling & Software*. 2013. Vol. 49. Pp. 129–140. DOI: 10.1016/j.envsoft.2013.08.005.

## References

1. Vasilev V.P., Kavetskiy V.N., Bublik L.I. Integral'naya klassifikatsiya pestitsidov po stepeni opasnosti i otsenka potentsial'nogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy [Integral classification of pesticides according to the degree of danger and assessment of potential environmental pollution]. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry, Eurasian Soil Science*. 1989;6:97-102. (In Russ.).
2. Vasilev V.P., Kavetskiy V.N., Bublik L.I. Kriterii tselesoobraznosti primeneniya pestitsidov [Criteria for the use of pesticides]. *Zashchita rastenij = Plant Protection*. 1989;10:15-20. (In Russ.).
3. Gorbatov V.S., Astaikina A.A., Aptikaev R.S. et al. Sravnitel'naya otsenka opasnosti i riska pestitsidov dlya vodnykh organizmov [Comparative hazard and risk assessment of pesticides to aquatic organisms]. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry, Eurasian Soil Science*. 2019;1:17-26. DOI: 10.1134/S0002188119110061. (In Russ.).
4. Gorbatov V.S., Kononova A.A. Ispol'zovaniye matematicheskikh modelej prognoza kontsentratsij pestitsidov v poverkhnostnykh vodakh s tsel'yu otsenki ikh riska dlya vodnykh organizmov [Use of mathematical models of pesticides concentration prognosis in surface waters]. *Agrokhimicheskij vestnik = Agrochemical Herald*. 2010;1:27-30. (In Russ.).
5. Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federatsii [State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation]. Moscow; 2022. URL: [https://sadovniki.by/books/pestitsidy\\_RF.pdf](https://sadovniki.by/books/pestitsidy_RF.pdf). (In Russ.).
6. Slasty I.V. Vliyanie soedinenij kremniya i fungitsida ferraks na urozhainost' sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh sukhoj stepi Nizhnego Povolzh'ya [Effect of silicon compounds and fungicide ferrax on yield of barley varieties in dry steppe of the Lower Volga region]. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry, Eurasian Soil Science*. 2018;10:74-89. DOI: 10.1134/S0002188118100137. (In Russ.).
7. Slasty I.V., Dorozhkina L.A., Bedenko G.V. Ispol'zovanie TES dlya povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti primeneniya pestitsidov pri protravlivanii semyan yachmenya [Use of Tetraethoxysilane to improve the environmental safety of the use of pesticides in the treatment of barley seeds]. *AgroXXI = AgroXXI*. 1998;9:10-11. (In Russ.).
8. Slasty I.V. Ispol'zovanie soedinenij kremniya dlya povysheniya ustoychivosti yarovogo yachmenya k boleznyam i snizheniya pestitsidnoj nagruzki v usloviyakh sukhoj stepi Nizhnego Povolzh'ya [The use of silicon compounds to increase the resistance of spring barley to diseases and reduce pesticide load in dry steppe of the Lower Volga region]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2020;1:42-48. (In Russ.).
9. Sokolov M.S., Galiulin R.V. Mikrobiologicheskoe samoochishchenie pochvy ot pestitsidov [Microbiological self-purification of soil from pesticides]. Moscow: All-Russian Research Institute of Technical and Economic Research of the Agro-Industrial Complex Press; 1987. 50 p. (In Russ.).
10. Sokolov M.S., Strekozov B.P. Posledovatel'nost' i nekotorye printsipy normirovaniya pestitsidov v pochve [Sequence and some principles of regulation of pesticides in soil]. *Khimiya v sel'skom khozyajstve = Chemistry in Agriculture*. 1975;13(7):63-66. (In Russ.).
11. Bockstaller C., Guichard L., Keichinger O. et al. Comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011;29(1):223-235. DOI: 10.1051/agro:2008058.
12. Campbell P.J., Hoy S.P. ED points and NOELs: how they are used by UK pesticide regulators. *Ecotoxicology*. 1996;5(3):139-44. DOI: 10.1007/BF00116335.
13. Pesticide Property Database (PPDB). The Agricultural & Environmental Research Unit (AERU) at the University of Hertfordshire. Hatfield, Herts, UK; 2010. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>.
14. Swanson M.B., Davis G.A., Kincaid L.E. et al. A screening method for ranking and scoring chemicals by potential human health and environmental impacts. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1997;16(2):372-383. DOI: 10.1002/etc.5620160237.
15. Yazgan M., Tanik A. A new approach for calculating the relative risk level of pesticides. *Environment International*. 2005;31(5):687-692. DOI: 10.1016/j.envint.2004.12.002.
16. Zhan Y., Zhang M. Application of a combined sensitivity analysis approach on a pesticide environmental risk indicator. *Environmental Modelling & Software*. 2013;49:129-140. DOI: 10.1016/j.envsoft.2013.08.005.

## Информация об авторе

И.В. Сластя – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», [slasty@rgau-msha.ru](mailto:slasty@rgau-msha.ru).

## Information about the author

I.V. Slasty, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Ecology, Russian Timiryazev State Agrarian University, [slasty@rgau-msha.ru](mailto:slasty@rgau-msha.ru).

Статья поступила в редакцию 20.11.2022; одобрена после рецензирования 23.12.2022; принята к публикации 15.01.2023.

The article was submitted 20.11.2022; approved after reviewing 23.12.2022; accepted for publication 15.01.2023.

© Сластя И.В., 2023

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

Научная статья  
УДК 631.354.2.631.55  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_61

#### Оценка выбросов вредных веществ от предприятий агропромышленного комплекса на примере маслоэкстракционных заводов

Владимир Иванович Оробинский<sup>1</sup>, Андрей Сергеевич Корнев<sup>2✉</sup>,  
Давид Геннадьевич Тертерашвили<sup>3</sup>, Александр Максимович Заяц<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>2</sup>kornev.andr@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Зерно для многих стран мира, в том числе и для России, является стратегическим продуктом, используемым в широком перечне направлений производства различных отраслей экономики, одним из немногих воспроизводимых экспортных товаров. В агробизнесе зерноочистительными операциями отводится центральное место в послеуборочной обработке зерновых культур. По чистоте зерна принято судить о его качестве. На элеваторах зерно проходит очистку от пыли и различных примесей, из зернового вороха удаляется излишняя влага, зерновая масса отсортировывается, складывается и отпускается по назначению. Отходы, в которых присутствует зерновая пыль, составляют 26% от общей массы сырья. Данные отходы вместе с воздухом в дальнейшем проходят через воздушные фильтры в аспирационных системах, в работе которых, несмотря на постоянное совершенствование, сохраняются определенные недостатки, в частности низкая эффективность улавливания зерновой пыли, представляющей повышенную опасность для работников предприятия и населения, проживающего в непосредственной близости от элеваторных пунктов. На трех маслоэкстракционных заводах, расположенных в Воронежской, Курской и Тамбовской областях и оборудованных циклонами типа ЦН-11, были проведены исследования запыленности воздуха на территории предприятия и в жилой зоне на удалении 100, 300 и 500 м от источника выбросов. По результатам исследований был построен график зависимости запыленности воздуха от расстояния до предприятия и выполнено сравнение с предельно допустимыми значениями концентрации пыли в воздухе. Установлено, что концентрация пыли превышает норму на 0,02–0,893 мг/м<sup>3</sup> в зависимости от расстояния до источника загрязнения. Эффективность работы циклонов ЦН-11 составляла в среднем 21%, что значительно ниже заявленных в паспорте 85%. Для решения исследуемой проблемы необходима замена используемых на предприятиях циклонов ЦН-11 на СЦН-40, имеющих более высокую степень очистки.

**Ключевые слова:** аспирационная система, циклон, очистка воздуха, зерновая пыль, акролеин, гексан

**Для цитирования:** Оробинский В.И., Корнев А.С., Тертерашвили Д.Г., Заяц А.М. Оценка выбросов вредных веществ от предприятий агропромышленного комплекса на примере маслоэкстракционных заводов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 61–68. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_61-68](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_61-68).

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

Original article

#### Assessment of emissions of harmful substances into the atmosphere from agro-industrial enterprises in a specific context of oil extraction plants

Vladimir I. Orobinsky<sup>1</sup>, Andrey S. Kornev<sup>2✉</sup>, David G. Terterashvili<sup>4</sup>, Aleksandr M. Zayats<sup>3</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>2</sup>kornev.andr@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Grain for many countries of the world, including Russia, is a strategic product used in a wide list of production areas of various sectors of the economy, and one of the few reproducible export goods. In agribusiness, grain cleaning operations occupies a central place in the post-harvest processing of grain crops. The quality of grain can be inferred by its purity. At elevators grain is separated from dust and various impurities, excess moisture is removed from the grain heap at the same place, and the grain mass is sorted, stored and issued for the intended purposes. Waste containing grain dust makes up 26% of the total mass of raw materials. These wastes, together with the air, subsequently pass through air filters in aspiration system. Dust collection systems, despite continuous improvement, are not free from short comings, such as low efficiency of grain dust separation, which poses an increased hazard to health of employees of an enterprise and the population living in close proximity to elevators. The authors conducted a thorough investigation of environmental dust condition of three oil extraction plants located in Voronezh, Kursk and Tambov Oblasts and equipped with TSN-11 type cyclone separators. Outlet dust level was measured on the territory of the enterprises and in the residential area at a distance of 100, 300 and 500 m from the source of emissions. Based on the research findings, graph of the dust content in the air versus remoteness of the location from the enterprise was constructed and a comparison was made with the maximum

permissible values of the dust concentration in the air. It was found that the dust concentration was over the limit by 0.02-0.893 mg/m<sup>3</sup>, depending on the distance from the source of contamination. The efficiency of the TSN-11 dust collectors averaged 21%, which is significantly lower than the value of 85% stated in the specification. To solve the problem under study, it is necessary to replace the TSN-11 dust collectors used at enterprises with STSN-40, which have a higher level of air cleaning.

**Keywords:** aspiration system, dust collector, air cleaning, grain dust, allyl aldehyde, caproyl hydride

**For citation:** Orobinsky V.I., Kornev A.S., Terterashvili D.G., Zayats A.M. Assessment of emissions of harmful substances into the atmosphere from agro-industrial enterprises in a specific context of oil extraction plants. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):61-68. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_61-68](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_61-68).

Зерно для многих стран мира, в том числе и для России, является стратегическим продуктом, используемым в широком перечне направлений производства самых различных отраслей экономики, одним из немногих воспроизводимых экспортных товаров. О социальной значимости хлеба как продукта обеспечения продовольственной безопасности знает каждый сельхозтоваропроизводитель.

Очистка зерна и семян – это важный технологический процесс, состоящий из нескольких этапов. В агробизнесе зерноочистительным операциям отводится центральное место в послеуборочной обработке зерновых культур. Производство муки, круп, комбикормов, спирта неизменно начинается с операций очистки. После уборки с полей зерновая масса всегда содержит примеси. Зерно засоряется частицами растений, кусочками почвы, насекомыми, семенами сорняков. По чистоте зерна принято судить о его качестве. Процесс очистки зерна начинается в комбайне, снабженном ворохоочистительным оборудованием. Посредством правильной регулировки зерноуборочной техники можно удалить из зерновой массы максимальное количество частичек травы, палы, битых и дробленых зерен.

Решение проблемы очистки зерна и экологической безопасности готовых продуктов зависит от создания новых технологий и оборудования, обеспечивающих снижение содержания или предотвращающих попадание контаминантов в зернопродукты на этапах от уборки зерна до производства хлеба. На элеваторах зерно проходит очистку от пыли и различных примесей, из зернового вороха удаляется излишняя влага, зерновая масса отсортировывается, складывается и отпускается по назначению. Отходы, в которых присутствует зерновая пыль, составляют 26% от общей массы сырья. Зерновая пыль делится на два вида: порошкообразную (осевшую) и аэрозольную (витающую) [10, 11, 12, 13]. По токсичности и пожаровзрывоопасности зерновая пыль относится к третьему классу опасности. Поэтому зерноперерабатывающие предприятия, где осуществляется обработка и складирование сырья, контролируются Ростехнадзором РФ. Деятельность предприятий регламентируется «Правилами безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья», утвержденными Приказом Ростехнадзора № 475 от 15 ноября 2016 г. [2, 3, 6, 7].

Для зерновой пыли утвержден нижний концентрационный предел воспламенения (НКПВ), который зависит от влажности и размера частиц пыли, поэтому для различных источников выбросов зерновой пыли устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК), которые варьируют от 40 до 20 г/м<sup>3</sup>. Для дробленой пшеницы НКПВ составляет 33 г/м<sup>3</sup>, для муки – 28,8 г/м<sup>3</sup>. При проектировании вентиляционных систем в расчетах применяют 10% НКПВ. Если в вентиляционных системах концентрация зерновой пыли превышает 2 г/м<sup>3</sup>, следует использовать системы пожаровзрывобезопасности.

Зерновая пыль переменчива и сложна по составу, в ней присутствуют минеральные примеси (почвенные частицы), разрушенное зерно и части растений, семена сорняков, мицелий и споры грибов, микробы, частички насекомых и клещей. Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать 4 мг/м<sup>3</sup> (ПДК). В атмосфере населенных пунктов вблизи элеваторов максимальная разовая концентрация зерновой пыли составляет 0,5 мг/м<sup>3</sup> (ПДК). Среднесуточная концентрация равна 0,15 мг/м<sup>3</sup>.

Зерновая пыль и грибные споры представляют опасность для здоровья работников и населения примыкающих к предприятиям селитебных территорий. Заболеваемость органов дыхания людей, находящихся в этих зонах, выше, чем на других территориях. Значительные по объемам выбросы пыли, возникающие при авариях на зерноперерабатывающих предприятиях, оказывают негативное влияние на проживающих вблизи предприятия людей, которое сопровождается раздражением дыхательных путей и глаз [3].

Все стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха должны проходить инвентаризацию, а предприятия должны иметь разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Выбросы в атмосферу оцениваются по концентрации вредных веществ в соответствии с «Методикой определения валовых и удельных выбросов в атмосферу для зерноперерабатывающих предприятий и элеваторов» [5].

Что касается предприятий агропромышленного комплекса, наибольшее количество вредных веществ поступает в атмосферу от маслоэкстракционных заводов [8]. Учитывая вышеизложенное, авторами были проведены исследования на трех маслоэкстракционных заводах, расположенных в Воронежской, Курской и Тамбовской областях. Экологичность работы данных предприятий (определение воздействия предприятия на окружающую среду, а также соответствия производственных процессов требованиям по охране окружающей среды, утвержденным в действующих законодательных документах) оценивали по замерам выбросов производственных цехов, оборудованных циклонами типа ЦН-11 (рис. 1), а также по степени запыленности воздуха в жилой зоне, примыкающей к территории предприятия.

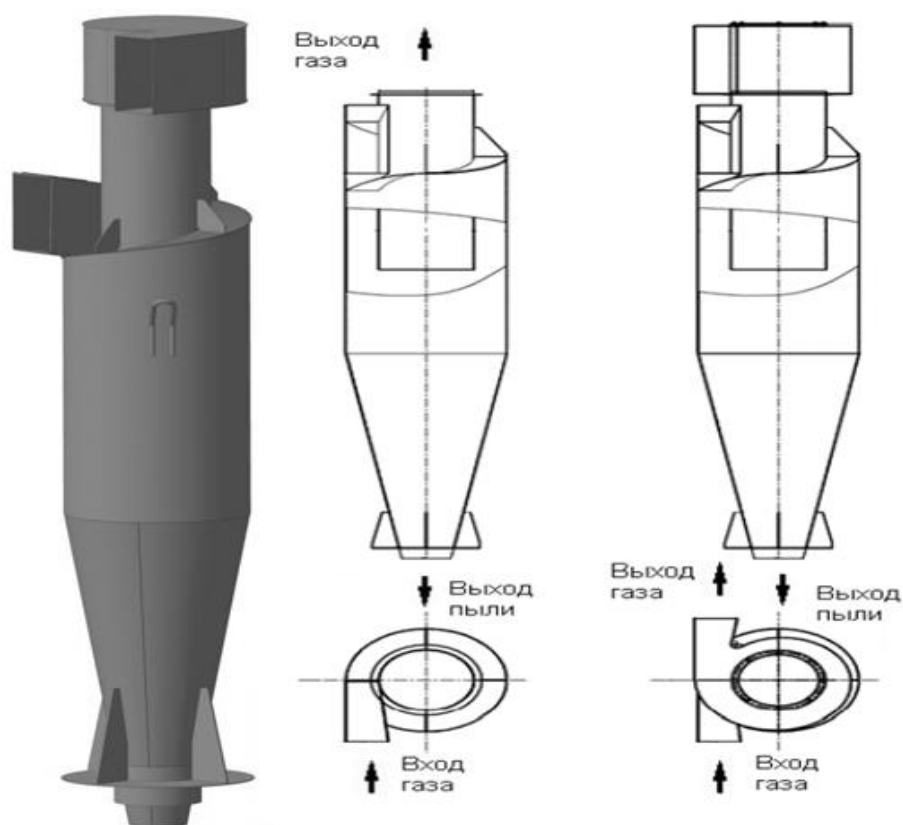


Рис. 1. Циклон типа ЦН-11

Замеры проводили с использованием аспираторов типа М-822М и АМ-0059 в трех повторностях, непосредственно на территории предприятия, а также в жилой зоне на удалении 100, 300 и 500 м от предприятия [1, 2, 4]. Результаты замеров представлены в таблице 1.



Таблица 1. Анализ выбросов в окружающую среду на исследуемых предприятиях АПК

| № пробы | Характеристика точки отбора пробы (наименование цеха, технологического оборудования, № источника загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)) | Определяемый показатель | Результаты измерений с указанием погрешности (при P = 0,95), мг/м <sup>3</sup> |                  |                    | Объем выбросов (при нормальных условиях), м <sup>3</sup> /с |
|---------|--|-------------------------|--|------------------|--------------------|---|
|         |  |                         | Воронежская область  | Курская область  | Тамбовская область |   |
| 1       | Котельная, котел Гипросахар ИЗА 0001 (до очистки)  | Пыль                    | 1234,12 ± 308,53   | 1014,09 ± 308,53 | 1310,21 ± 308,53   | 5,741   |
|         |  | Оксид азота*            | 42,88 ± 2,14   | 41,54 ± 2,14     | 43,01 ± 2,14       | 4,996   |
| 2       | Котельная, котел Гипросахар ИЗА 0001 (после очистки)   | Диоксид серы            | 171,60 ± 8,58  | 145,90 ± 8,58    | 179,27 ± 8,58      | 10,0  |
|         |  | Оксид углерода          | 138,75 ± 6,94  | 123,77 ± 6,94    | 141,03 ± 6,94      | 20,0  |
|         |  | Бензапирен              | менее 0,00001  | менее 0,00001    | менее 0,00001      | менее 0,00001   |
| 3       | Маслоэкстракционный цех, форпрессовое отделение, жаровня Ж-68 ИЗА 0211   | Пыль                    | 985,32 ± 246,33  | 949,87 ± 246,33  | 1003,10 ± 246,33   | 5,741   |
|         |  | Акролеин                | 2,40 ± 0,60  | 1,96 ± 0,60      | 2,51 ± 0,60        | 0,099   |
| 4       | Маслоэкстракционный цех, форпрессовое отделение, жаровня Ж-68 ИЗА 0212   | Акролеин                | 1,10 ± 0,28  | 1,03 ± 0,28      | 1,19 ± 0,28        | 0,107   |
| 5       | Маслоэкстракционный цех, экстракционное отделение ИЗА 0152   | Гексан                  | 100,00 ± 22,0  | 89,53 ± 22,0     | 114,12 ± 22,0      | 0,194   |
| 6       | Маслоэкстракционный цех, экстракционное отделение ИЗА 0217   | Гексан                  | 10,00 ± 2,2  | 8,81 ± 2,2       | 12,81 ± 2,2        | 4,909   |

Примечание: \* – расчеты количества оксидов азота проведены в соответствии с [6].

Анализ данных таблицы 1 показывает, что концентрация пыли в воздушной среде всех трех маслоэкстракционных заводов в среднем превышает допустимые значения примерно в 1,9 раза. Системы аспирации, установленные на предприятиях, не справляются с очисткой запыленного воздуха на выходе производственных цехов. Установка очистки воздуха (циклон ЦН-11) обеспечивает лишь около 21% из заявленных в техническом паспорте 85%. Кроме пыли в воздушную атмосферу от всех рассматриваемых предприятий попадают такие вещества, как акролеин и гексан (токсичны для человека, оказывают раздражающее воздействие на кожу, при попадании внутрь повреждают легкие, при вдыхании действуют как наркотические вещества, вызывая сонливость, головокружение, поражение периферической нервной системы и онемение ног, угнетение центральной нервной системы), количество которых превышает нормативы по выбросам.

Результаты замеров запыленности воздуха на территории зерноперерабатывающих предприятий и в жилой зоне, находящейся в непосредственной близости от них, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты замеров фактической концентрации пыли на прилегающей территории зерноперерабатывающих предприятий

| Точка замера  | Фактическая концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup> |                 |                    | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |
|---|--|-----------------|--------------------|------------------------|
|   | Воронежская область                              | Курская область | Тамбовская область | Максимальная разовая   |
| На территории предприятия                                       | 1,272  | 1,159           | 1,393              | 0,500                  |
| В жилой зоне на удалении от предприятия, расстояние до объекта: |  |                 |                    |                        |
| 100 м   | 0,912  | 0,864           | 1,013              | 0,500                  |
| 300 м   | 0,751  | 0,694           | 0,787              | 0,500                  |
| 500 м   | 0,523  | 0,491           | 0,548              | 0,500                  |

Используя данные, приведенные в таблице 2, построили соответствующий график зависимости концентрации пыли от расстояния до объекта загрязнения воздушной среды (рис. 2).

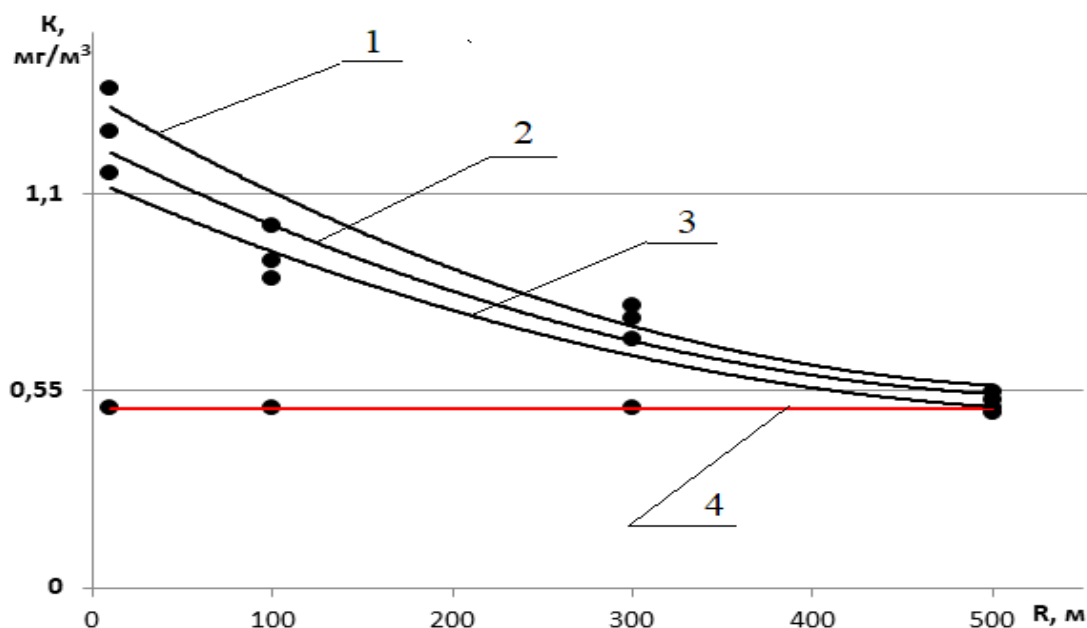


Рис. 2. Влияние расстояния от источника выбросов на запыленность воздуха: 1 – Тамбовская область; 2 – Воронежская область; 3 – Курская область; 4 – ПДК по пыли

Как видно на рисунке 2, концентрация пыли в измеряемых точках превышает допустимую норму на 0,023–0,893 мг/м<sup>3</sup> в зависимости от расстояния до источника загрязнения. Наибольшая концентрация пыли (1,393 мг/м<sup>3</sup>) отмечена при замерах на территории зерноперерабатывающего предприятия в Тамбовской области. Лучшая экологическая обстановка по пыли наблюдалась в Курской области на удалении от маслоэкстракционного завода на 500 м – 0,491 мг/м<sup>3</sup>, что не превышает ПДК.

В целом замеры выявили общую проблему зерноперерабатывающих предприятий – неэффективную работу систем очистки выбросов, оборудованных циклонами ЦН-11, которые в настоящее время являются одной из самых популярных разновидностей фильтрующих устройств серии ЦН. Используемые на предприятиях циклоны предназначены для отделения от газообразной среды взвешенных частиц сухой пыли, образующейся в различных помольных и дробильных установках, при транспортировании сыпучих материалов, а также летучей золы. Расчетная эффективность с размерами частиц пыли от 10 до 20 мкм принимается равной 85% (в соответствии с техническими характеристиками паспорта завода-изготовителя). Результаты проведенных лабораторных исследований свидетельствуют о том, что эффективность этих устройств едва достигает 21%. Принимая во внимание тот факт, что циклоны не обеспечивают требуемой степени очистки, можно сделать вывод о необходимости либо их замены, либо модернизации.

В целом по предприятиям Центрально-Черноземного региона установлено превышение нормативов выбросов вредных веществ в атмосферный воздух по пыли (взвешенным частицам). Для решения данной проблемы целесообразно заменять циклоны типа ЦН-11 на циклоны типа СЦН-40, предназначенные для высокоэффективной очистки технологических газов и вентиляционных выбросов от средне- и мелкодисперсной пыли. Вынос пыли из циклона СЦН-40 в 2,5 раза меньше, чем из циклона ЦН-11, и в 1,5 раза меньше, чем из циклонов СК-ЦН-34 и УЦ-38 при равных энергозатратах.

Также следует отметить, что в перспективе можно рекомендовать использовать техническое решение по патенту РФ на полезную модель 212706 «Устройство для очистки воздуха от зерновой пыли» [9]. Использование данной модели фильтра в совокупности с циклоном типа СЦН-40 позволит в значительной степени повысить эффективность аспирационной системы зерноперерабатывающих предприятий и маслоэкстракционных заводов.

#### Список источников

1. Азаров В.Н. Методика определения интенсивности пылевыведений от технологического оборудования: депонированная рукопись. Москва: ВИНТИ РАН, 2002. Номер рукописи 1331-B2002.
2. Белова Т.И., Агашков Е.М., Гавришук В.И. и др. Средства снижения запыленности воздушной среды на приемных пунктах комбикормовых предприятий // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: материалы Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург-Пушкин, 27–28 февраля 2017 г.). Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. Ч. 1. С. 311–314.
3. Белова Т.И., Малков К.Р., Агашков Е.М. и др. Анализ пожарной опасности на комбикормовых предприятиях // Безопасный и комфортный город: сборник научных трудов по материалам IV международной научно-практической конференции (Орел, 16–17 июня 2020 г.). Орел: Орловский государственный университет, 2020. С. 402–406.
4. Белова Т.И., Терехов С.В. Анализ условий труда работников приемных пунктов комбикормового производства // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при технологическом ее развитии: сборник научных трудов международной научно-практической конференции (Брянск, 18–19 марта 2021 г.). Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. С. 185–191.

5. Методика определения валовых и удельных выбросов в атмосферу для зерноперерабатывающих предприятий и элеваторов [Электронный ресурс]. URL: [https://continent-online.com/Document/?doc\\_id=31676527#pos=0;100](https://continent-online.com/Document/?doc_id=31676527#pos=0;100) (дата обращения: 18.08.2022).

6. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций: СО 153-34.02.304-2003. Стандарт организации. Утвержден министерством энергетики Российской Федерации, приказ № 286 от 30.06.2003. Москва: ОАО «ВТИ», 2005. 44 с.

7. О внесении изменений в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 15 ноября 2016 г. № 475 [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=285599> (дата обращения: 18.08.2022).

8. Оробинский В.И., Корнев А.С., Соцков О.Е. Процесс возникновения пыли на маслоэкстракционном заводе // Наука, образование и инновации в современном мире (НОИ-2019): материалы Международной научной конференции (Воронеж, 17–18 апреля 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. Ч. 1. С. 213–219.

9. Устройство для очистки воздуха от зерновой пыли: патент на полезную модель 212706 Рос. Федерация. № 2022114777; заявл. 01.06.2022; опублик. 03.08.2022; Бюл. № 22. 4 с.

10. Штокман Е.А., Шилов В.А., Новгородский Е.Е. и др. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности: учебное пособие для студентов вузов. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2001. 687 с.

11. Hoang T. Effects of Grain Alignment with Magnetic Fields on Grain Growth and the Structure of Dust Aggregates // *The Astrophysical Journal*. 2022. Vol. 928(2). Article No. 102. DOI: 10.3847/1538-4357/ac5408.

12. Lee H., Hoang T., Le N., Cho J. Physical Model of Dust Polarization by Radiative Torque Alignment and Disruption and Implications for Grain Internal Structures // *The Astrophysical Journal*. 2020. Vol. 896(1). Article No. 44. DOI: 10.3847/1538-4357/Ab8E33.

13. Tram L.N., Hoang T., Soam A. et al. Modeling Rotational Disruption of Grains and Microwave Emission from Spinning Dust in AGB Envelopes // *The Astrophysical Journal*. 2020. Vol. 893(2). Article No. 138. DOI: 10.3847/1538-4357/Ab7B5E.

## References

1. Azarov V.N. Metodika opredeleniya intensivnosti pylevydelenij ot tekhnologicheskogo oborudovaniya: deponirovannaya rukopis' [Methodology for determining the intensity of dust emissions from technological equipment: deposit manuscript]. Moscow: Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), 2002. Deposit Manuscript No. 1331-B2002. (In Russ.).

2. Belova T.I., Agashkov E.M., Gavrishchuk V.I. et al. Sredstva snizheniya zapylennosti vozduшной среды na priemnykh punktakh kombikormovykh predpriyatij [Means of reducing the dustiness of the air environment at the reception points of feed enterprises]. Rol' molodykh uchenykh v reshenii aktual'nykh zadach APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Sankt-Peterburg - Pushkin, 27-28 fevralya 2017 g.) [Role of young scientists in solving urgent problems of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (St. Petersburg - Pushkin, February 27-28, 2017)]. St. Petersburg - Pushkin: St. Petersburg State Agrarian University, 2017;1:311-314. (In Russ.).

3. Belova T.I., Malkov K.R., Agashkov E.M. Analiz pozharnoj opasnosti na kombikormovykh predpriyatiyakh [Analysis of fire hazard in the feed mill ventures grain processing enterprises]. Bezopasnyj i komfortnyj gorod: sbornik nauchnykh trudov po materialam IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Orel, 16-17 iyunya 2020 g.) [Safe and comfortable city: a collection of scientific papers based on the materials of the IV International Scientific and Practical Conference (Orel, June 16-17, 2020)]. Orel: Orel State University Press; 2020:402-406. (In Russ.).

4. Belova T.I., Terekhov S.V. Analiz uslovij truda rabotnikov priemnykh punktov kombikormovogo proizvodstva [Analysis of the Working Conditions of Employees of Feed Production Reception Centers]. Vklad nauki i praktiki v obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti strany pri tekhnogennom ee razvitii: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Bryansk, 18-19 marta 2021 g.) [Contribution of science and practice to ensuring food security of the country in the process of its technogenic development: collection of scientific papers of the international scientific and practical conference (Bryansk, March 18-19, 2021)]. Bryansk: Bryansk State Agrarian University; 2021:185-191. (In Russ.).

5. Metodika opredeleniya valovykh i udel'nykh vybrosov v atmosferu dlya zernopererabatyvayushchikh predpriyatij i elevatorov [Methodology for determining gross and specific emissions into the atmosphere for grain processing enterprises and elevators]. URL: [https://continent-online.com/Document/?doc\\_id=31676527#pos=0;100](https://continent-online.com/Document/?doc_id=31676527#pos=0;100). (In Russ.).

6. Metodicheskie ukazaniya po raschetu vybrosov oksidov azota s dymovymi gazami kotlov teplovykh elektrostantsij: SO 153-34.02.304-2003. Standart organizatsii. Utverzhden ministerstvom energetiki Rossijskoj Federatsii, prikaz № 286 ot 30.06.2003 [Methodological guidelines for the calculation of nitrogen oxide emissions from flue gases of boilers of thermal power plants: CO 153-34.02.304-2003. The standard of the organization. Approved by the Ministry of Energy of the Russian Federation, Order No. 286 of 30.06.2003]. Moscow: All-Russian Heat Engineering Research Institute; 2005. 44 p. (In Russ.).

7. O vnesenii izmenenij v federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti "Pravila bezopasnosti vzryvopozharoopasnykh proizvodstvennykh ob'ektov khraneniya i pererabotki rastitel'nogo syr'ya": prikaz Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru (Rostekhnadzor) ot 15 noyabrya 2016 g. № 475 [On Amendments to the Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety Rules for Fire and Explosion Safety Production Facilities for Storage and Processing of Plant Raw Materials": Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor) of November 15, 2016 No. 475]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=285599>. (In Russ.).

8. Orobinsky V.I., Kornev A.S., Sotskov O.E. Process vznikoveniya pyli na masloekstraktsionnom zavode [The process of dust formation at an oil extraction plant]. Nauka, obrazovanie i innovatsii v sovremennom mire (NOI-2019): materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii (Voronezh, 17-18 aprelya 2019 g.) [Science, education and innovations in the modern world (NOV-2019): Proceedings of the International Scientific Conference (Voronezh, 17-18 April 2019)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University; 2019;1:213-219. (In Russ.).

9. Ustrojstvo dlya ochistki vozdukhа ot zernovoj pyli [Device for air purification from grain dust]: patent na poleznuyu model' 212706 Ros. Federatsiya. № 2022114777; zayavleno 01.06.2022; opublikovano 03.08.2022; Byul. № 22 = Utility model patent 212706 Russian Federation. No. 2022114777; claimed 01.06.2022; published 03.08.2022; Bulletin 22. 4 p. (In Russ.).

10. Shtokman E.A., Shilov V.A., Novgorodsky E.E. et al. Ventilyatsiya, konditsionirovanie i ochistka vozdukhа na predpriyatiyakh pishchevoj promyshlennosti: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov [Ventilation, air conditioning and air purification in the food industry: a textbook for university students]. Moscow: Publishing House of the Association of Construction Universities (ACU); 2001. 687 p. (In Russ.).

11. Hoang T. Effects of Grain Alignment with Magnetic Fields on Grain Growth and the Structure of Dust Aggregates. *The Astrophysical Journal*. 2022;928(2):102. DOI: 10.3847/1538-4357/ac5408.

12. Lee H., Hoang T., Le N., Cho J. Physical Model of Dust Polarization by Radiative Torque Alignment and Disruption and Implications for Grain Internal Structures. *The Astrophysical Journal*. 2020;896(1):44. DOI: 10.3847/1538-4357/Ab8E33.

13. Tram L.N., Hoang T., Soam A. et al. Modeling Rotational Disruption of Grains and Microwave Emission from Spinning Dust in AGB Envelopes. *The Astrophysical Journal*. 2020;893(2):138. DOI: 10.3847/1538-4357/Ab7B5E.

#### Информация об авторах

В.И. Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

А.С. Корнев – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [kornev.andr@mail.ru](mailto:kornev.andr@mail.ru).

Д.Г. Тертерашвили – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [terterashvili26@gmail.com](mailto:terterashvili26@gmail.com).

М.А. Заяц – обучающийся агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [smachin@agroeng.vsau.ru](mailto:smachin@agroeng.vsau.ru).

#### Information about the authors

V.I. Orobinsky, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

A.S. Kornev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [kornev.andr@mail.ru](mailto:kornev.andr@mail.ru).

D.G. Terterashvili, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [terterashvili26@gmail.com](mailto:terterashvili26@gmail.com).

M.A. Zayats, Student, Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [smachin@agroeng.vsau.ru](mailto:smachin@agroeng.vsau.ru).

Статья поступила в редакцию 09.11.2022; одобрена после рецензирования 25.12.2022; принята к публикации 15.01.2023.

The article was submitted 09.11.2022; approved after reviewing 25.12.2022; accepted for publication 15.01.2023.

© Оробинский В.И., Корнев А.С., Тертерашвили Д.Г., Заяц А.М., 2023

---

---

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

Научная статья

УДК 635-156:550.34.013.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_69

#### Математическая модель и закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом

Нозим Исмоилович Джабборов<sup>1</sup>, Антон Михайлович Захаров<sup>2</sup>, Илья Николаевич Шаблыкин<sup>3✉</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>shablykin@list.ru✉

**Аннотация.** В настоящее время проблема повышения эффективности технологии предреализационной подготовки корнеплодов является актуальной. На практике применяются такие способы предреализационной подготовки корнеплодов, как мойка и сухая очистка. Представлены результаты исследований, проведенных с целью разработки математической модели и выявления закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом, экспериментальный образец которой был создан в ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Реализуемый в экспериментальной установке аэродинамический способ отличается от других применяемых в настоящее время способов тем, что при аспирации воздух является носителем загрязняющих мелких сухих частиц, а вода определенного объема используется в качестве фильтра для полной его очистки. Разработана математическая модель изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов. Выявлено, что производительность установки зависит от вместимости барабана и частоты его вращения, плотности вороха и поправочной функции, которая определяется показателями, характеризующими параметры корнеплода, прилипшей к нему почвенной массы и воздушного потока. Математические модели рассмотренного процесса очистки могут быть применены для решения многочисленных задач, возникающих при проектировании, разработке и испытаниях различных конструкций установок предреализационной подготовки корнеплодов, использующих аэродинамический способ. Выявленные закономерности изменения поправочной функции и производительности установки в дальнейшем можно использовать для обоснования рациональных конструктивно-технологических параметров и режимов ее работы. Представляет интерес исследование работы установки в разных скоростных, нагрузочных и температурных режимах для обоснования ее потенциальных возможностей.

**Ключевые слова:** корнеплоды, предреализационная подготовка, аэродинамический способ, математическая модель, закономерности изменения производительности, частота вращения барабана, влажность примеси

**Для цитирования:** Джабборов Н.И., Захаров А.М., Шаблыкин И.Н. Математическая модель и закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 69–79. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_69-79](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_69-79).

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

Original article

#### Mathematical model and common patterns of performance changes of the device for pre-sale preparation of root crops through the use of aerodynamic method

Nozim I. Dzhabborov<sup>1</sup>, Anton M. Zakharov<sup>2</sup>, Iliya N. Shablykin<sup>3✉</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production –

Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup>shablykin@list.ru✉

**Abstract.** Currently, the problem of increasing the efficiency of pre-sale preparation of root crops is urgent. In practice, such methods of pre-sale preparation of root crops as washing and dry cleaning are used. The authors present the results of studies conducted to develop a mathematical model and identify common patterns of changes in the performance of the device for pre-sale preparation of root crops through the use of aerodynamic method, an experimental sample of which was created in the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Saint Petersburg, Russia). Aerodynamic

method implemented in the experimental device differs from other currently used methods in that, during aspiration, air becomes a carrier of impurities, i.e. fine dry particles, and a certain volume of water is used as a filter for its complete cleaning. A mathematical model of the changes in performance of the device for pre-sale preparation of root crops has been developed. It is revealed that the productivity of the device depends on the drum capacity and the frequency of its rotation, the density of the pile and the correction function, which is determined by indicators characterizing the parameters of roots, adhered soil impurities, and air flow. Mathematical models of the considered cleaning process can be applied to solve numerous problems that arise during the design, development and testing of various devices for pre-sale preparation of root crops through the use of aerodynamic method. The revealed common patterns of changes in the correction function and performance of the device can be used in the future to justify rational design and technological parameters and modes of its operation. It is of interest to study the operation of the installation in various speed, load and temperature conditions to substantiate its potential capabilities.

**Keywords:** root crops, pre-sale preparation, aerodynamic method, mathematical model, common patterns of performance changes, drum rotation frequency, adhered soil impurities

**For citation:** Dzhabborov N.I., Zakharov A.M., Shablykin I.N. Mathematical model and common patterns of performance changes of the device for pre-sale preparation of root crops through the use of aerodynamic method. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):69-79. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_69-79](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_69-79).

## Введение

Завершающим этапом хранения плодоовощной продукции является товарная обработка перед реализацией. Наиболее простой ее вид – ручная переработка с отбраковкой дефектных клубней. Для картофеля разработаны совершенные механизированные линии по товарной обработке клубней, благодаря которым обеспечивается высокое качество продукции. Такие линии устанавливают в крупных хранилищах в отдельном теплом цехе товарной обработки, что, безусловно, повышает затраты и, как следствие, стоимость предлагаемой к реализации продукции. В настоящее время продовольственный картофель, произведенный в хозяйствах, продается по 20–25 руб./кг, очищенный и фасованный в тару – 35–80 руб./кг [16].

Масштабный опыт эксплуатации различных картофелеуборочных комбайнов показывает, что картофель без посторонних примесей может быть получен только при оптимальных условиях уборки, то есть на легких по механическому составу почвах, влажность которых в период уборки составляет 16–20%. Как показывает практика, уборка в большинстве случаев проходит в неблагоприятных погодных условиях, из-за которых в бункер картофелеуборочного комбайна попадает значительное количество примесей – от 30 до 60% [5].

Подготовка корнеплодов является одним из важнейших этапов реализации сельскохозяйственной продукции, включает в себя несколько технологических процессов, таких как первоначальная очистка, сортировка и упаковка в тару. Отделение земли и других примесей от корнеплодов является наиболее трудоемкой операцией в предреализационной подготовке. В основном применяют такие способы предреализационной доработки корнеплодов, как мойка [6] и сухая очистка.

Известны способы отделения примесей от клубней картофеля и устройства их реализации, представляющие собой вращающиеся цилиндрические барабаны, вращающиеся шнеки, очищающие сита и др. [8, 15, 19–22]. Также известны способы сухой очистки картофеля, реализуемые в блоках, оборудованных рабочими органами, состоящими из вращающихся в одном направлении и установленных параллельно щеточных валов. К преимуществам данных рабочих органов очистителей относится высокая эффективность отделения почвы [9, 10].

В связи с тем, что процесс мойки реализуется при значительном расходе воды, а стоимость фильтрующих и очистных сооружений весьма значительна, не каждый сельхозпроизводитель может оборудовать моечный цех. Сухой способ очистки свободен от вышеприведенных недостатков [9, 12, 13, 14]. Анализируя многообразие технических решений, можно сделать вывод, что применяемые в настоящее время способы для предреализационной доработки, а именно мойка и очистка клубнеплодов сухим способом, хотя и эффективны, но в то же время нуждаются в усовершенствовании.

Перспективным является способ очистки корнеклубнеплодов с использованием ультразвукового воздействия, так как способствует интенсификации отделения механических примесей от товарной продукции, однако для окончательного принятия решений об использовании данного способа необходимо проведение дальнейших как теоретических, так и экспериментальных исследований о влиянии ультразвуковых колебаний на качественные характеристики корнеклубнеплодов в условиях их товарного производства или хранения [3, 23].

Известны инженерно-технические решения, предусматривающие компоновку современных линий товарной доработки столовых корнеплодов, репчатого лука и кочанной капусты, позволяющие получать продукцию путем сухой и мокрой очистки, очистки от кожуры с нарезкой, химическим консервированием или стерилизацией полуфабрикатов для предприятий общественного питания различной направленности. Использование оборудования ведущих европейских производителей, таких как Skals Maskinfabrik A/S, Martin Maq Engineering S.L., IMAlapak Verpackungsmaschinen GmbH, Eima Engineering GmbH и др., позволяет производить широкий номенклатурный перечень фасованной, мытой или очищенной сухим способом свежей продукции высшего товарного качества с высокой добавленной стоимостью, а также полуфабрикаты – очищенные свежие или стерилизованные продукты в вакуумной упаковке с дополнительной добавленной стоимостью [7].

Разработана классификация способов и средств очистки картофеля, в которой основное внимание уделяется снижению использования воды в процессе очистки и применению механических воздействий на обрабатываемый материал (сухая очистка) [18]. Разработан и изготовлен стенд для исследования машины для сухой очистки картофеля. Полученные эмпирические зависимости удельной энергоемкости процесса, производительности, эффективности очистки и повреждаемости объекта очистки в зависимости от режимных и конструктивных параметров машины наглядно доказывают преимущества сухой очистки [11].

Известны методы построения математических моделей технологических процессов предреализационной подготовки картофеля, основанные на положениях теории множеств и математической логики. Разработана схема модели функционального состояния технологических процессов и представлено ее математическое описание [17], а также приведены результаты анализа применяемых вариантов предреализационной доработки корнеплодов, схема установки для отделения почвенных примесей аэродинамическим способом, описан процесс доработки.

Выявлены закономерности изменения потребной мощности установки, ее производительности, а также энергоемкости процесса очистки картофеля в зависимости от температуры воздуха на выходе из форсунки. Результаты исследований свидетельствуют о том, что установка для доработки корнеплодов функционирует в оптимальном режиме при его следующих параметрах:

- 1) частота вращения барабана –  $n = 20 \text{ мин}^{-1}$ ;
- 2) температура воздуха, выходящего из форсунок, –  $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 3) потребная мощность установки – 5,68 кВт.

Разработана методика экологической оценки предреализационной доработки картофеля аэродинамическим способом, приведены основные принципы аспирационно-водяного способа очистки воздуха, обеспечивающие требования охраны труда к рабочим помещениям [2]. Предлагаемый аспирационно-водяной способ отличается от применяемых в настоящее время способов тем, что в аспирации воздух является носителем загрязняющих мелких сухих частиц, а вода определенного объема используется в качестве фильтра для полной его очистки. С точки зрения экологической безопасности использование предложенного аэродинамического способа при предреализационной подготовке



картофеля позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду и исключить попадание в рабочую зону и в атмосферу пылевых частиц и растительных остатков.

Установка, разработанная Н.И. Джабборовым, А.М. Захаровым, А.В. Зыковым [2], представляет собой устройство, которое очищает корнеплоды от прилипшей почвы и других примесей посредством давления целенаправленного нагретого воздуха.

В целом эффективность аэродинамического способа предреализационной подготовки картофеля подтверждена теоретическими экспериментальными исследованиями [2, 4, 17]. Однако возникает необходимость в разработке математической модели и выявлении закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом.

### **Материалы и методы**

Представлены результаты исследований, выполненных с целью разработки математической модели и выявления закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом, экспериментальный образец которой создан в Институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Объект исследований – процесс предреализационной подготовки корнеплодов в предложенной установке, предмет исследований – закономерности изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом.

В лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования работы установки для предреализационной подготовки корнеплодов. Для улучшения эксплуатационных показателей установки была усовершенствована ее конструкция, что позволило изменять режимы ее работы в более широких диапазонах.

В процессе исследований проводились расчеты производительности установки при различных настройках.

В ходе исследований получены экспериментальные данные, которые в дальнейшем позволили сформулировать закономерности изменения производительности установки для очистки корнеплодов и оценить адекватность разработанной модели.

Ошибка выборочного среднего значения  $\mu$  показателей и параметров процесса определили по общеизвестной формуле [1]:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{или} \quad \mu = \frac{D(x)}{n} . \quad (1)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение параметра;

$D(x)$  – дисперсия параметра;

$n$  – численность выборки (количество измерений).

В целом ошибка выборочного среднего значения исследуемых нами параметров варьировалась в пределах  $\mu = 0,021-0,083$ .

Экспериментальные данные были обработаны по методике, описанной в работе [1].

### **Результаты и их обсуждение**

Производительность является одним из основных показателей оценки эффективности технических средств, применяемых в технологиях выращивания и послеуборочной обработки сельскохозяйственной продукции.

Производительность экспериментальной установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом зависит от конструктивно-технологических параметров, характеристик обрабатываемого материала, скоростных и температурных режимов функционирования [1].

На основе анализа факторов, влияющих на технологический процесс предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом, а также конструктивно-технологических параметров установки, были выбраны наиболее значимые (или весо-

мые) параметры и факторы, влияющие на значение ее производительности. В результате была разработана детерминированная математическая модель, позволяющая подсчитать производительность установки (т/ч):

$$W_u = V_{\delta} \times \rho_k \times n_{\delta} \times \theta_i, \quad (2)$$

где  $V_{\delta}$  – емкость барабана, м<sup>3</sup>;

$\rho_k$  – плотность обрабатываемого материала (корнеплодов), т/м<sup>3</sup>;

$n_{\delta}$  – количество оборотов барабана, мин<sup>-1</sup>;

$\theta_i$  – поправочная функция.

Поправочную функцию  $\theta_i$  можно определить из следующего выражения [1]:

$$\theta_i = \left( \frac{p_G^2 - p_G^1}{p_G^2} \right) \times \left( \frac{\omega_G^1 - \omega_G^2}{\omega_G^2} \right) \times \frac{t}{\tau_1} \times \frac{1}{\varphi_{II}}, \quad (3)$$

где  $p_G^1$  – твердость примеси и поверхности корнеплода (первоначальная до предрезализационной подготовки), кг/см<sup>2</sup>;

$p_G^2$  – твердость примеси и поверхности корнеплода в начале образования твердой корки, г/см<sup>2</sup>;

$\omega_G^1$  – влажность примеси и поверхности корнеплода (первоначальная до очистки), %;

$\omega_G^2$  – влажность примеси и поверхности корнеплода в начале образования твердой корки, %;

$t$  – температура примеси и поверхности корнеплода до очистки, °С;

$\tau_1$  – температура направленного на корнеплоды воздушного потока, °С;

$\varphi_{II}$  – коэффициент поглощения тепла корнеплодом и почвенной примесью.

С учетом выражений (2) и (3) детерминированная математическая модель производительности установки для аэродинамической предрезализационной подготовки корнеплодов примет вид [1]

$$W_u = V_{\delta} \times \rho_k \times n_{\delta} \times \left( \frac{p_G^2 - p_G^1}{p_G^2} \right) \times \left( \frac{\omega_G^1 - \omega_G^2}{\omega_G^2} \right) \times \frac{t}{\tau_1} \times \frac{1}{\varphi_{II}}. \quad (4)$$

В таблице 1 приведены значения поправочной функции  $\theta_i$ , твердости  $p_G^1$ ,  $p_G^2$ , влажности  $\omega_G^1$ ,  $\omega_G^2$ , температуры  $t$ ,  $\tau_1$  и коэффициента поглощения  $\varphi_{II}$  тепла корнеплодов.

Таблица 1. Значения характеристик обрабатываемого материала и поправочной функции при аэродинамической предрезализационной подготовке корнеплодов

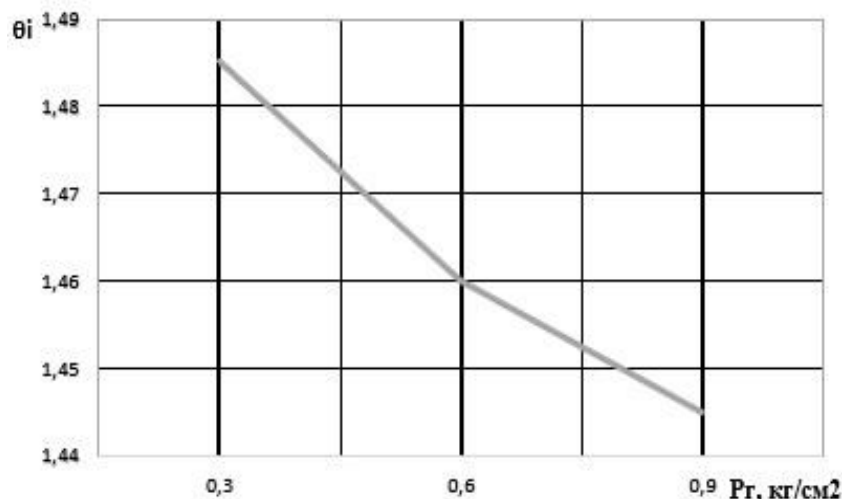
| Коэффициент поглощения тепла картофелем и почвенной примесью $\varphi_{II}$ | Температура направленного на картофель воздушного потока $\tau_1$ , °С | Температура примеси и поверхности картофеля до предрезализационной подготовки $t$ , °С | Влажность примеси и поверхности картофеля в начале образования твердой корки $\omega_G^2$ , % | Первоначальная влажность примеси и поверхности картофеля до начала предрезализационной подготовки $\omega_G^1$ , % | Твердость примеси и поверхности картофеля в начале образования твердой корки $p_G^2$ , г/см <sup>2</sup> | Первоначальная твердость примеси и поверхности картофеля до начала предрезализационной подготовки $p_G^1$ , кг/см <sup>2</sup> | Поправочная функция $\theta_i$ |
|---|--|--|---|--|--|--|--------------------------------|
| 0,2   | 100  | 23   | 12  | 26   | 19   | 0,3  | 1,485                          |
|   |  |  |   |  |  | 0,6  | 1,46                           |
|   |  |  |   |  |  | 0,9  | 1,445                          |

В таблице 2 приведены значения производительности установки  $W_4$  в зависимости от вместимости  $V_6$  и частоты вращения барабана  $n_6$ , плотности определенного объема корнеплодов  $\rho_k$  и поправочной функции  $\theta_i$ .

**Таблица 2. Значения характеристик обрабатываемого материала, поправочной функции и производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов (при  $\varphi_n = 0,2$  и  $\tau_1 = 100$  °С)**

| Частота вращения барабана $n_6$ , МИН <sup>-1</sup> | Плотность определенного объема картофеля $\rho_k$ , Т/М <sup>3</sup> | Поправочная функция $\theta_i$ | Емкость барабана $V_6$ , М <sup>3</sup> | Первоначальная твердость примеси и поверхности картофеля до начала предреализационной подготовки $p_7^1$ , КГ/СМ <sup>2</sup> | Производительность установки $W_4$ , Т/Ч |
|---|--|--------------------------------|---|---|--|
| 10  | 0,7  | 1,485                          | 0,1                                     | 0,3   | 1,040                                    |
|   |  | 1,460                          |   | 0,6   | 1,022                                    |
|   |  | 1,445                          |   | 0,9   | 1,012                                    |
| 15  |  | 1,485                          |   | 0,3   | 1,559                                    |
|   |  | 1,460                          |   | 0,6   | 1,533                                    |
|   |  | 1,445                          |   | 0,9   | 1,517                                    |
| 20  |  | 1,485                          |   | 0,3   | 2,079                                    |
|   |  | 1,460                          |   | 0,6   | 2,044                                    |
|   |  | 1,445                          |   | 0,9   | 2,023                                    |

Графическая зависимость поправочной функции  $\theta_i$  от изменения значений  $p_7^1$  показана на рисунке 1.



**Рис. 1. Зависимость поправочной функции  $\theta_i$  от первоначальной твердости примеси и поверхности корнеплода до предреализационной подготовки  $p_7^1$**

Данные, полученные в процессе экспериментальных исследований работы установки, свидетельствуют о том, что в диапазоне изменения  $p_7^1$  от 0,2 до 0,7 кг/см<sup>2</sup> значение поправочной функции уменьшается от 1,483 до 1,442.

Выявлена закономерность изменения поправочной функции  $\theta_i$  от параметра  $p_7^1$ , которая описывается эмпирической зависимостью

$$\theta_i = 0,00667\rho_2^{1,2} - 0,088\rho_2^1 + 1,50033. \quad (5)$$

Показано, что эмпирическая зависимость (5) справедлива в диапазоне изменений параметра  $p_7^1 = 0,2-0,7$  м/с.

Графическая зависимость изменения производительности установки  $W_{\text{ч}}$  от частоты вращения барабана  $n_{\text{б}}$  при  $p_{\text{г}}^1 = 0,2 \text{ кг/см}^2$  представлена на рисунке 2. При изменении частоты вращения барабана от 10 до 15 об/мин при фиксированном значении параметра  $p_{\text{г}}^1$ , равном  $0,2 \text{ кг/см}^2$ , производительность установки увеличивается от  $0,964$  до  $1,928 \text{ т/ч}$ .

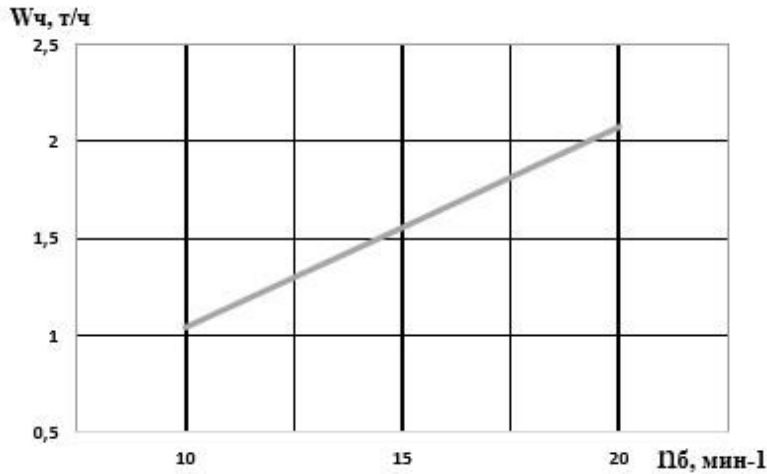


Рис. 2. Зависимость производительности установки  $W_{\text{ч}}$  от частоты вращения барабана  $n_{\text{б}}$  (при  $p_{\text{г}}^1 = 0,2 \text{ кг/см}^2$ )

Выявлена закономерность изменения производительности от частоты вращения барабана, которая описывается эмпирической зависимостью (при  $p_{\text{г}}^1 = 0,2 \text{ кг/см}^2$ )

$$W_{\text{ч}} = 0,0964n_{\text{б}}. \quad (6)$$

Эмпирическая зависимость (6) справедлива в диапазоне изменения частоты вращения барабана  $n_{\text{б}} = 10\text{--}20 \text{ об/мин}$ .

Графическая зависимость изменения производительности установки  $W_{\text{ч}}$  от частоты вращения барабана  $n_{\text{б}}$  (при  $p_{\text{г}}^1 = 0,5 \text{ кг/см}^2$ ) представлена на рисунке 3.

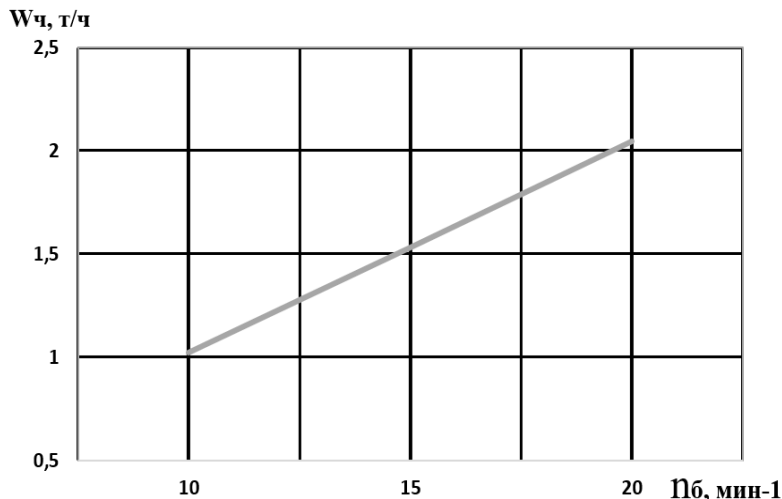


Рис. 3. Зависимость производительности установки  $W_{\text{ч}}$  от частоты вращения барабана  $n_{\text{б}}$  (при  $p_{\text{г}}^1 = 0,5 \text{ кг/см}^2$ )

Экспериментальные данные и графическая зависимость, показанная на рисунке 3, свидетельствуют о том, что при изменении частоты вращения барабана от 10 до 15 об/мин при фиксированном значении параметра первоначальной твердости примеси и поверхности корнеплода до предреализационной подготовки, равном  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , производительность установки увеличивается от  $0,948$  до  $1,896 \text{ т/ч}$ .

Выявлена закономерность изменения производительности установки от изменения частоты вращения барабана при фиксированном значении параметра  $p_f^1$ , равном  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , которая описывается эмпирической зависимостью

$$W_u = 0,0948n_\sigma. \quad (7)$$

Эмпирическая зависимость (7) справедлива в диапазоне изменения частоты вращения барабана  $n_\sigma = 10\text{--}20$  об/мин (при  $p_f^1 = 0,5 \text{ кг/см}^2$ ).

Графическая зависимость изменения производительности установки  $W_u$  от частоты вращения барабана  $n_\sigma$  (при  $p_f^1 = 0,7 \text{ кг/см}^2$ ) представлена на рисунке 4.

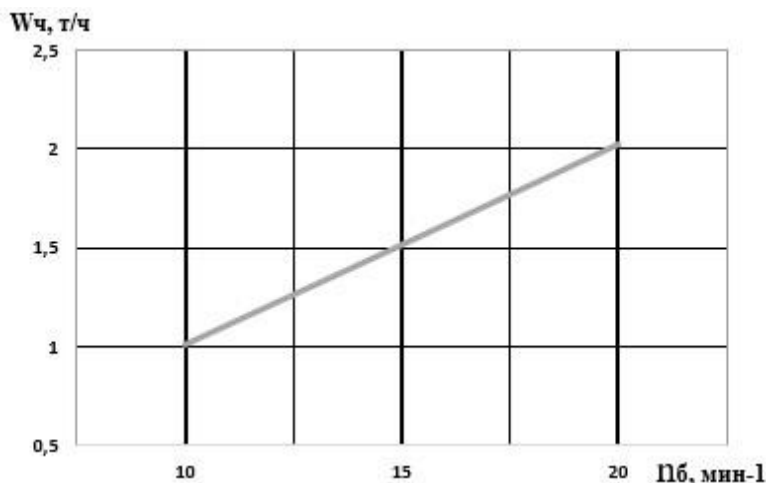


Рис. 4. Зависимость производительности установки  $W_u$  от частоты вращения барабана  $n_\sigma$  (при  $p_f^1 = 0,7 \text{ кг/см}^2$ )

Как следует из приведенных на рисунке 4 данных, при изменении частоты вращения барабана от 10 до 15 об/мин и фиксированном значении параметра  $p_f^1 = 0,7 \text{ кг/см}^2$  также, как и в предыдущих зависимостях (рис. 2, 3), наблюдается увеличение производительности установки от 0,937 до 1,874 т/ч (рис. 4).

Закономерность изменения производительности от изменения частоты вращения барабана при фиксированном значении параметра  $p_f^1 = 0,7 \text{ кг/см}^2$  описывается следующей эмпирической зависимостью:

$$W_u = 0,00002n_\sigma^2 + 0,0943n_\sigma - 0,004. \quad (8)$$

Эмпирическая зависимость (8) справедлива в диапазоне изменения частоты вращения барабана  $n_\sigma = 10\text{--}20$  об/мин (при  $p_f^1 = 0,7 \text{ кг/см}^2$ ).

Разработанные аналитическая и эмпирические модели являются результатом формализации процесса изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом в зависимости от частоты вращения барабана.

Сведения для математического описания процесса изменения производительности установки были получены путем обобщения экспериментальных данных.

Математические модели рассмотренного в статье процесса могут быть использованы для решения многочисленных задач, возникающих при проектировании, разработке и испытаниях различных конструкций установок предреализационной подготовки корнеплодов аэродинамическим способом.

### Выводы

Разработана математическая модель процесса изменения производительности установки для предреализационной подготовки корнеплодов.

Выявлены закономерности изменения производительности установки, которые описываются соответствующими эмпирическими зависимостями.

Выявленные закономерности изменения производительности установки в дальнейшем можно использовать при оптимизации конструктивно-технологических и энергетических параметров, а также режимов работы установки для предрезализационной подготовки корнеплодов.

Результаты исследований получены при фиксированном значении температуры направленного на корнеплоды воздушного потока, равном 100 °С. Большой интерес представляет исследование работы установки в других скоростных и температурных режимах для обоснования ее потенциальных возможностей.

---

**Список источников**

1. Валге А.М., Джабборов Н.И., Эвиев В.А. Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства с примерами на Statgraphics и Excel. Санкт-Петербург: Изд-во ИАЭП; Элиста: изд-во Калмыцкого гос. ун-та, 2015. 137 с.
2. Джабборов Н.И., Захаров А.М. Методика экологической оценки аспирационно-водяной очистки воздуха при обработке картофеля аэродинамическим способом // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 91. С. 138–146.
3. Дорохов А.С., Аксенов А.Г., Сибирёв А.В. Результаты исследований процесса очистки клубней картофеля и корнеплодов моркови с использованием ультразвука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2(50). С. 6–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-6-14.
4. Иванов Д.Ю. Предрезализационная доработка клубнеплодов аэродинамическим способом // Механика и машиностроение. Наука и практика: материалы международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 10 декабря 2021 г.). Санкт-Петербург: ИП Жукова Е.В., 2021. Т. 4. С. 18–20. DOI: 10.26160/2658-6185-2021-4-18-20.
5. Кузьмин А.В., Беломестных В.А. Техническое обеспечение послеуборочной обработки картофеля // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (п. Молодежный, Иркутский ГАУ, 05–06 ноября 2020 г.). Иркутская обл.: Иркутский ГАУ, 2020. С. 164–170.
6. Машина для мойки и очистки картофеля и переработки отходов: авторское свидетельство СССР 1243688. № 3637408/28-13; заявл. 25.08.1983; опубл. 15.07.1986, Бюл. № 26. 5 с.
7. Мудреченко С.Л., Масловский С.А., Борисов В.А и др. Предрезализационная доработка картофеля и овощей: современные решения // Картофель и овощи. 2022. № 2. С. 17–22. DOI: 10.25630/PAV.2022.79.79.002.
8. Мулянов А.И., Карпенко Г.В., Карпенко М.А. Совершенствование технологии очистки клубней картофеля от почвенных загрязнений // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы X Международной научно-практической конференции (Ульяновск, 23 июня 2020 г.). В 2 т. Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2020. Т. 2. С. 243–246.
9. Орешин Е.Е., Захаров А.М. Эффективность использования блока сухой очистки при подготовке к реализации продовольственного картофеля // Молочнохозяйственный вестник. 2012. № 4(8). С. 45–51.
10. Орешин Е.Е., Степанов А.Н., Захаров А.М. Повышение эффективности сухой очистки картофеля щеточными валами // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 31. С. 214–220.
11. Рапинчук А.Л., Воробей А.С., Бренч А.А., Белохвостов Г.И. Экспериментальные исследования процесса сухой очистки картофеля // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. 2010. № 3. С. 67–72.
12. Сабиев У.К., Лисянов В.В., Гайдай П.А. Обоснование рациональных параметров безводного очистителя корнеклубнеплодов // Техника и оборудование для села. 2014. № 6. С. 14–16.
13. Сабиев У.К., Лисянов В.В., Сабиев И.У. Безводный очиститель корнеклубнеплодов // Тракторы и сельхозмашины. 2013. Т. 80, № 5. С. 14.
14. Сабиев У.К., Хузин И.Р. Безводная очистка корнеклубнеплодов вибрационным воздействием // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 4(48). С. 146–151.
15. Способ очистки поверхности клубней картофеля от примесей. Авторское свидетельство СССР 1800935. № 4863428/15; заявл. 06.09.1990; опубл. 07.03.1993, Бюл. № 9. 3 с.
16. Средние цены производителей на отдельные виды промышленных товаров по Российской Федерации. 1998–2022 г. // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cena\\_sx.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cena_sx.xlsx) (дата обращения: 21.09.2022).
17. Устроев А.А. Методологические аспекты построения математических моделей технологических процессов предрезализационной подготовки картофеля // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 89. С. 81–87.
18. Хузин И.Р., Лупенцев К.Л., Сабиев У.К. Классификация способов и средств очистки картофеля // Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 6 т. (Уфа, 09 декабря 2017 г.). Уфа: Агентство международных исследований, 2017. Т. 6. С. 185–191.
19. Abedi G., Abdollahpour S., Bakhtiari M. Aerodynamic properties of potato tubers to airflow separation from stones and clods // International Journal of Vegetable Science. 2018. Vol. 25(1). Pp. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1478920>.

20. Gao G., Zhang D., Liu J. Design of a new soil-tuber separation device on potato harvesters // In: Li D., Liu Y., Chen Y. (eds) Computer and Computing Technologies in Agriculture IV. CCTA 2010. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. Vol. 346. Pp. 604-612. DOI: 10.1007/978-3-642-18354-6\_71.
21. Wang X., Sun J., Xu Y. et al. Design and experiment of potato cleaning and sorting machine // Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2017. Vol. 48(10). Pp. 316–322. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2017.10.040.
22. Xie S., Wang Ch., Deng W. et al. Separating mechanism analysis and parameter optimization experiment of swing separation sieve for potato and soil mixture // Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. 2017. Vol. 48(11). Pp. 156–164. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2017.11.019.
23. Zhu C., Wang B., Gong R. et al. Dual-frequency ultrasonic washing machine for fruits and vegetables // International Conference on Consumer Electronics. IEEE 2015 (Taipei, Taiwan, June 06-08, 2015). ICCE-TW Publisher, 2015. Article no. 7216828. Pp. 152–153. DOI: 10.1109/ICCE-TW.2015.7216828.

## References

1. Valge A.M., Dzhaborov N.I., Eviev V.A. Osnovy statisticheskoy obrabotki eksperimental'nykh dannykh pri provedenii issledovaniy po mekhanizatsii sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva s primerami na Statgraphics i Excel [Basics of Statistical Processing of Experimental Data in Agricultural Mechanization Studies with Examples on Statgraphics and Excel]. St. Petersburg: Institute of Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production Publishing House; Elista: Kalmyk State University Press; 2015. 140 p. (In Russ.).
2. Dzhaborov N.I., Zakharov A.M. Metodika ekologicheskoy otsenki aspiratsionno-vodyanoy ochistki vozdukhа pri obrabotke kartofelya aerodinamicheskim sposobom [Methods for environmental assessment of aspiration-water cleaning of air in aerodynamic treatment of potatoes]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva = Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*. 2017;91:138-146. (In Russ.).
3. Dorokhov A.S., Aksenov A.G., Sibirev A.V. Rezul'taty issledovaniy protsessa ochistki klubnej kartofelya i korneplodov morkovi s ispol'zovaniem ul'trazvuka [Research results of the cleaning process of cleaning potato tubers and carrot root crops using ultrasound]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;2(50):6-14. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-6-14. (In Russ.).
4. Ivanov D.Yu. Predrealizatsionnaya dorabotka klubneplodov aerodinamicheskim sposobom [Pre-realization refinement of tubers in an aerodynamic way]. *Mekhanika i mashinostroenie. Nauka i praktika: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Sankt-Peterburg, 10 dekabrya 2021 g.) [Mechanics and Mechanical Engineering. Science and Practice: Proceedings of the international scientific and practical conference (St. Petersburg, December 10, 2021). St. Petersburg: IP Zhukova E.V.; 2021;4:18-20. DOI: 10.26160/2658-6185-2021-4-18-20. (In Russ.).*
5. Kuzmin A.V., Belomestnykh V.A. Tekhnicheskoe obespechenie posleuborochnoy obrabotki kartofelya [Technical support for post-harvest potato processing]. *Problemy i perspektivy ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (p. Molodezhnyj, Irkutskij GAU, 05–06 noyabrya 2020 g.) [Problems and prospects for sustainable development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (p. Molodezhnyj, Irkutsk State Agrarian University, November 05-06, 2020)]. Irkutsk Obl.: Irkutsk State Agrarian University Press; 2020:164-170. (In Russ.).*
6. Mashina dlya mojki i ochistki kartofelya i pererabotki otkhodov [Machine for washing and cleaning potatoes and waste processing]. *Avtorskoe svidetel'stvo SSSR 1243688. № 3637408/28-13; zayavleno 25.08.1983; opublikovano 15.07.1986, Byul. № 26 = Inventor's Certificate 1243688 USSR. No. 3637408/28-13; claimed 25.08.1983; published 15.07.1986, Bulletin 26. 5 p. (In Russ.).*
7. Mudrenchenko S.L., Maslovskii S.A., Borisov V.A. et al. Predrealizatsionnaya dorabotka kartofelya i ovoshchey: sovremennye resheniya [Pre-sale commodity refinement of potatoes and vegetable products: modern solutions]. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables* 2022;2:17-22. DOI: 10.25630/PAV.2022.79.79.002. (In Russ.).
8. Mulyanov A.I., Karpenko G.V., Karpenko M.A. Sovershenstvovanie tekhnologii ochistki klubnej kartofelya ot pochvennykh zagryaznenij [Improving the technology of cleaning potato tubers from soil contamination]. *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya: materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Ul'yanovsk, 23 iyunya 2020 g.)*. V 2 t. [Agrarian science and education at the present stage of development: experience, problems and solutions. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference (Ulyanovsk, June 23, 2020). In 2 vols. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University Press; 2020. Vol. 2:243-246. (In Russ.).
9. Oreshin E.E., Zakharov A.M. Effektivnost' ispol'zovaniya bloka sukhoy ochistki pri podgotovke k realizatsii prodovol'stvennogo kartofelya [Efficient use of the dry cleaning unit in potato pre-selling preparation]. *Molochnokhozyaistvennyy Vestnik = Dairy Farming Journal*. 2012;4(8):45-51. (In Russ.).
10. Oreshin E.E., Stepanov A.N., Zakharov A.M. Povyshenie effektivnosti sukhoy ochistki kartofelya shchetochnymi valami [Improving the efficiency of dry potato cleaning with brush rollers]. *Izvestia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint Petersburg State Agrarian University*. 2013;31:214-220. (In Russ.).
11. Rapinchuk A.L., Vorobey A.S., Brench A.A., Belokhvostov G.I. Eksperimental'nye issledovaniya protsessa sukhoy ochistki kartofelya [Experimental research of process of dry clearing of potato]. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya fiziko-tekhnicheskikh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-Technical Series*. 2010;3:67-72. (In Russ.).

12. Sabiev U.K., Lisyayov V.V., Gaidai P.A. Obosnovanie ratsional'nykh parametrov bezvodnogo ochistitelya korneklubneplodov [Substantiation of rational characteristics of waterless cleaner for root and tuber crops]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 2014;6:14-16. (In Russ.).
13. Sabiev U.K., Lisyayov V.V., Sabiev I.U. Bezvodnyy ochistitel' korneklubneplodov [Waterless tuberous roots cleaner]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 2013;80(5):14. (In Russ.).
14. Sabiev U.K., Khuzin I.R. Bezvodnaya ochistka korneklubneplodov vibratsionnym vozdeystviem [Waterless tuberous root cleaning by means of vibration]. *Vestnik Omskogo GAU = Vestnik of Omsk SAU*. 2020;4(48):146-151. (In Russ.).
15. Sposob ochistki poverkhnosti klubnej kartofelya ot primesej [Method for cleaning the surface of potato tubers from impurities]. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR 1800935. № 4863428/15; zayavleno 06.09.1990; opublikovano 07.03.1993, Byul. № 9 = Inventor's Certificate 1800935 USSR. No. 4863428/15; claimed 06.09.1990; published 07.03.1993, Bulletin 9. 3 p. (In Russ.).
16. Srednie tseny proizvoditelej na otdel'nye vidy promyshlennykh tovarov po Rossijskoj Federatsii. 1999–2022 gg. [Average producer prices for certain types of industrial goods in the Russian Federation. 1999–2022]. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) [Federal State Statistics Service]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cena\\_sx.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cena_sx.xlsx). (In Russ.).
17. Ustroev A.A. Metodologicheskie aspekty postroeniya matematicheskikh modelej tekhnologicheskikh protsessov predrealizatsionnoj podgotovki kartofelya [Methodological aspects of building mathematical models of technological processes of pre-sale potato preparation]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva = Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Crop and Livestock Products*. 2016;89:81-87. (In Russ.).
18. Khuzin I.R., Lupentsev K.L., Sabiev U.K. Klassifikatsiya sposobov i sredstv ochistki kartofelya [Classification of methods and means of cleaning potatoes]. *Konceptsiy fundamental'nykh i prikladnykh nauchnykh issledovaniy: sbornik statej po itogam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 6 t. (Ufa, 09 dekabrya 2017 g.)* [Concepts of fundamental and applied scientific research: Collection of papers based on the results of the International Scientific-Practical Conference: in 6 vols. (Ufa, December 09, 2017)]. Ufa: Agentstvo mezhdunarodnykh issledovaniy, 2017:185-191. (In Russ.).
19. Abedi G., Abdollahpour S., Bakhtiari M. Aerodynamic properties of potato tubers to airflow separation from stones and clods. *International Journal of Vegetable Science*. 2018;25(1):1-8. DOI: 10.1080/19315260.2018.1478920.
20. Gao G., Zhang D., Liu J. Design of a new soil-tuber separation device on potato harvesters. In: Li D., Liu Y., Chen Y. (eds) *Computer and Computing Technologies in Agriculture IV*. CCTA 2010. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. 2011;346:604-612. DOI: 10.1007/978-3-642-18354-6\_71.
21. Wang X., Sun J., Xu Y. et al. Design and experiment of potato cleaning and sorting machine. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2017;48(10):316-322. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2017.10.040.
22. Xie S., Wang Ch., Deng W. et al. Separating mechanism analysis and parameter optimization experiment of swing separation sieve for potato and soil mixture. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*. 2017;48(11):156-164. DOI: 10.6041/j.issn.1000-1298.2017.11.019.
23. Zhu C., Wang B., Gong R. et al. Dual-frequency ultrasonic washing machine for fruits and vegetables. *International Conference on Consumer Electronics*. IEEE 2015 (Taipei, Taiwan, June 06-08, 2015). ICCE-TW Publisher; 2015;7216828:152-153. DOI: 10.1109/ICCE-TW.2015.7216828.

#### Информация об авторах

Н.И. Джаббаров – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», [nozimjon-59@mail.ru](mailto:nozimjon-59@mail.ru).

А.М. Захаров – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», [bauermw@mail.ru](mailto:bauermw@mail.ru).

И.Н. Шаблыкин – младший научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», [shablykin@list.ru](mailto:shablykin@list.ru).

#### Information about the authors

N.I. Dzhabbarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, [nozimjon-59@mail.ru](mailto:nozimjon-59@mail.ru).

A.M. Zakharov, Senior Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, [bauermw@mail.ru](mailto:bauermw@mail.ru).

I.N. Shablykin, Junior Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, [shablykin@list.ru](mailto:shablykin@list.ru).

Статья поступила в редакцию 20.11.2022; одобрена после рецензирования 24.12.2022; принята к публикации 12.01.2023.

The article was submitted 20.11.2022; approved after reviewing 24.12.2022; accepted for publication 12.01.2023.

© Джаббаров Н.И., Захаров А.М., Шаблыкин И.Н., 2023



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

Научная статья  
УДК 004.94+621.431+621.8-1/-9  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_80

#### Определение параметров контактного взаимодействия деталей механизма с использованием методов идентификации модели

Аркадий Васильевич Химченко<sup>1✉</sup>, Владимир Иванович Оробинский<sup>2</sup>,  
Николай Иванович Мищенко<sup>3</sup>, Александр Игоревич Петров<sup>4</sup>, Сергей Евгеньевич Волков<sup>5</sup>

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

<sup>3, 4, 5</sup>Донецкий национальный технический университет, Автомобильно-дорожный институт,

Горловка, Россия

<sup>1</sup>himch.arkady@yandex.ru✉

**Аннотация.** Создание современных не только экономичных, но и экологических источников энергии является актуальной задачей. На наземном транспорте и в сельском хозяйстве такими источниками в ближайшей перспективе будут оставаться двигатели внутреннего сгорания. При разработке сложных узлов и агрегатов, используемых в наземных транспортно-технологических средствах и других средствах механизации и технических системах, для адекватного моделирования отдельных подсистем на этапе проектирования необходимо иметь оценочные значения параметров модели с высокой степенью точности. Оценка параметров может быть выполнена с использованием методологии идентификации моделей и параметрической оптимизации. При имитационном моделировании работы замка фиксации штока поршня бесшатунного двигателя появилась сложность в определении параметров контактного взаимодействия деталей. Представлены результаты определения этих параметров, а также проверка возможности использования методов идентификации модели для решения подобных задач и оценки точности полученных результатов. Был подготовлен и проведен эксперимент с деталями аналогичного размера и массы. С помощью видеофиксации измерялась величина отскока свободно падающего шарика от стальной пластины. В среде Matlab Simulink была создана имитационная модель с блоками контактного взаимодействия. По результатам серии экспериментов по идентификации модели на основе параметрической оптимизации были получены значения коэффициента упругости и коэффициента демпфирования при соударении двух стальных деталей с небольшой кинетической энергией. Статистическая обработка результатов показала, что значения коэффициентов имеют доверительный интервал с погрешностью на его границах, не превышающей 5%. Такую ошибку идентификации с учетом точности эксперимента можно считать хорошим результатом. При этом точность моделирования может быть повышена за счет использования регрессионных моделей. Показано, что полученные статистически значимые результаты расширяют возможности применения технологии модельно ориентированного проектирования для разработки источников энергии для наземных транспортных средств и средств механизации сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** модельно ориентированное проектирование, имитационное моделирование, контактное взаимодействие, идентификация модели, ошибка идентификации

**Для цитирования:** Химченко А.В., Оробинский В.И., Мищенко Н.И., Петров А.И., Волков С.Е. Определение параметров контактного взаимодействия деталей механизма с использованием методов идентификации модели // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 80–89. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_80-89](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_80-89).

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

Original article

#### Determination of the parameters of contact interaction of machinery parts using model identification methods

Arkady V. Khimchenko<sup>1✉</sup>, Vladimir I. Orobinsky<sup>2</sup>, Nikolay I. Mishchenko<sup>3</sup>,  
Aleksandr I. Petrov<sup>4</sup>, Sergey E. Volkov<sup>5</sup>

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

<sup>3, 4, 5</sup>Donetsk National Technical University, Automobile and Highway Institute, Gorlovka, Russia

<sup>1</sup>himch.arkady@yandex.ru✉

**Abstract.** The creation of modern, not only economical, but also environmentally friendly energy sources is an urgent task. In above-ground transport and agriculture, internal combustion engines will remain such sources in the coming years. When developing complicated components and aggregates used in ground transport and handling equipment and other means of mechanization and engineering systems, for adequate modeling of individual subsystems at the design stage, it is necessary to obtain estimated values of model parameters with a high degree of accuracy. Parameter estimation can be performed using the methodology of model identification and parametric optimization. When simulating the operation of the piston rod locking keylock of a conrod free (piston) engine, it became difficult to determine the parameters of the contact interaction of parts. The results of determining these parameters are presented, as well as checking the possibility of using model identification methods to solve such problems and evaluating the accuracy of the results obtained. An experiment was prepared and conducted with parts of similar size and mass. With the help of video recording, the magnitude of the rebound of a free-falling ball from a steel plate was measured. A simulation model with contact interaction blocks was created in the Matlab Simulink environment. According to the results of a series of experiments based on parametric optimization, the values of the elasticity coefficient and the damping coefficient were obtained when two steel parts collided with a small kinetic energy. Statistical processing of the results showed that the values of the coefficients have a confidence interval with an error at its boundaries not exceeding 5%. Such an identification error, taking into account the accuracy of the experiment, could be considered as a good result. At the same time, the accuracy of modeling can be improved by using regression models. It is shown that the statistically significant results obtained promote opportunities of using model-based design technology for the development of energy sources for above-ground vehicles and mechanical aids for agriculture.

**Keywords:** model-based design, simulation, contact interaction, model identification, identification error

**For citation:** Khimchenko A.V., Orobinsky V.I., Mishchenko N.I., Petrov A.I., Volkov S.E. Determination of the parameters of contact interaction of machinery parts using model identification methods. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):80-89. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_80-89](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_80-89).

**С**оздание современных не только экономичных, но и экологических источников энергии, которые могут быть использованы в наземных транспортно-технологических средствах, является актуальной задачей. На наземном транспорте и в сельском хозяйстве такими источниками в ближайшее время преимущественно будут оставаться двигатели внутреннего сгорания [1]. Разработка перспективной конструкции двигателя внутреннего сгорания требует системного подхода. На этапе проектирования желательно получить максимальное количество информации о работоспособности отдельных узлов такого двигателя. Аналогичные задачи стоят и при разработке средств механизации сельского хозяйства. Работоспособность объекта должна быть проверена до его изготовления, для чего используются технологии модельно-ориентированного проектирования [3, 5].

На современном этапе развития науки при проведении исследований не принято ограничиваться рассмотрением материальных объектов в отрыве от окружающей среды. Как правило, объекты изучаются как элементы систем. Системный подход позволяет получить информацию о взаимодействии подсистем, однако это создает значительные трудности в теоретических исследованиях.

Одним из современных методов, позволяющих решать сложные технические задачи с использованием системного подхода, является имитационное моделирование технических систем [4, 10, 12]. В зависимости от объекта и задач исследования инженеры и ученые применяют модели различного уровня детализации. В отдельных случаях имеется возможность использовать существующие модели и программные комплексы, в частности при типизации исследовательской деятельности, например при анализе рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания [1, 9]. Если не принимать во внимание финансовую сторону подобного рода научных изысканий, определяющую доступ к программным комплексам, следует отметить, что данный метод имеет ряд особенностей.

Используемые математические модели требуют идентификации, которую, как правило, называют калибровкой. В рамках работы с программным комплексом такая терминология вполне обоснована. Для калибровки необходимо проводить серию экспериментов, которые могут быть затратны по времени и требовать наличия специфического оборудования. Если нет необходимости детально изучать рабочие процессы, можно использовать модели более высокого уровня. Процессы в отдельных узлах и механизмах,

подсистемах модели могут быть описаны упрощенно. Однако для таких моделей также требуется обеспечение адекватности, одним из способов которого является идентификация ее параметров на основе эксперимента с последующей проверкой – верификацией [6–8, 11]. К сожалению, не совсем ясно, какова должна быть степень точности эксперимента для получения приемлемой точности значения параметра модели. В отдельных случаях информация практически отсутствует, и желательно было бы получить приближенные значения параметров модели.

Похожие проблемы были выявлены при разработке бесшатунного двигателя с кривошипно-кулисным механизмом и остановкой поршня [2]. Для понимания рабочих процессов в проектируемых узлах этого механизма Н.И. Мищенко, А.В. Химченко, Ю.В. Юрченко и др. была создана серия имитационных моделей в среде Matlab Simulink, при этом детальное моделирование отдельных узлов было затруднено отсутствием данных. Коллектив авторов столкнулся с необходимостью или использовать обобщенные существующие модели, или проводить углубленные исследования конкретного узла механизма. Результаты таких исследований, несмотря на значительные трудозатраты, достаточно сложно перенести на другие объекты, вот почему исполнители задаются вопросом об их целесообразности.

Аналогичные трудности возникают и при моделировании контактного взаимодействия отдельных деталей в замке фиксации штока поршня. Такие фиксирующие элементы встречаются в различных механизмах, но не в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), поэтому необходимо проводить исследования работоспособности деталей и в поршневом ДВС. Контактное взаимодействие двух металлических поверхностей представляет собой ударное упругое взаимодействие с рассеянием энергии. Параметры, характеризующие взаимодействие для данного механизма, неизвестны, а так как они зависят от материала, размеров деталей и энергии соударения, то применение результатов других исследований достаточно затруднительно. В целом для оценки работоспособности достаточно иметь хотя бы приближенные значения параметров. Решением, позволяющим их определить, может быть применение идентификации для модели аналогичного взаимодействия стальных деталей, которое представляет соударение с небольшой кинетической энергией.

Представлены результаты исследования, выполненного с целью определения параметров контактного взаимодействия деталей, проверки возможности использования методов идентификации модели для решения подобных задач и оценки точности полученных результатов для применения при моделировании работы механизма фиксации в двигателе.

Для достижения поставленной цели использовались методы имитационного моделирования, ускоренной видеофиксации натурального эксперимента и методы идентификации, основанные на параметрической оптимизации.

Поскольку необходимо оценить взаимодействие деталей, выполненных из стали, а измерение силовых или кинематических параметров в механизме не представляется возможным, эксперимент проводился с объектами, близкими по свойствам и размерам, что в последствии позволяет оценочно представлять и использовать параметры в имитационных моделях. Оценивались параметры контактного взаимодействия шарика и металлической пластины. Масса шарика соответствовала массе пальца фиксатора, а толщина металлической пластины – толщине штока поршня, равной 16 мм. Следует отметить, что для проверки применимости метода и оценки возможных погрешностей принципиального значения не имеет, какие конкретно детали взаимодействовали.

Металлический шарик от шарикоподшипника падал с известной высоты из неподвижного положения на металлическую пластину. Шарик имел массу 11,9 г и диаметр 14,3 мм. Падение шарика фиксировалось с помощью видео с частотой 60 кадров в секунду на фоне линейки. В дальнейшем видео рассматривалось покадрово в видеоредакторе. Известная частота видеосъемки позволяет примерно оценить время падения и

отскоков шарика от металлической пластины. Однако данное время носит справочный характер, так как получить его с достаточной точностью при данной скорости съемки невозможно. Движение шарика в кадре было размытым (рис. 1). Однако при достижении верхней мертвой точки шарик останавливался, и в кадре можно было измерить его положение с точностью  $\pm 0,5$  мм (рис. 2). Такая же систематическая погрешность была и при установке начального положения шарика. Но на начальное положение шарика влияла и случайная погрешность, которая в абсолютном значении могла быть значительно выше и составлять 3–5 мм. Погрешность при установке начального значения составляла не более 3%, а погрешность измерения положения шарика на втором отскоке достигала 17%.

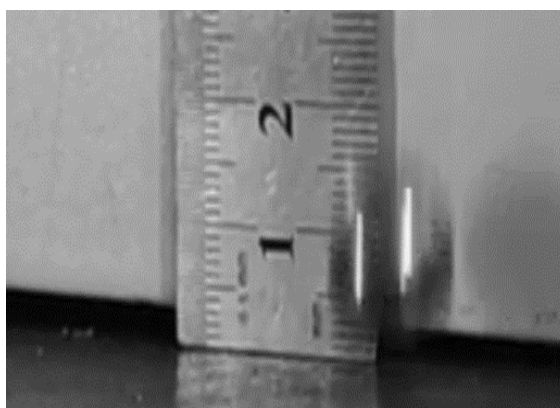


Рис. 1. Движение шарика в кадре при видеофиксации

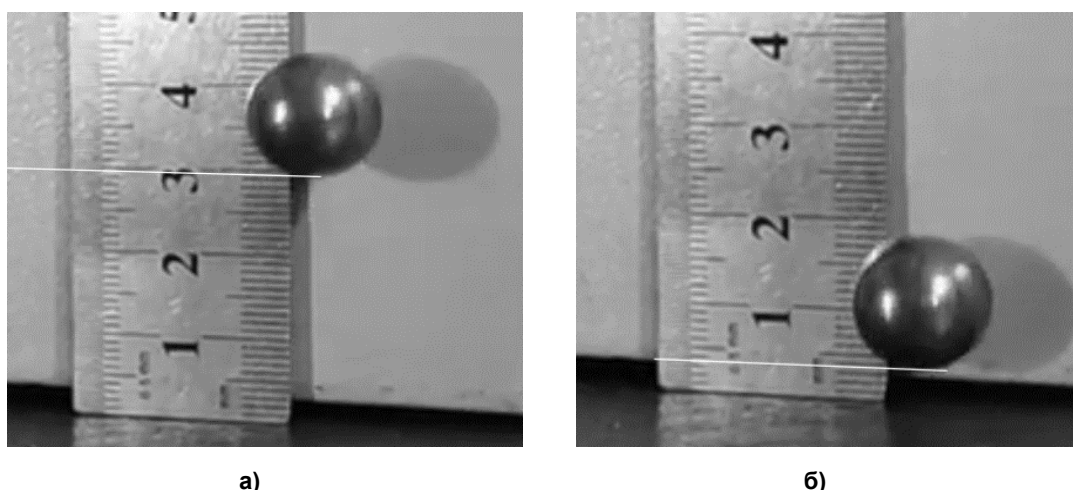


Рис. 2. Измерение положений шарика в верхней мертвой точке при отскоках: а) 1-й отскок; б) 2-й отскок

В эксперименте проводилось 3 опыта с падающим шариком с высоты 200, 250 и 300 мм. Каждый опыт повторялся дважды. Результаты измерений, приведенные в таблице 1, использовали при идентификации модели.

Таблица 1. Результаты измерений отскока шарика

| Высота падения $h_0$ , мм | Высота отскока, мм |       |
|---------------------------|--------------------|-------|
|                           | $h_1$              | $h_2$ |
| 300                       | 29,2               | 3,8   |
| 300                       | 30,8               | 4     |
| 250                       | 25,4               | 3,9   |
| 250                       | 26,3               | 3     |
| 200                       | 23,5               | 3     |
| 200                       | 22,5               | 3,2   |

Модель падения шарика была выполнена в среде Matlab Simulink (рис. 3).

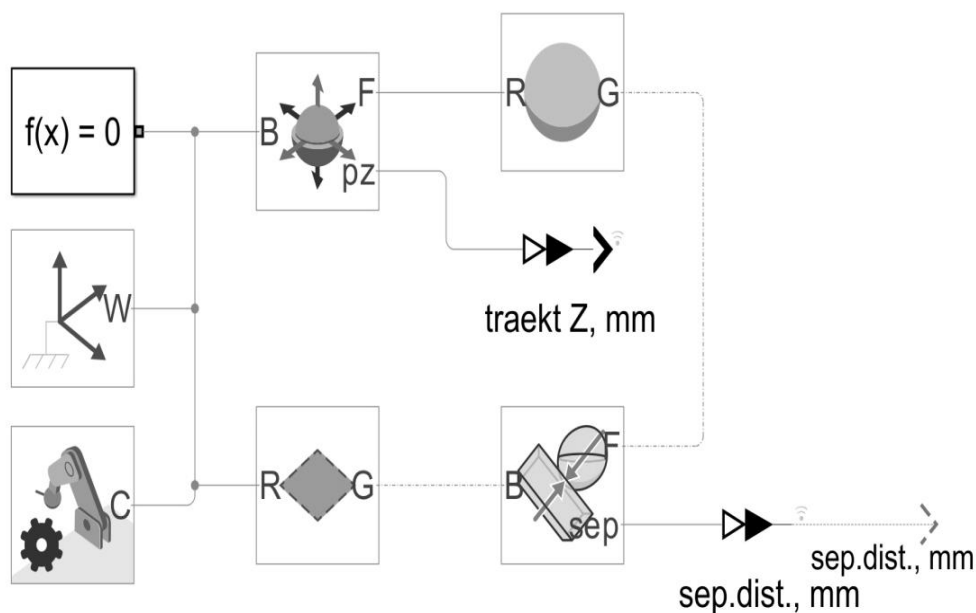


Рис. 3. Модель падения шарика, выполненная в среде Matlab Simulink

При моделировании использовалось допущение, что шарик падает под действием силы тяжести с ускорением свободного падения  $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздушной среды не учитывалось. При отсутствии сил по другим осям и вращения относительно любой из осей изменение координаты  $z$  при падении шарика определяется из математической модели

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dz}{dt} &= -mg + F_N \\ F_N &= k \cdot s + b \cdot \frac{ds}{dt} \end{aligned} \right\},$$

где  $F_N$  – нормальная сила контактного взаимодействия;

$k$  – коэффициент упругости контактного взаимодействия, Н/м;

$s$  – упругая деформация деталей в зоне контакта, м;

$b$  – коэффициент демпфирования, Н/(м/с).

Коэффициенты  $k$  и  $b$  представляют собой параметры модели, которые следует определить при идентификации.

При наличии информации о более сложных моделях они также могут быть реализованы, но на данном этапе это не целесообразно.

Эксперименты по подбору параметров проводились с помощью приложения Parameter Estimator из Identification Toolbox.

Опыты с падающим шариком с высот 200 и 300 мм проводили для подбора параметров, а с высоты 250 мм – для верификации. Кроме того, подбор параметров проводился для всех вариантов опытов одновременно и для каждого индивидуально. Полученные данные использовались в дальнейшем для оценки точности идентификации.

В результате численного оптимизационного эксперимента минимизированные значения суммы квадратов отклонений расчетных значений положения шарика в контрольных точках от экспериментальных, приведенные в таблице 2, показывают, что отклонения достаточно малы для всех экспериментов, в том числе и для используемых для верификации (Exp2\_1, Exp2\_2).

Таблица 2. Результаты минимизации ошибки натурального и численного экспериментов

| Сумма квадратов ошибки моделирования при высоте падения, мм <sup>2</sup> |          |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| 200 мм   | 200 мм   | 250 мм   | 250 мм   | 300 мм   | 300 мм   |
| Exp1_1   | Exp1_2   | Exp2_1   | Exp2_2   | Exp3_1   | Exp3_2   |
| 7.95e-05   | 1.75e-04 | 5.34e-04 | 2.48e-04 | 1.65e-04 | 9.09e-05 |

О высокой точности подбора значений свидетельствуют и графики, приведенные на рисунке 4.

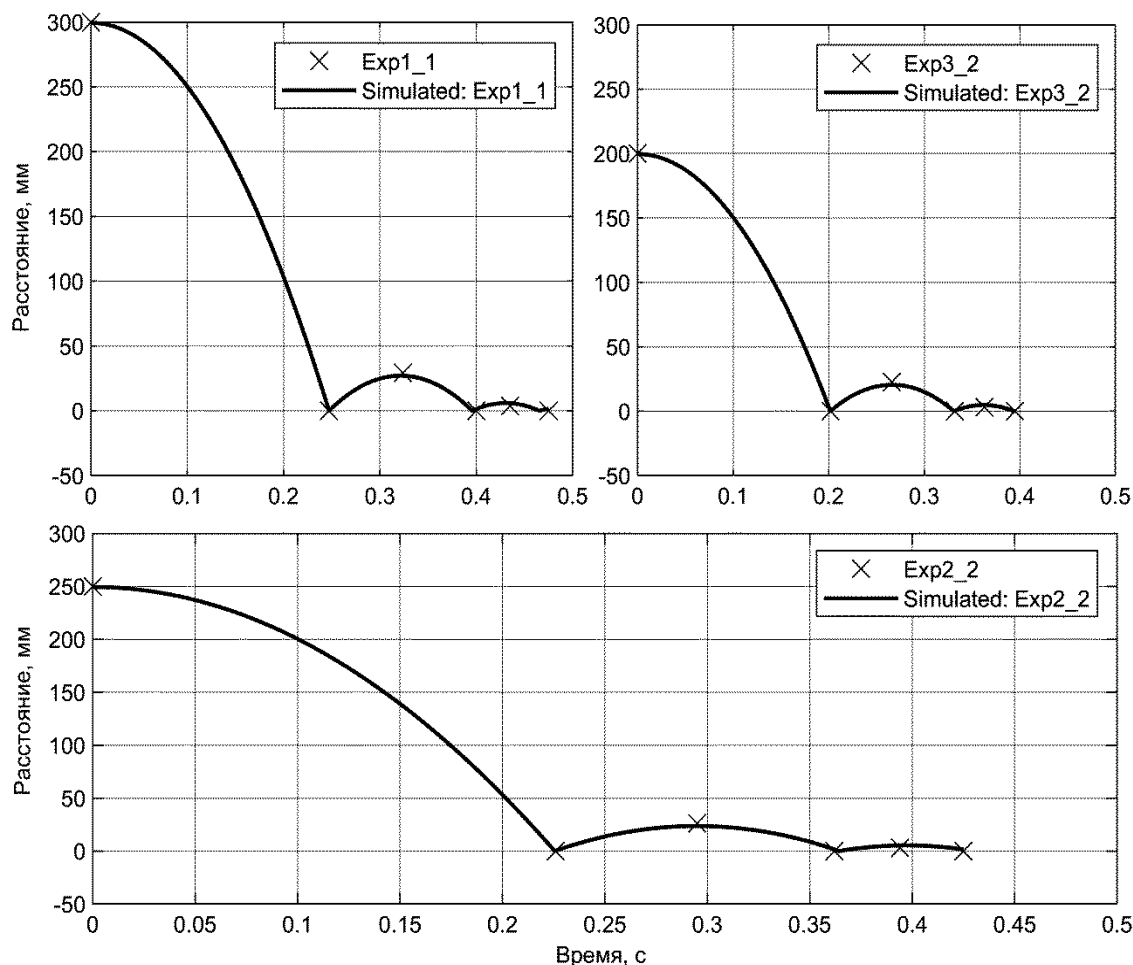


Рис. 4. Сопоставление положения шарика в численном и натурном экспериментах

Результаты подбора параметров для каждого опыта приведены ниже. Полученные при идентификации коэффициенты подвергались статистическому анализу, в том числе регрессионному. Значения параметров контактного взаимодействия, определенные в различных идентификационных экспериментах, приведены в таблице 3. В столбце «Высота падения» отражены опыты, по которым проводился идентификационный эксперимент для определения коэффициентов упругости и демпфирования.

Как видно из таблицы, значения, полученные в разных экспериментах, достаточно близки, а их проверка по критерию Стьюдента для индивидуальной идентификации показала, что коэффициент демпфирования с доверительной вероятностью 95% находился в диапазоне от  $7,5475 \cdot 10^5$  до  $8,0423 \cdot 10^5$  Н/(м/с). Границы доверительного интервала отличались от среднего значения  $7,7949 \cdot 10^5$  менее чем на 3,2%. Что касается

коэффициента упругости контактного взаимодействия, отклонение границ доверительного интервала ( $1,3094 \cdot 10^{11} \dots 1,4427 \cdot 10^{11}$  Н/м) от среднего значения  $1,3761 \cdot 10^{11}$  Н/м составило менее 4,9%. Полученная точность результата вполне приемлема для большинства задач. Вероятную ошибку идентификации параметров модели можно оценить в пределах 5%.

Таблица 3. Параметры контактного взаимодействия шарика и металлической пластины, определенные в различных идентификационных экспериментах

| № | Высота падения, мм | Коэффициент упругости, Н/м | Коэффициент демпфирования, Н/(м/с) | Верификация |
|---|--------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------|
| 1 | 200                | $1,3926 \cdot 10^{11}$     | 760 160                            | –           |
| 2 | 200                | $1,4345 \cdot 10^{11}$     | 768 960                            | –           |
| 3 | 250                | $1,2922 \cdot 10^{11}$     | 799 050                            | –           |
| 4 | 250                | $1,3989 \cdot 10^{11}$     | 806 690                            | –           |
| 5 | 300                | $1,3037 \cdot 10^{11}$     | 751 950                            | –           |
| 6 | 300                | $1,2619 \cdot 10^{11}$     | 733 200                            | –           |
| 7 | 200, 300           | $1,4557 \cdot 10^{11}$     | 809 210                            | да          |
| 8 | 200, 250, 300      | $1,4689 \cdot 10^{11}$     | 806 690                            | –           |

Начальная высота падения шарика определяет его кинетическую энергию в момент удара, что соответственно влияет на зону деформации металла, поэтому даже при небольшой энергии взаимодействия и малом диапазоне изменения ее величина должна оказывать влияние на значение коэффициентов.

Регрессионный анализ показал, что между начальной высотой шарика, то есть кинетической энергией в момент удара, и коэффициентом упругости имеется линейная взаимосвязь с уровнем значимости 0,0396 при оценке по критерию Фишера. Начальная высота падения шарика и коэффициент демпфирования связаны квадратичной зависимостью, при этом скорректированный коэффициент детерминации  $R^2_{кор}$  имеет значение 0,898 с уровнем значимости по Фишеру 0,0152 (рис. 5).

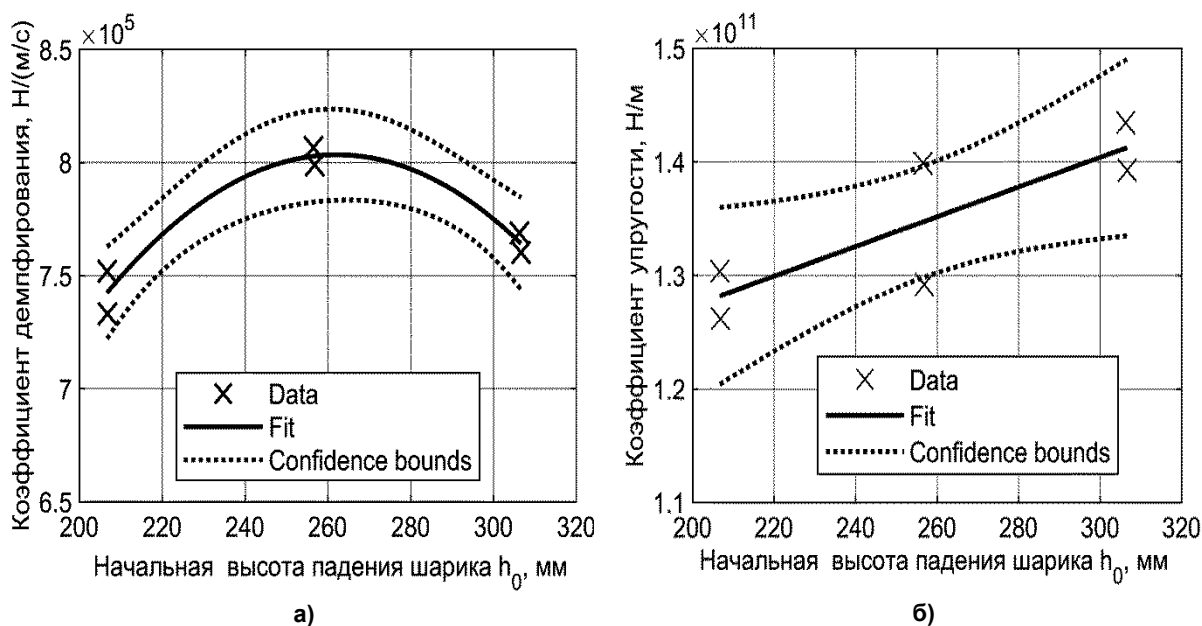


Рис. 5. Результаты регрессионного анализа взаимосвязи коэффициентов упругости (а) и демпфирования (б) от начальной высоты падения шарика

Численные значения коэффициентов уравнений регрессии в данном случае не столь важны, так как эти зависимости не имеют существенной практической значимости. Интерес представляют их статистические оценки. Ниже приведены модели в нотации Вилкинсона и их статистические оценки

а) для коэффициента демпфирования:

Linear regression model:

$$y \sim 1 + x1 + x1^2$$

Estimated Coefficients:

|             | Estimate    | SE         | tStat   | pValue    |
|-------------|-------------|------------|---------|-----------|
| (Intercept) | -5.6039e+05 | 2.0302e+05 | -2.7603 | 0.070136  |
| x1          | 10406       | 1615       | 6.4433  | 0.0075809 |
| x1^2        | -19.848     | 3.1423     | -6.3166 | 0.0080199 |

Number of observations: 6, Error degrees of freedom: 3

Root Mean Squared Error: 9.01e+03

R-squared: 0.939, Adjusted R-Squared: 0.898

F-statistic vs. constant model: 22.9, p-value = 0.0152

б) для коэффициента упругости:

Linear regression model:

$$y \sim 1 + x1$$

Estimated Coefficients:

|             | Estimate   | SE         | tStat  | pValue     |
|-------------|------------|------------|--------|------------|
| (Intercept) | 1.0114e+11 | 1.1305e+10 | 8.9463 | 0.00086346 |
| x1          | 1.309e+08  | 4.3512e+07 | 3.0084 | 0.039612   |

Number of observations: 6, Error degrees of freedom: 4

Root Mean Squared Error: 4.34e+09

R-squared: 0.694, Adjusted R-Squared: 0.617

F-statistic vs. constant model: 9.05, p-value = 0.0396

Уровень значимости для pValue всех коэффициентов по двухстороннему критерию Стьюдента достаточно низкий. Вероятность ошибки не превышает 4% за исключением постоянного члена коэффициента демпфирования, где pValue  $\approx 0,07$ . Если необходимо использование регрессионной модели вне исследованного диапазона, то она требует уточнения. При этом уровень значимости модели по критерию Фишера в сравнении с моделью, где коэффициенты постоянны, ниже 5%. То есть в заданном диапазоне варьирования кинетической энергии столкновения деталей некоторая вариативность коэффициентов присутствует и ее следует учитывать.

Важным практическим результатом можно считать то, что при невысокой точности измерений были получены статистически надежные результаты. Полученные параметры модели контактного взаимодействия стальных деталей могут быть использованы при имитационном моделировании для оценки работы механизмов фиксации с учетом полученной точности и аналогии в размерах и силовом взаимодействии. При необходимости углубленного изучения работы механизма, содержащего подобные подсистемы, необходима тщательная проработка и планирование экспериментов для идентификации модели.

В целом предложенная методика работы с моделью позволяет использовать методологию идентификации и получать различные эмпирические зависимости изменения параметров модели в зависимости от режимов работы технической системы. Это расширяет возможности и повышает конечную точность имитационного моделирования.



## Выводы

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что использование методов идентификации модели с помощью параметрической оптимизации позволяет даже при невысокой точности натурального эксперимента получить статистически значимые параметры модели или их эмпирические зависимости от факторов, влияющих на работу системы.

Определенные значения коэффициентов демпфирования и упругости при контактном взаимодействии деталей могут быть использованы при имитационном моделировании в среде Matlab Simulink.

Значения коэффициентов имеют доверительный интервал с погрешностью на его границах, не превышающей 5%. Такую ошибку идентификации можно считать хорошим результатом с учетом точности эксперимента.

Представленные результаты расширяют возможности применения технологии модельно ориентированного проектирования для разработки источников энергии, которые используются в наземных транспортных средствах и средствах механизации сельского хозяйства.

## Список источников

1. Кутенёв В.Ф., Сонкин В.И. Бензиновые двигатели: тенденции развития // ТРУДЫ НАМИ. 2017. № 1(268). С. 6–21.
2. Мищенко Н.И., Химченко А.В., Юрченко Ю.В. и др. Новый бесшатунный двигатель для автомобиля // 8-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса: сборник трудов Международной научно-технической конференции (Москва, 31 января 2019 г.). Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2019. С. 383–396.
3. Торопов Е.И., Вашурин А.С., Тумасов А.В. и др. Модельно-ориентированное проектирование при разработке встраиваемого программного обеспечения блоков управления в автомобильной промышленности // Известия МГТУ «МАМИ». 2019. № 3(41). С. 80–85. DOI: 10.31992/2074-0530-2019-41-3-80-85.
4. Химченко А.В., Мищенко Н.И., Дрючин Д.А. и др. Предварительная оценка возможности использования системы смазки серийного двигателя для питания гидропривода механизма остановки поршня // Вести Автомобильно-дорожного института. 2021. № 1(36). С. 15–26.
5. Шестаков И.В., Сафин Н.Р. Применение модельно-ориентированного проектирования при создании грузоподъемного механизма и его привода // Вестник концерна ВКО «АЛМАЗ – АНТЕЙ». 2020. № 1(32). С. 64–76. DOI: 10.38013/2542-0542-2020-1-64-76.
6. Abraham M.T., Satyam N., Pradhan B., Tian H. Debris flow simulation 2D (DFS 2D): Numerical modeling of debris flows and calibration of friction parameters // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2022. Vol. 14(6). Pp. 1747–1760. DOI: 10.1016/j.jrmge.2022.01.004.
7. Dennis J.E. (Jr.), Schnabel R.B. Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1983. 380 p.
8. Isermann R., Münchhof M. Identification of Dynamic Systems: An Introduction with Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 705 p. DOI: 10.1007/978-3-540-78879-9.
9. Guan J., Liu J., Duan X. et al. Effect of the novel continuous variable compression ratio (CVCR) configuration coupled with spark assisted induced ignition (SAII) combustion mode on the performance behavior of the spark ignition engine // Applied Thermal Engineering. 2021. Vol. 197(5). Article no. 117410. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117410.
10. Ljung L., Glad T. Modeling of dynamic systems. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1994. 361 p.
11. Sjöberg J., Zhang Q., Ljung L. et al. Nonlinear black-box modelling in system identification: A unified overview // Automatica. 1995. Vol. 31(12). Pp. 1691–1724. DOI: 10.1016/0005-1098(95)00120-8.
12. Tinsel E.-F., Verl A. A simulation model extension to enable continuous control tests during the Virtual Commissioning // Procedia CIRP. 2022. Vol. 112. Pp. 97–102. DOI: 10.1016/j.procir.2022.09.046.

## References

1. Kutenev V.F., Sonkin V.I. Benzinovye dvigateli: tendentsii razvitiya [Gasoline engines: development trends]. *Trudy NAMI = The Byulleten' Nauchno-avtomotornogo Instituta*. 2017;1(268):6-21. (In Russ.).
2. Mishchenko N.I., Khimchenko A.V., Yurchenko Yu.V. et al. Novyj besshatunnyj dvigatel' dlya avtomobilya [New connecting rodless engine for a car]. 8-е Луканинские чтения. Problemy i perspektivy razvitiya avto-transportnogo kompleksa: sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferentsii (Moskva, 31 yanvara 2019 g.) [8<sup>th</sup> Lukanin Scientific Conference. Problems and prospects for the development of the automotive complex: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference (Moscow: January, 2019). Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI);2019:383–396. (In Russ.).

3. Toropov E.I., Vashurin A.S., Tumasov A.V. et al. Model'no-orientirovannoe proektirovanie pri razrabotke vstraivaemogo programmnoogo obespecheniya blokov upravleniya v avtomobil'noj promyshlennosti [Model-oriented design in the development of embedded software for control units in the automotive industry]. *Izvestiya MGTU "MAMI" = Proceedings of MSTU MAMI*. 2019;3(41):80-85. DOI: 10.31992/2074-0530-2019-41-3-80-85. (In Russ.).
4. Khimchenko A.V., Mishchenko N.I., Dryuchin D.A. et al. Predvaritel'naya otsenka vozmozhnosti ispol'zovaniya sistemy smazki serijnogo dvigatelya dlya pitaniya gidroprivoda mekhanizma ostanovki porshnya [Possibility preliminary assessment of using the lubrication system of a serial engine to power the hydraulic drive of the piston stopping mechanism]. *Vesti Avtomobil'no-dorozhnogo instituta = Bulletin of the Automobile and Highway Institute*. 2021;1(36):15-26. (In Russ.).
5. Shestakov I.V., Safin N.R. Primenenie model'no-orientirovannogo proektirovaniya pri sozdanii gruzopod'emnogo mekhanizma i ego privoda [Model-oriented design in the creation of a lifting mechanism and its drive]. *Vestnik kontserna VKO "ALMAZ – ANTEY" = Journal of "ALMAZ – ANTEY" Air and Space Defence Corporation*. 2020;1(32):64-76. DOI: 10.38013/2542-0542-2020-1-64-76. (In Russ.).
6. Abraham M.T., Satyam N., Pradhan B., Tian H. Debris flow simulation 2D (DFS 2D): Numerical modeling of debris flows and calibration of friction parameters. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2022;14(6):1747-1760. DOI: 10.1016/j.jrmge.2022.01.004.
7. Dennis J.E. (Jr.), Schnabel R.B. Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1983. 380 p.
8. Isermann R., Münchhof M. Identification of Dynamic Systems: An Introduction with Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 705 p. DOI: 10.1007/978-3-540-78879-9.
9. Guan J., Liu J., Duan X. et al. Effect of the novel continuous variable compression ratio (CVCR) configuration coupled with spark assisted induced ignition (SAII) combustion mode on the performance behavior of the spark ignition engine. *Applied Thermal Engineering*. 2021;197(5):117410. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117410.
10. Ljung L., Glad T. Modeling of dynamic systems. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1994. 361 p.
11. Sjöberg J., Zhang Q., Ljung L. et al. Nonlinear black-box modelling in system identification: A unified overview. *Automatica*. 1995;31(12):1691-1724. DOI: 10.1016/0005-1098(95)00120-8.
12. Tinsel E.-F., Verl A. A simulation model extension to enable continuous control tests during the Virtual Commissioning. *Procedia CIRP*. 2022;112:97-102. DOI: 10.1016/j.procir.2022.09.046.

#### **Информация об авторах**

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

В.И. Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, Воронеж, main@agroeng.vsau.ru.

Н.И. Мищенко – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой автомобильного транспорта Автомобильно-дорожного института ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», mim2802@mail.ru.

А.И. Петров – ассистент кафедры автомобильного транспорта Автомобильно-дорожного института ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», alex.petrov1995@hotmail.com.

С.Е. Волков – ассистент кафедры автомобильного транспорта Автомобильно-дорожного института ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», serega-volkov-97@mail.ru.

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

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.

V.I. Orobinsky, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, main@agroeng.vsau.ru.

N.I. Mishchenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Automobile Transport, Donetsk National Technical University, Automobile and Highway Institute, mim2802@mail.ru.

A.I. Petrov, Assistant, the Dept. of Automobile Transport, Donetsk National Technical University, Automobile and Highway Institute, alex.petrov1995@hotmail.com.

S.E. Volkov, Assistant, the Dept. of Automobile Transport, Donetsk National Technical University, Automobile and Highway Institute, serega-volkov-97@mail.ru.

**Статья поступила в редакцию 17.02.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2023; принята к публикации 26.03.2023.**

**The article was submitted 17.02.2023; approved after reviewing 20.03.2023; accepted for publication 26.03.2023.**

© Химченко А.В., Оробинский В.И., Мищенко Н.И., Петров А.И., Волков С.Е., 2023

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

Научная статья

УДК 629.3.076

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_90

##### Методика определения теоретической траектории поворота колесной машины

**Александр Николаевич Беляев**<sup>1✉</sup>, **Владимир Павлович Шацкий**<sup>2</sup>,  
**Татьяна Владимировна Тришина**<sup>3</sup>, **Алексей Евгеньевич Новиков**<sup>3</sup>,  
**Ирина Алевтиновна Высоцкая**<sup>4</sup>

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

<sup>4</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, Воронеж, Россия

<sup>1</sup>aifkm\_belyaev@mail.ru, aifkm@agroeng.vsau.ru✉

**Аннотация.** Один из достоверных критериев, используемых для оценки устойчивости движения колесной машины, может быть получен в результате сравнения теоретической и действительной траекторий, описываемых ее характерными точками. Разработана и обоснована методика определения геометрических параметров теоретической криволинейной траектории движения кинематического центра двухосной колесной машины с передними управляемыми колесами. Объектом исследований является «правильный» поворот, при котором все колеса катятся без скольжения и мгновенные центры их поворота совпадают. Скорость поступательного движения машины и угловая скорость поворота управляемых колес постоянны. Выведены в параметрической форме уравнения для расчета абсцисс и ординат кривой траектории входа в поворот, на основании которых получен массив их значений, используемый для аппроксимации нелинейной функции явного вида. Из условий непрерывности и гладкости проведена «склейка» функции явного вида входа в поворот и окружности постоянного радиуса участка установившегося поворота. Кусочно-гладкая нелинейная функция, описывающая кривую теоретической траектории кинематического центра колесной машины при ее повороте до максимальной ординаты, найдена также методом нелинейной аппроксимации. Наложение явной функции входа в поворот на массив точек координат траектории, полученных расчетом из уравнений параметрического вида, и сравнение радиусов кривизны траекторий, определенных с помощью параметрических и явных функций, на границе исследуемых участков показали практическую сходимость результатов при идентичных конструктивных и эксплуатационных параметрах. Теоретический радиус кривизны, определенный по уравнениям координат параметрического вида, равен 3,894 м, а с использованием функции явного вида – 3,899 м.

**Ключевые слова:** колесная машина, траектория поворота, вход в поворот, радиус кривизны, координата, аппроксимирующая функция

**Для цитирования:** Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Новиков А.Е., Высоцкая И.А. Методика определения теоретической траектории поворота колесной машины // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 90–97. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_90](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_90)–97.

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

Original article

##### Methodology for determining theoretical trajectory of a wheeled vehicle

**Aleksandr N. Belyaev**<sup>1✉</sup>, **Vladimir P. Shatsky**, **Tatyana V. Trishina**<sup>3</sup>,  
**Aleksey E. Novikov**<sup>4</sup>, **Irina A. Vysotskaya**<sup>4</sup>

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

<sup>4</sup>Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>aifkm\_belyaev@mail.ru, aifkm@agroeng.vsau.ru✉

**Abstract.** One of the reliable criteria used to assess the stability of the motion of a wheeled vehicle can be obtained by comparing theoretical and actual trajectories described by its characteristic points. The authors developed and

substantiated a method for determining geometric parameters of theoretical curvilinear trajectory of the kinematic center of a two-axle wheeled vehicle with front steerable wheels. The object of research is the “correct” turn when all four wheels roll without sliding and the instantaneous centers of their rotation coincide. The speed of the translational motion of the vehicle and the angular rotation speed of the controlled wheels are constant. The authors also derived in parametric form the equations for calculating horizontal and vertical coordinates of the curve of the trajectory of the entrance into the turn, and in terms of their values array gave a reasonable approximation for an explicit nonlinear function; based on continuity and smoothness, performed sewing together explicit function of the entrance into the turn and the circle of the constant radius of the section of the steady turn; using the method of nonlinear approximation found sectionally smooth nonlinear function describing the curve of the theoretical trajectory of the kinematic center of a wheeled vehicle when it is rotated to the maximum ordinate. The superposition of an explicit function of an entering into the turn on an array of trajectory coordinate points obtained by calculation from parametric equations and further comparison of the radii of curvature of trajectories determined using parametric and explicit functions at the boundary of the studied sections showed reproducibility of the results at identical design and operational parameters. Theoretical radius of curvature determined by the parametric coordinate equations and an explicit function is 3.894 m and 3.899 m, respectively.

**Keywords:** wheeled vehicle, trajectory, entrance into the turn, radius of curvature, coordinate, approximating function

**For citation:** Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Novikov A.E., Vysotskaya I.A. Methodology for determining theoretical trajectory of a wheeled vehicle. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):90-97. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_90-97](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_90-97).

## Введение

С увеличением скоростей движения колесных машин проблема повышения их устойчивости становится все более актуальной [10]. Для оценки устойчивости в настоящее время используют многие критерии [5, 8, 9], основывающиеся на различных показателях, определение которых, как правило, требует проведения многочисленных и дорогостоящих натурных испытаний, к тому же некоторые из них, по нашему мнению, не в полной мере отражают реальную картину функционирования колесной машины, особенно при движении по криволинейной траектории – одном из сложных и опасных режимов эксплуатации.

Проведенный анализ показал, что наиболее достоверную оценку при этом можно получить в результате сравнения теоретической и действительной траекторий движения характерных точек машины, выявляющего степень отклонения ее от заданной траектории и позволяющего учесть множество факторов, вызывающих боковой увод шин и скольжение колес по опорной поверхности [1, 2]. Так как для этого необходимо определение теоретической траектории, то целью настоящей работы является разработка и обоснование методики ее расчета для основных этапов поворота: «вход в поворот» и «установившийся поворот».

### Методика исследования

Исходя из правильности поворота [5, 8, 9] мгновенный теоретический радиус кривизны траектории кинематического центра колесной машины, за который принята середина заднего моста – точка  $A$  (рис. 1), определяется из уравнения [4]

$$R = R(t) = \left| \frac{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}{x\dot{y} - y\dot{x}} \right|, \quad (1)$$

где  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  – координаты траектории, описываемой точкой  $D$ , м;  
 $t$  – время движения машины, с.

При этом скорость поступательного движения и перемещение машины соответственно будут определяться по следующим уравнениям [3]:

$$v = \frac{dS}{dt}$$

и

$$dS = \sqrt{dx^2 + dy^2},$$

из которых следует, что

$$v^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2,$$

где  $\dot{x} = v \cos \psi$  и  $\dot{y} = v \sin \psi$  – проекции скорости  $v$  на оси координат (рис. 1).

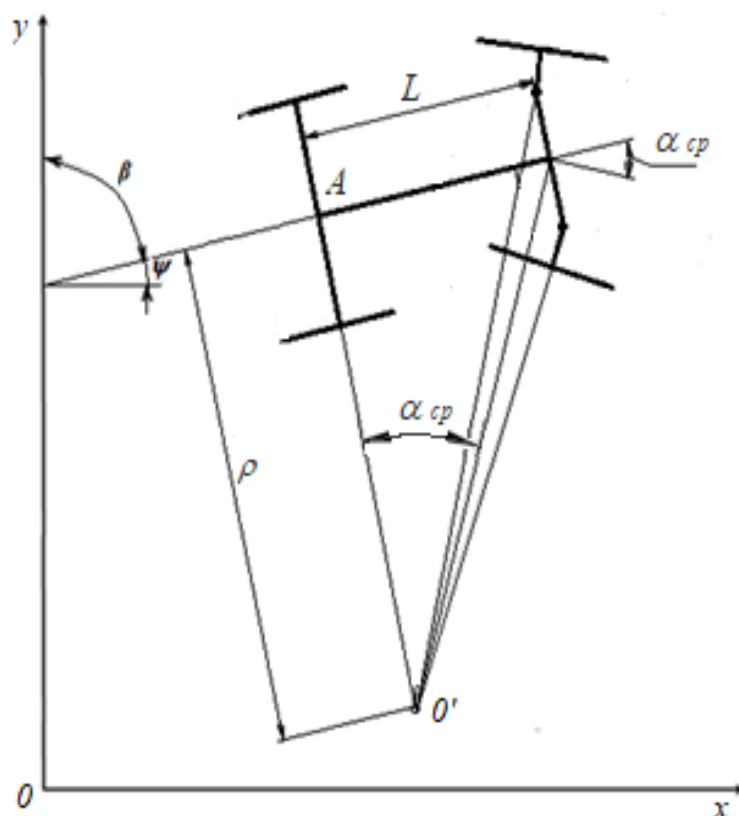


Рис. 1. Расчетная кинематическая схема криволинейного движения двухосной колесной машины

Уравнения, описывающие равномерное движение машины, будут иметь следующий вид [3, 4]:

$$x(t) = v \int_0^t \cos \psi d\tau + C_1, \quad (2)$$

$$y(t) = v \int_0^t \sin \psi d\tau + C_2, \quad (3)$$

где  $\psi = \psi(t)$  – угол между продольной осью машины и осью координат  $x$ .

Так как в начальный момент времени (при  $t = 0$ ) при переходе с прямолинейного на криволинейное движение кинематический центр машины находится в начале координат, а радиус кривизны равен бесконечности – расположен на оси  $x$ , то при этом [3, 4]

$$x = x_0 = 0; \quad y = y_0 = 0; \quad R = R_0 = \infty; \quad \psi = \psi_0 = 90^\circ.$$

С учетом первых двух условий ( $x_0 = 0$  и  $y_0 = 0$ ) из уравнений (2) и (3) получаем постоянные интегрирования  $C_1 = 0$  и  $C_2 = 0$ . Тогда

$$x(t) = v \int_0^t \cos \psi d\tau;$$

$$y(t) = v \int_0^t \sin \psi d\tau.$$

Так как угол между продольной осью трактора и осью координат  $y$  – курсовой угол движения (рис. 1) равен

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \psi,$$

то выражения (2) и (3) принимают следующий вид:

$$x(t) = v \int_0^t \sin \beta d\tau; \quad (4)$$

$$y(t) = v \int_0^t \cos \beta d\tau. \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) есть общее решение изучаемого процесса криволинейного движения машины, соответствующее траектории кинематического центра [3].

Так как

$$dS = R d\beta,$$

то

$$\frac{dS}{dt} = R \frac{d\beta}{dt} = v$$

и

$$v \frac{dt}{R} = d\beta.$$

Интегрирование последнего равенства дает выражение

$$v \int_0^t \frac{d\tau}{R} = \beta + C_3,$$

где при начальных условиях  $t = 0$  и  $\beta = 0$ , постоянная интегрирования  $C_3 = 0$  [3, 4]. При этом формула для определения курсового угла примет окончательный вид:

$$\beta = v \int_0^t \frac{d\tau}{R}. \quad (6)$$

Допустим, что независимо от скорости поступательного движения машины управляющее воздействие на передние колеса через рулевой механизм водитель передает с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , тогда их поворот на угол  $\alpha_{cp}$  за время  $t$  [2]

$$\alpha_{cp} = \alpha = \omega t. \quad (7)$$

Так как в соответствии с рисунком 1 [5, 8, 9]

$$R = \frac{L}{tg\alpha_{cp}}, \quad (8)$$

где  $L$  – продольная база машины, м, то с учетом выражений (6), (7) и (8) окончательно параметрические уравнения движения кинематического центра машины (4) и (5) для участка входа в поворот будут следующего вида:

$$x(t) = v \int_0^t \sin \left( v \int_0^{t_1} \frac{tg(\omega\tau)}{L} d\tau \right) dt_1; \quad (9)$$

$$y(t) = v \int_0^t \cos \left( v \int_0^{t_1} \frac{tg(\omega\tau)}{L} d\tau \right) dt_1. \quad (10)$$

Внутренний интеграл в выражениях (9) и (10) может быть вычислен непосредственно по следующей формуле [4]

$$- \frac{\ln(\cos(\omega t_1))}{L\omega}.$$

Тогда после преобразований формулы (9) и (10) примут вид:

$$x(t) = v \int_0^t - \sin \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t_1))}{L\omega} \right) dt_1; \quad (11)$$

$$y(t) = v \int_0^t \cos \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t_1))}{L\omega} \right) dt_1. \quad (12)$$

Первые производные по времени от координат (11) и (12) определяются по следующим формулам:

$$\frac{dx}{dt} = \dot{x} = -v \sin \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t))}{L\omega} \right);$$

$$\frac{dy}{dt} = \dot{y} = v \cos \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t))}{L\omega} \right);$$

а вторые –

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} = \frac{v^2 \cos \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t))}{L\omega} \right) \sin(\omega t)}{L \cos(\omega t)};$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} = \frac{v^2 \sin \left( \frac{v \ln(\cos(\omega t))}{L\omega} \right) \sin(\omega t)}{L \cos(\omega t)}.$$

Так как из формулы (8) текущий радиус кривизны траектории

$$\rho(t) = Lctg\omega t, \quad (13)$$

а полное время входа в поворот, согласно (7),

$$T = \alpha_{max}/\omega,$$

то радиус кривизны в момент времени  $T$

$$R = Lctg\alpha_{max}. \quad (14)$$

Исходя из этих соотношений, координата  $x_Q$  (рис. 2) окончания входа в поворот определяется по формуле

$$x_0 = x(T).$$

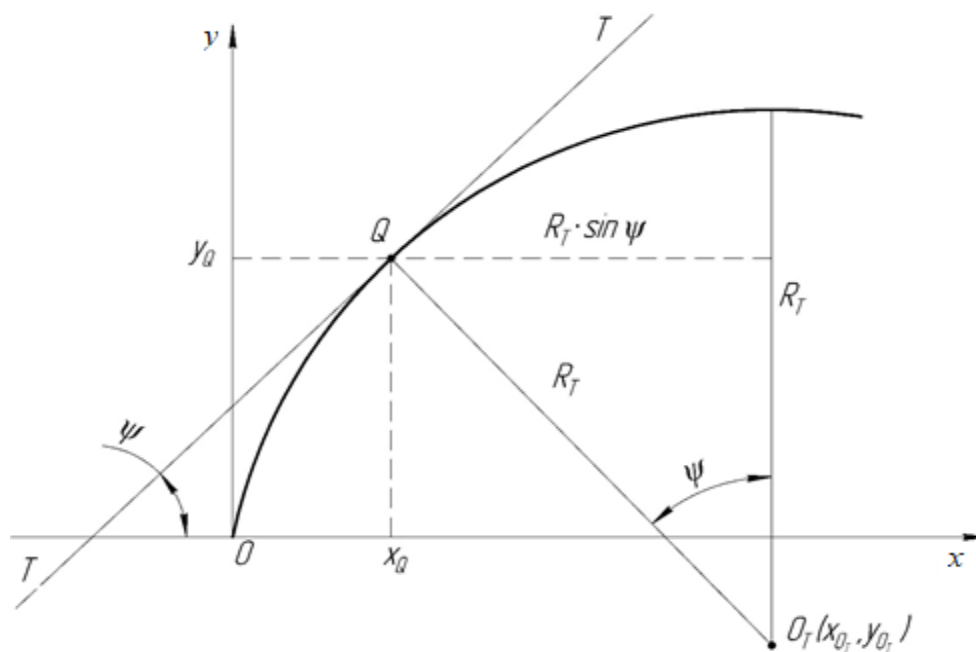


Рис. 2. «Склейка» участков траектории криволинейного движения

По формулам (11) и (12) вычисляем массив данных для получения явной аппроксимирующей функции траектории движения при входе в поворот  $y = f(x)$ . Вид этой функции должен согласовываться со значениями радиуса кривизны в точке  $x_0$ , определенного по формулам (1) и (13).

Дальнейшее движение при постоянном угле поворота колес продолжается на участке установившегося поворота по окружности радиуса  $R_T$ . В связи с этим строим сопряженную с кривой траектории входа в поворот  $y = f(x)$  окружность этого радиуса из условий их непрерывности и гладкости [4, 7]

$$(x - x_{O_T})^2 + (y - y_{O_T})^2 = R_T^2, \quad (15)$$

удовлетворяющую условиям

$$y(x_Q) = f(x_Q); \quad \frac{dy(x_Q)}{dx} = \frac{df(x_Q)}{dx}. \quad (16)$$

Затем составляется кусочно-гладкая функция  $y(x)$  вида

$$y(x) = \begin{cases} f(x), & x \leq x_Q \\ R_T^2 / (x - x_{O_T}), & x > x_Q \end{cases}$$

Полученная функция представляет собой теоретическую траекторию движения машины до ее максимальной ординаты.

Так как тангенс угла  $\psi$  наклона касательной  $T-T$  к траектории в точке  $Q$  равен производной функции  $y = p(v)x^q$  в точке  $x_Q$  (рис. 2) [4, 7]

$$\operatorname{tg} \psi = p(v)q \cdot x_Q^{q-1},$$

то

$$\sin \psi = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}} = \frac{p(v)q \cdot x_Q^{q-1}}{\sqrt{1 + (p(v)q \cdot x_Q^{q-1})^2}},$$

$$\cos \psi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (p(v)q \cdot x_Q^{q-1})^2}}.$$

Как следует из рисунка 2, координата центра  $O_T$  окружности радиуса  $R_T$  по оси  $x$  на участке установившегося движения

$$x_{O_T} = x_Q + R_T \sin \psi. \quad (17)$$

Так как окружность проходит через точку  $Q(x_Q, y_Q)$ , определяем координату центра  $O_T$  окружности радиуса  $R_T$  по оси  $y$  на участке установившегося движения из общего уравнения окружности (15) по формуле

$$y_{O_T} = y_Q - \sqrt{R_T^2 - (x_Q - x_{O_T})^2} = y_Q - \sqrt{R_T^2 - R_T^2 \sin^2 \psi} = y_Q - R_T \cos \psi. \quad (18)$$

### Результаты и их обсуждение

Рассмотрим описанный алгоритм для конкретных числовых значений конструктивных и эксплуатационных параметров колесной машины.

При  $v = 2,556$  м/с,  $\omega = 0,155$  1/с,  $L = 2,78$  м,  $\alpha_{max} = 0,62$  – время движения до окончания входа в поворот  $T = 4$  с. Теоретический радиус кривизны, определенный по формулам (1) и (14), равен в этом случае  $R = 3,894$  м.

Явная функция, аппроксимирующая теоретические координаты движения (1) и (12), в данном случае принимает вид [6]

$$\gamma(x) = 6,445x^{0,33} - 0,0848x^{1,932}. \quad (19)$$

Радиус кривизны траектории, определенной функцией  $y(x)$  (19), с учетом того, что [4, 7]

$$\rho(x) = \frac{(1 + y_x'^2)^{1,5}}{|y_x''|}$$

может быть вычислен по формуле

$$\rho(x) = - \frac{\left(1 + \left(\frac{2,128}{x^{0,67}} - 0,164x^{0,932}\right)^2\right)^{1,5}}{\frac{1,425}{x^{1,67}} - \frac{0,153}{x^{0,068}}}. \quad (20)$$

Значение радиуса кривизны в точке окончания входа в поворот, вычисленное по формуле (20), равно  $\rho(x_Q) = 3,899$  м, что практически совпадает с теоретическим радиусом кривизны  $R = 3,894$  м, определенным по формулам (1), (14).

На рисунке 3 представлены график функции (19) и координаты точек входа в поворот, определенные по формулам (11) и (12).

Как видно на рисунке 3, наблюдается полное соответствие аппроксимирующей функции координатам точек.

Склейка функции (16) и окружности радиуса  $R_T$  (15) дает функцию

$$\gamma(x) = \begin{cases} 6,445x^{0,33} - 0,085x^{1,932}, & x < 3,643, \\ 5,168 + \sqrt{15,163 - (x - 4,924)^2}, & x > 3,643 \end{cases}$$

график которой представлен на рисунке 4.

Центр сопряженной окружности (17), (18) определен из условий склейки (16)  $x_{O_T} = 4,924$  м,  $y_{O_T} = 5,168$  м (рис. 2).



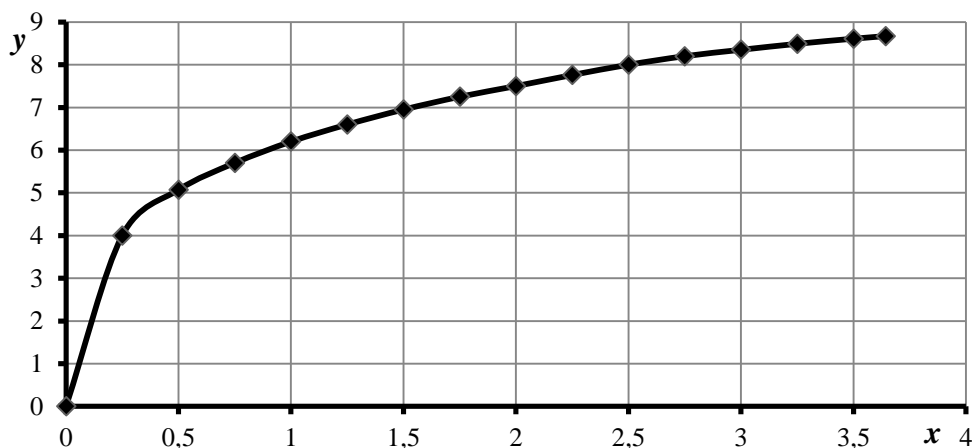


Рис. 3. График теоретической функции  $y(x)$  и координаты точек  $x(t)$  и  $y(t)$  кривой траектории входа в поворот

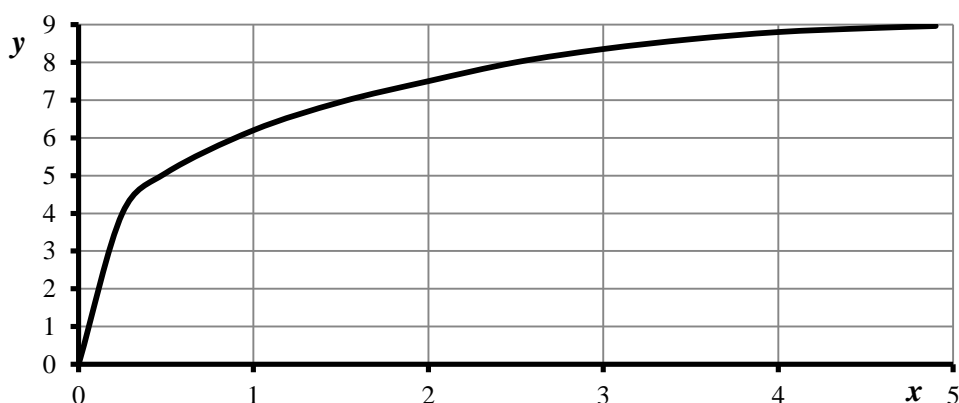


Рис. 4. График теоретической функции  $y(x)$  кривой траектории входа в поворот и установившегося поворота

### Выводы

1. Полученные в параметрической форме уравнения для определения текущих координат криволинейной траектории движения кинематического центра колесной машины при входе в поворот позволили провести расчет их величин, методом нелинейной аппроксимации массива которых выбрана функция явного вида.

2. Исходя из условий непрерывности и гладкости, проведена «склейка» функции явного вида кривой траектории входа в поворот и окружности постоянного радиуса — траектории установившегося поворота и выбрана функция теоретической траектории движения машины до ее максимальной ординаты.

3. Сравнение результатов расчетов с использованием функций параметрического и явного видов показало достаточную сходимость результатов.

### Список источников

1. Беляев А.Н., Афоничев Д.Н., Тришина Т.В. Оценка параметров клотоидной траектории входа в поворот колесной машины // Наука в Центральной России. 2022. № 2(56). С. 30–37. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-2-30-37.
2. Беляев А.Н. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов на базе интегральных универсально-пропашных колесных тракторов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Мичуринск-наукоград, 2019. 440 с.
3. Болотин С.В., Карапетян А.В., Кугушев Е.И., Трещев Д.В. Теоретическая механика: учебник для студентов учреждений высшего проф. образования. Москва: Издательский центр «Академия», 2010. 432 с.
4. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. Москва: Наука, 1961. 871 с.
5. Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е. и др. Тракторы: теория: учебник для вузов по специальности «Автомобили и тракторы». Москва: Машиностроение, 1988. 374 с.
6. Дьяконов В.П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. Москва: ДМК-Пресс, 2011. 800 с.
7. Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. Москва: ДМК-Пресс, 2009. 1264 с.

8. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основа теории и расчет трактора и автомобиля. Москва: Агропромиздат, 1986. 383 с.
9. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. 2-е изд., доп. и перераб. Москва: Машиностроение, 1990. 352 с.
10. Трояновская И.П. Механика криволинейного движения тракторных агрегатов: монография. Челябинск: Издательство Челябинского ГАУ. 2009. 152 с.

#### References

1. Belyaev A.N., Afonichev D.N., Trishina T.V. Estimation of the parameters of the clotoid trajectory of the entrance into the turn of a wheeled vehicle. *Nauka v Tsentralnoj Rossii = Science in the Central Russia*. 2022;2(56):30-37. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-2-30-37. (In Russ.).
2. Belyaev A.N. Povyshenie effektivnosti raboty mashinno-traktornykh agregatov na baze integral'nykh universal'no-propashnykh kolesnykh traktorov [Improving the efficiency of machine-tractor units based on integral universal row-crop wheeled tractors]: dissertatsiya ... doctora tekhnicheskikh nauk = Doctoral Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Michurinsk-naukograd; 2019. 440 p. (In Russ.).
3. Bolotin S.V., Karapetyan A.V., Kugushev E.I., Treshchev D.V. Teoreticheskaya mekhanika: uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego professional'nogo obrazovaniya [Theoretical mechanics: textbook for students of institutions of higher professional education]. Moscow: Akademiya Press; 2010. 432 p. (In Russ.).
4. Vygodsky M.Ya. Spravochnik po vysshej matematike [Handbook of Higher Mathematics]. Moscow: Nauka Press; 1961. 871 p. (In Russ.).
5. Guskov V.V., Velev N.N., Atamanov Yu.E. et al. Traktory. Teoriya: uchebnik dlya vuzov po special'nosti "Avtomobili i traktory" [Tractors. Theory: textbook for universities in the specialty "Cars and tractors"]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1988. 374 p. (In Russ.).
6. Diakonov V.P. Maple 10/11/12/13/14 v matematicheskikh raschetakh [Maple 10/11/12/13/14 in mathematical calculations]. Moscow: DMK-Press; 2011. 800 p. (In Russ.).
7. Diakonov V.P. Entsiklopediya komp'yuternoj algebry [Encyclopedia of computer algebra]. Moscow: DMK-Press; 2009. 1264 p. (In Russ.).
8. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля [Foundations of the theory and calculation of a tractor and a car]. Moscow: Агропромиздат Press; 1986. 383 p. (In Russ.).
9. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. 2-е издание, доп. и перераб. [Theory of motion of wheeled vehicles. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1990. 352 p. (In Russ.).
10. Трояновская И.П. Механика криволинейного движения тракторных агрегатов: монография [Mechanics of curvilinear motion of tractor units: monograph]. Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agrarian University Press; 2009. 152 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах

А.Н. Беляев – доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», aifkm\_belyaev@mail.ru.

В.П. Шацкий – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agroeng.vsau.ru.

Т.В. Тришина – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», tata344@rambler.ru.

А.Е. Новиков – ассистент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», novikov-alexey1@yandex.ru.

И.А. Высоцкая – кандидат физико-математических наук, преподаватель кафедры математики ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, i.a.trishina@gmail.com.

#### Information about the authors

A.N. Belyaev, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, aifkm\_belyaev@mail.ru.

V.P. Shatsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agroeng.vsau.ru.

T.V. Trishina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, tata344@rambler.ru.

A.E. Novikov, Assistant, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, novikov-alexey1@yandex.ru.

I.A. Vysotskaya, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Lecturer, the Dept. of Mathematics, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, i.a.trishina@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 14.12.2022; одобрена после рецензирования 18.01.2023; принята к публикации 28.01.2023.

The article was submitted 14.12.2022; approved after reviewing 18.01.2023; accepted for publication 28.01.2023.

© Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Новиков А.Е., Высоцкая И.А., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.436.33:001.7:636

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_98

#### Инновации в организации производства продукции животноводства в России

Константин Семенович Терновых<sup>1✉</sup>, Ольга Ивановна Кучеренко<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Ktern@yandex.ru✉

**Аннотация.** Рассмотрены сущностные характеристики технико-технологических, селекционно-генетических, организационно-управленческих и экологических инноваций в животноводстве России. В процессе исследования установлено, что научно-технический прогресс и инновационные преобразования значительно повлияли на интенсивное развитие животноводческой отрасли. Приводятся данные о том, что за последние десять лет было построено, реконструировано и модернизировано 2127 объектов в молочном скотоводстве, 316 – в свиноводстве, 252 – в птицеводстве. Производство молока в хозяйствах всех категорий за анализируемый период увеличилось на 49,1%, скота и птицы в убойном весе – в 2,1 раза. Анализ показал, что наиболее активно инновации внедряются в молочном скотоводстве и свиноводстве. При этом в молочном скотоводстве инновации используются в основном при проведении таких важных технологических операций, как доение и кормление животных. Отмечено особое значение цифровых технологий как одного из элементов организационно-управленческих инноваций. Цифровизация обеспечивает рациональное использование ресурсов, постоянный контроль производственных процессов в режиме реального времени. Наиболее активными участниками инновационно-инвестиционной деятельности в животноводстве Воронежской области являются интегрированные агропромышленные формирования. Примером инновационно ориентированных производств могут служить подразделения крупных агрохолдингов: в молочном скотоводстве – ГК «ЭкоНива», АО «Молвест», ООО УК «Дон-Агро»; в свиноводстве – ГК «Агрэко», ГК «РУСМИТ», Верхнехавский агрохолдинг и др. Обобщение опыта функционирования современных молочных и свиноводческих комплексов региона позволило выделить особенности организации инновационных производственных процессов в доении коров (доильные залы параллельного типа и типа «Елочка», доильные роботы), в кормлении (автоматизированные системы приготовления и раздачи кормов), в навозоудалении (самосплавные системы), в управлении производством (программные продукты ведения селекционно-племенной работы, бонитировки животных, оптимизации структуры стада и др.).

**Ключевые слова:** инновации, инновационные технологии, отрасли животноводства, молочное скотоводство, свиноводство, интегрированные агропромышленные формирования, Воронежская область

**Для цитирования:** Терновых К.С., Кучеренко О.И. Инновации в организации производства продукции животноводства в России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 98–105. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_98](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_98)–105.

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Innovations in the organization of livestock production in Russia

Konstantin S. Ternovykh<sup>1✉</sup>, Olga I. Kucherenko<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>organiz@agroeco.vsau.ru✉

**Abstract.** The authors have considered the essential characteristics of technical, technological, genetic, selection, organizational, managerial, and ecological innovations in livestock industry. In the course of research it was found that scientific and technological progress and innovative transformations significantly influenced the intensive development of the industry under discussion. The provided data shows that over the past ten years 2127 facilities in dairy cattle breeding, 316 facilities in pig breeding, and 252 facilities in poultry farming have been built, reconstructed or modernized. Over the analyzed period, milk production in farms of all categories has increased by 49.1%, while livestock and poultry production in carcass weight equivalent has increased by 2.1 times. The analysis has shown that innovations are being most actively implemented in dairy cattle and pig breeding. However, innovations in dairy cattle breeding are mainly used in such important technological operations as milking and feeding. Special importance of digital technologies as one of the elements of organizational and managerial innovations can be noted. Digitalization ensures the rational use of resources and constant monitoring of production processes in real time. The most active participants in the innovation and investment activities in the livestock sector of Voronezh Oblast are integrated agroindustrial formations. Examples of innovation-oriented production units include

subdivisions of large agricultural holdings, e.g. EkoNiva Group of Companies, Molvest JSC, Don-Agro Management Company in dairy cattle breeding; Agroeco Group of Companies, RUSMIT Group of Companies, Verkhnekhavskiy Agricultural Holding in pig breeding, etc. As a result of summarizing the practices of functioning of modern dairy and pig breeding complexes in the region it was possible to identify the features of organization of innovative production processes in cow milking (e.g. parallel and herringbone milking parlors, milking robots), animal feeding (e.g. automated systems for feed preparation and foddering), manure removal (e.g. flush flume systems), and production management (e.g. software for selection and breeding work, animal evaluation, herd structure optimization, etc.).

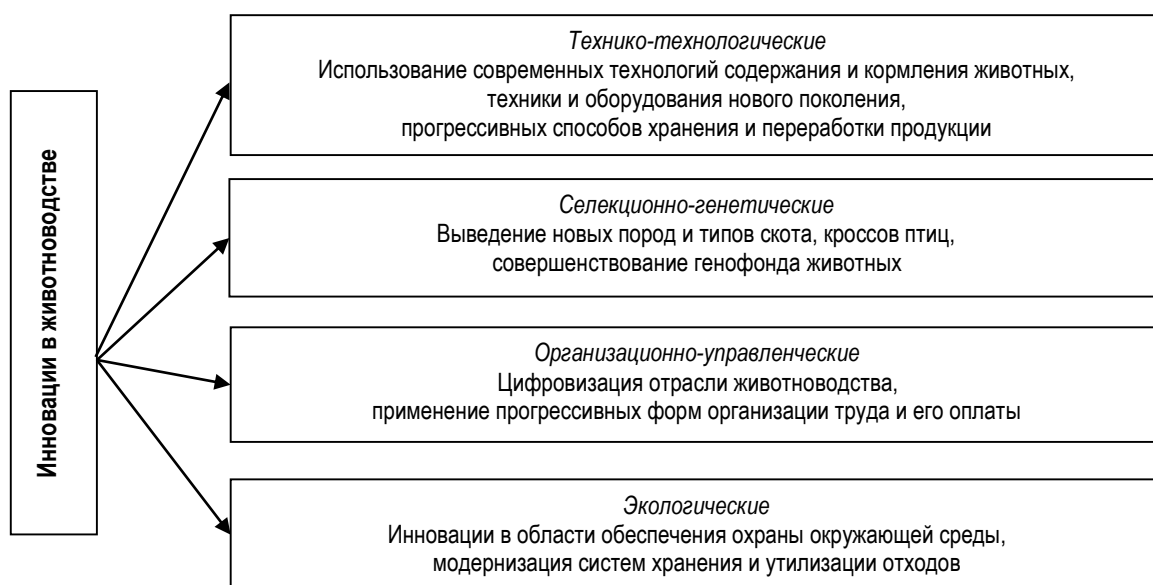
**Key words:** innovations, innovative technologies, livestock industries, dairy cattle breeding, pig breeding, integrated agroindustrial formations, Voronezh Oblast

**For citation:** Ternovykh K.S., Kucherenko O.I. Innovations in the organization of livestock production in Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):98-105. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_98-105](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_98-105).

**В** настоящее время научно-технический прогресс и инновационные преобразования оказывают значительное влияние на интенсивное развитие отрасли животноводства и являются решающим фактором повышения эффективности производства. Благодаря реализации федеральных и региональных государственных программ, направленных на поддержку аграрного сектора экономики России, за последние десять лет было построено, реконструировано и модернизировано 2127 объектов в молочном скотоводстве, 316 – в свиноводстве, 252 – в птицеводстве [10, 11]. За период 2011–2021 гг. производство молока в хозяйствах всех категорий увеличилось на 49,1%, скота и птицы в убойном весе – в 2,1 раза.

Инновационные преобразования вывели животноводство на качественно новый путь развития, что, в конечном итоге, коренным образом изменило систему ведения отрасли и организацию производства ее продукции.

Обобщение результатов исследований ученых в области инновационного развития животноводства в современных условиях позволило выделить следующие группы инноваций, оказавших влияние на изменение производственных процессов: технико-технологические, селекционно-генетические, организационно-управленческие и экологические [3, 5, 6, 13] (см. рис.).



Блок-схема сущностных характеристик групп инноваций в животноводстве

*Технико-технологические инновации* связаны с использованием современных технологий содержания и кормления скота и птицы, техники и оборудования нового поколения, прогрессивных способов хранения и переработки продукции. В 2021 г. удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации в животноводстве в Российской Федерации, составил 9,3% [9].

Направления технико-технологических инноваций в животноводстве достаточно разнообразны. Это могут быть: качественные изменения технических средств, основанные на использовании высокотехнологичных материалов, возобновляемых источников энергии или современных конструктивных решений; совершенствование производственных процессов путем полной замены старого оборудования на новое или его модернизации, автоматизации производства. В процессе исследования выявлено, что наиболее активно технико-технологические инновации на отечественных сельскохозяйственных предприятиях внедряются в молочном скотоводстве и свиноводстве. При этом свиноводство в большей степени восприимчиво к инновациям, что обусловлено особенностями отрасли (быстрая оборачиваемость капитала, гибкость производства и др.). Инновационные решения в отрасли связаны с применением автоматических технических средств и прогрессивных технологий на вновь построенных и модернизированных свиноводческих комплексах. Например, в крупных агрохолдингах, специализирующихся на производстве свинины, кормление свиней осуществляют с помощью автоматизированного оборудования (WEDA, Big Dutchman и др.). Каждый кормовой бункер снабжен специальными датчиками, которые учитывают расход корма и оценивают эффективность рецептур кормов для каждой группы свиней [15].

Проведенный анализ функционирования сельскохозяйственных предприятий молочного направления показал, что инновации здесь используются в основном при проведении таких технологических операций, как доение и кормление животных. Современные скотоводческие комплексы организуют доение коров в доильных залах с использованием автоматизированных доильных установок «Тандем», «Елочка», «Карусель», которые позволяют в автоматическом режиме осуществлять подготовку вымени, контролировать молокоотдачу, отключать доильные аппараты, вести автоматизированный учет надоев молока. Отечественными учеными разработаны автоматизированные и роботизированные варианты доильного модуля с манипулятором и интеллектуальной системой управления процессом доения по четвертям вымени коровы, обеспечивающие снижение заболеваний коров маститом и их преждевременную выбраковку на 25–30%, повышение их продуктивного использования до 5–6 лактаций [4].

Перспективными инновационными направлениями развития молочного скотоводства являются создание и использование доильных роботов с автоматизацией выполнения всех операций без участия операторов. На отечественном рынке технического обеспечения отрасли в основном представлены роботы импортного производства фирм DeLaval, Gea Farm Technologies, Full-wood, Lely и др. Применение роботизированных систем повышает интенсивность использования доильного оборудования, обеспечивает комфортное размещение коров в доильном боксе, быстрое подключение к вымени доильных стаканов, высокие гигиенические стандарты доения, контроль качества молока, энергосбережение, снижение затрат труда, увеличение пропускной способности. Животные сами выбирают частоту доения в зависимости от продуктивности [1]. Применение доильных роботов позволяет увеличить продуктивность коров на 12–15% [7], уменьшить затраты труда по сравнению с доением в залах с установками «Елочка» и «Параллель» в 4–6 раз [8].

Инновации в кормлении крупного рогатого скота представлены интегрированными роботизированными системами. Так, автоматическая система кормления Lely Vector, включающая кормовую кухню и робот-миксер, может автономно обеспечивать кормление 250–300 гол. животных в течение 3 суток. Эта система способствует улучшению здоровья животных, предоставляет данные о потреблении корма, его стоимости. С помощью компьютера составляется план кормления, ведется учет количества кормов на складе, совершенствуется рацион кормления и формируются необходимые отчеты. Сенсорный датчик определяет количество корма на кормовом столе и потребность в

нем без участия персонала. Роботизированная система позволяет экономить до 10 тыс. л дизельного топлива в год и до 6 тыс. рабочих часов по сравнению с привычным способом кормораздачи [1].

*Селекционно-генетические инновации* характеризуются выведением новых пород и типов скота, кроссов птиц, совершенствованием генофонда животных. Инновации в селекции скота и птицы способствуют реализации их генетического потенциала и обеспечивают рост продуктивности, более рациональное использование ресурсов, сокращение материально-денежных средств на единицу продукции. В свиноводстве одним из современных способов разведения животных является реципрокно-рекуррентная селекция. Этот метод разведения основан на реципрокном тестовом спаривании хряков одной породы с матками другой породы [12].

В молочном скотоводстве новые технологии в генетике связаны с изменением ДНК коровы таким образом, что блокируются нежелательные характеристики [6]. Это позволяет снижать распространение инфекций и заболеваний, которые ведут к массовому падежу скота и, как следствие, росту финансовых потерь сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Особое место в *организационно-управленческих инновациях* занимают цифровые технологии. Цифровизация в современных условиях является неотъемлемой частью организации производственных процессов в животноводстве. В России разработан и внедрен программный комплекс «СЕЛЭКС», состоящий из информационно-аналитических систем (ИАС) «СЕЛЭКС. Молочный скот» и «СЕЛЭКС. Мясной скот» для ведения селекционно-племенной работы, бонитировки животных, оптимизации структуры стада и других операций в молочном и мясном скотоводстве [4, 14]. Программный комплекс «СЕЛЭКС» включает в себя несколько модулей, таких как «Прогноз продуктивности», «Структура картотеки», «Молодняк», «Обмен данными», «Оборот стада», «Экономика» и др. Модуль «Экономика», в частности, дает возможность провести анализ фактических производственных показателей работы предприятия, сравнить различные варианты и определить приоритетные производства, в результате найти оптимальное решение по текущим и перспективным производственным задачам [14]. В целом программный комплекс позволяет автоматизировать первичный учет, оперативно управлять производственными процессами, прогнозировать производство продукции животноводства, своевременно осуществлять воспроизводство стада.

В молочном скотоводстве успешно применяются цифровые технологии в области управления стадом. Одним из самых распространенных программных средств является ИАС с модульной архитектурой Dairy Plan, которая объединила целый комплекс программ различного направления, реализующих функции по управлению доением, воспроизводством, кормлением и здоровьем животных, по проведению индивидуальной оценки и представлению результатов анализа данных в виде графиков и таблиц. В частности, работники предприятия могут точно измерить количество полученного молока, выявить коров в охоте для своевременного осеменения, в результате сократить межотельный период и снизить затраты на осеменение. По итогам анализа электропроводности молока определяются потенциально больные маститом коровы [1]. Также эта система дает возможность проведения индивидуальной оценки животного и предоставления данных анализа в виде графиков и таблиц.

В свиноводстве к одной из перспективных цифровых платформ можно отнести BigFarmNet, которая представляет собой набор таких приложений, как «Система сухого и жидкого кормления», «Станция кормления по вызову», «Сортировочные весы», «Кормление поросят-сосунов», «Управление микроклиматом и аварийной сигнализацией» и др. [15]. Кроме того, активно используются системы радиочастотной идентификации животных – RFID-технологии, которые решают широкий спектр производственных и управленческих задач – от учета поголовья скота, контроля за его переме-

шением до вакцинации и оптимизации селекционной работы. Это значительно сокращает затраты труда, исключает влияние человеческого фактора, ускоряет обработку информации и, как следствие, повышаются доходность сельскохозяйственных предприятий и их конкурентоспособность [2]. Опыт функционирования ведущих отечественных свиноводческих предприятий свидетельствует о том, что благодаря цифровым технологиям в управлении производственными процессами среднесуточный прирост свиней на откорме составляет 700–750 г и выше [8].

В связи с ростом концентрации поголовья скота и птицы в агрохолдингах и интенсификацией производства встает проблема внедрения *экологических инноваций*, прежде всего связанных с модернизацией систем хранения и утилизацией отходов. Например, в свиноводстве получила повсеместное распространение самосплавная система навозоудаления с устройством накопительных ванн. Навоз накапливается в течение 10–30 дней и далее посредством поднятия пробок в ваннах производится сброс навоза в лагуны, где он отстаивается в течение года, а затем используется в качестве удобрения [15].

Заслуживают внимания технологии подготовки и переработки навоза, которые используются не только в России, но и во многих странах Европы: компостирование, гомогенизация, естественное и механическое разделение на фракции, биологическая очистка животноводческих стоков. Прогрессивным способом подготовки к использованию полужидкого навоза является технология производства комплексных органо-минерально-бактериальных удобрений. Эта технология производства нового типа комплексного удобрения базируется на принципах ротационного гранулирования и предусматривает дозирование минеральных и других компонентов непосредственно в процессе приготовления компостной смеси и дальнейшую ее стабилизацию [7].

Следует отметить, что затраты на инновации в животноводстве, направленные на улучшение экологии, в 2021 г. составили 53,0 млн руб., в том числе 4,4 млн руб. на одно предприятие [9].

Исследованиями установлено, что сельхозпроизводители Воронежской области являются активными участниками инновационно-инвестиционной деятельности в аграрном бизнесе. Примером инновационно ориентированных производств могут служить подразделения крупных агрохолдингов:

- в молочном скотоводстве – ГК «ЭкоНива», АО «Молвест», ООО УК «Дон-Агро»;
- в свиноводстве – ГК «Агроэко», ГК «РУСМИТ», ГК «Верхнехавский элеватор» и др.

По итогам 2021 г. интегрированными структурами было произведено 7081,6 тыс. ц молока и 3006,1 тыс. ц свиней на убой в живом весе, что составило соответственно 83,4 и 99,9% от всех организаций Воронежской области (табл. 1).

**Таблица 1. Роль интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ) Воронежской области в производстве молока и свинины (2021 г.)**

| Производители                      | Молоко |       | Производители                      | Свиньи на убой в живом весе |       |
|------------------------------------|--------|-------|------------------------------------|-----------------------------|-------|
|                                    | тыс. ц | %     |                                    | тыс. ц                      | %     |
| Сельхозорганизации области – всего | 8491,1 | 100,0 | Сельхозорганизации области – всего | 3007,2                      | 100,0 |
| в том числе ИАПФ                   | 7081,6 | 83,4  | в том числе ИАПФ                   | 3006,1                      | 99,9  |
| из них                             |        |       | из них                             |                             |       |
| ГК «ЭкоНива»                       | 4602,7 | 54,2  | ГК «Агроэко»                       | 2110,5                      | 70,2  |
| АО «Молвест»                       | 940,1  | 11,1  | ГК «РУСМИТ»                        | 323,1                       | 10,7  |
| ООО УК «Дон-Агро»                  | 523,1  | 6,2   | ГК «Верхнехавский агрохолдинг»     | 319,3                       | 10,6  |

Источник: рассчитано на основе годовых отчетов предприятий.

Ведущие позиции в молочном скотоводстве Воронежской области занимает Группа компаний «ЭкоНива» – 54,2% от общего объема, в свиноводстве – Группа компаний «Агроэко» – 70,2% от общего объема. В общероссийском рейтинге производителей молока в 2021 г. ГК «ЭкоНива» находилась на первом месте, а ГК «Агроэко» вошла в пятерку лидеров-производителей свинины.

Важно отметить, что животноводческие подразделения крупных агроформирований области повсеместно внедряют достижения научно-технического прогресса, современные инновационные технологии, роботизированное оборудование отечественных и зарубежных фирм, поэтому организация производства на предприятиях такого типа осуществляется с высоким уровнем механизации, автоматизации и информатизации производственных процессов.

Выявленные особенности организации инновационно ориентированных производственных процессов на современных молочных и свиноводческих комплексах Воронежской области представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Особенности организации инновационно ориентированных производственных процессов на животноводческих комплексах ИАПФ Воронежской области**

| <b>Виды производственных процессов</b>  | <b>Молочное скотоводство</b>  | <b>Свиноводство</b>  |
|---|---|--|
| Доение коров                            | Доильные залы параллельного типа и типа «Елочка», роботизированное доение коров   | –  |
| Приготовление и раздача кормов          | Мобильные смесители-кормораздатчики; автоматические системы кормления, включающие кормовую кухню и робот-миксер   | Автоматизированные системы приготовления и раздачи кормов (WEDA, Big Dutchman и др.)                                 |
| Навозоудаление                          | Погрузчик + очиститель навозного прохода  | Самосплавная система   |
| Управление производственными процессами | Программные продукты, которые осуществляют учет и анализ качественных показателей молока по каждой корове, зоотехнический и племенной учет, оперативное управление производственными процессами | Цифровые технологии, которые позволяют постоянно контролировать производственные процессы в режиме реального времени |

Источник: [15, 16].

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что современные технико-технологические, селекционно-генетические, организационно-управленческие и экологические инновации оказывают значительное влияние на интенсивное развитие отечественного животноводства, а также на систему ведения отрасли и организацию производства продукции.

**Список источников**

1. Артемова Е.И., Шпак Н.М. Цифровизация как инструмент инновационного развития молочного скотоводства // Вестник Академии знаний. 2019. № 31(2). С. 15–19.
2. Буклагин Д.С. Цифровые технологии и системы управления в животноводстве // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4(40). С. 105–112.
3. Водяников В.Т. Экономические аспекты и актуальные направления развития технического прогресса в АПК на современном этапе // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2019. № 3(91). С. 59–63. DOI: 10.34677/1728-7936-2019-3-59-63.
4. Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Павкин Д.Ю. Разработка автоматизированного и роботизированного комплекса машин и оборудования с интеллектуальными цифровыми технологиями для развития молочного животноводства // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 2(46). С. 24–31. DOI: 10.51794/27132064-2022-2-24.



5. Косякова Л.Н. Основные направления инновационного развития и классификация инноваций отрасли животноводства // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 42. С. 226–232.
6. Ляшко С.М., Медеяева З.П. Направления инновационного развития отрасли молочного скотоводства в России // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях: материалы II международной научно-практической конференции (Воронеж, 29–30 октября 2020 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С. 152–157.
7. Морозов Н.М. Направления развития техники для механизации и автоматизации животноводства // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 2(46). С. 11–17. DOI 10.51794/27132064-2022-2-11.
8. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 4(262). С. 2–7. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-2-7.
9. Наука, инновации и технологии. Информационно-аналитический материалы [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 11.11.2022).
10. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2014 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Москва: МСХ, 2015. 274 с.
11. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2021 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Москва: МСХ, 2022. 208 с.
12. Пономарев А.С., Востроилов А.В. Эффективность использования свиней крупной белой породы, ландрас и дюрок в условиях селекционно-гибридного центра // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы IV международной научно-практической конференции (Воронеж, 20 декабря 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С. 125–129.
13. Степанова Э.В. Инновационные технологии ресурсосбережения в животноводстве // Эпоха науки. 2020. № 24. С. 263–267. DOI: 10.24411/2409-3203-2020-12454.
14. Сутолкин А.А., Востроилов А.В., Рыжков Е.И., Пронина Е.А. Применение современных информационных технологий в животноводстве // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы IV международной научно-практической конференции (Воронеж, 20 декабря 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С. 209–211.
15. Терновых К.С., Китаев Ю.А. Оценка эффективности функционирования молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 3(70). С. 141–146. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2021-3-141.
16. Терновых К.С., Камалян А.К., Кучеренко О.И., Плякина А.А. Развитие свиноводства на основе современных инновационных технологий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 3(62). С. 153–160. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.153.

## References

1. Artemova E.I., Shpak N.M. Tsifrovizatsiya kak instrument innovatsionnogo razvitiya molochnogo skotovodstva [Digitalization as a tool for innovative development of dairy cattle breeding]. *Vestnik Akademii znanij = Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2019;31(2):15-19. (In Russ.).
2. Buklagin D.S. Tsifrovye tekhnologii i sistemy upravleniya v zhivotnovodstve [Digital technologies and control systems in livestock]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and Technologies in Livestock*. 2020;4(40):105-112. (In Russ.).
3. Vodyannikov V.T. Ekonomicheskie aspekty i aktual'nye napravleniya razvitiya tekhnicheskogo progressa v APK na sovremennom etape [Economic aspects and actual trends of technical progress in agriculture at the present stage]. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Goryachkina" = Vestnik of federal state educational institution of higher professional education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"*. 2019;3(91):59-63. DOI: 10.34677/1728-7936-2019-3-59-63. (In Russ.).
4. Kirsanov V.V., Tsoj Yu.A., Pavkin D.Yu. Razrabotka avtomatizirovannogo i robotizirovannogo kompleksa mashin i oborudovaniya s intellektual'nymi tsifrovymi tekhnologiyami dlya razvitiya molochnogo zhivotnovodstva [Design of automated and robotic machines' complex and intelligent digital technologies' equipment for dairy farming development]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and Technologies in Livestock*. 2022;2(46):24-31. DOI: 10.51794/27132064-2022-2-24. (In Russ.).
5. Kosyakova L.N. Osnovnye napravleniya innovatsionnogo razvitiya i klassifikatsiya innovatsij otrasli zhivotnovodstva [The main directions of innovative development and classification of innovations in the livestock industry]. *Izvestia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;42:226-232. (In Russ.).
6. Lyashko S.M., Medelyaeva Z.P. Napravleniya innovatsionnogo razvitiya otrasli molochnogo skotovodstva v Rossii [Directions of innovative development of dairy cattle breeding industry in Russia]. *Upravlenie innovatsionnym razvitiem agroprodovol'stvennykh sistem na natsional'nom i regional'nom urovnyakh: materialy II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 29-30 oktyabrya 2020 g.) [Management of innovative development of agro-food systems at national and regional levels: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Voronezh, October 29-30, 2020)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2020:152-157. (In Russ.).*

7. Morozov N.M. Napravleniya razvitiya tekhniki dlya mekhanizatsii i avtomatizatsii zhivotnovodstva [Directions of mechanization development and animal husbandry automation]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and Technologies in Livestock*. 2022;2(46):11-17. DOI: 10.51794/27132064-2022-2-11. (In Russ.).

8. Morozov N.M. Ekonomicheskaya effektivnost' i tsifrovizatsiya zhivotnovodstva [Economic efficiency and digitalization of livestock]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 2019;4(262):2-7. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-4-2-7. (In Russ.).

9. Nauka, innovatsii i tekhnologii. Informatsionno-analiticheskie materialy. Ofitsial'nyj sayt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) [Science, innovations and technologies. Information and analytical documents. Official website of the Federal State Statistics Service]. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>. (In Russ.).

10. Natsional'nyj doklad "O khode i rezul'tatakh realizatsii v 2014 godu Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'kohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013-2020 gody" [National report "Concerning the progress and results of the implementation in 2014 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013-2020"]. Moscow: Ministry of Agriculture Press; 2015. 274 p. (In Russ.).

11. Natsional'nyj doklad o khode i rezul'tatakh realizatsii v 2021 godu Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'kohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya [National report "Concerning the progress and results of the implementation in 2021 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets"]. Moscow: Ministry of Agriculture Press; 2022. 208 p. (In Russ.).

12. Ponomarev A.S., Vostroilov A.V. Effektivnost' ispol'zovaniya svinej krupnoj belo j porody, landras i dyurok v usloviyakh selektsionno-gibridnogo tsentra [Efficiency of using Large White breed of pig, Landrace and Duroc in the conditions of a breeding and hybrid center]. Veterinarno-sanitarnye aspekty kachestva i bezopasnosti sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (Voronezh, 20 dekabrya 2019 g.) [Veterinary and sanitary aspects of quality and safety of agricultural products: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference (Voronezh, December 20, 2019)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2020:125-129. (In Russ.).

13. Stepanova E.V. Innovatsionnye tekhnologii resursoberezeniya v zhivotnovodstve [Prospects for innovative development of agriculture based on resource-saving technologies]. *Epokha nauki = Epoch of Science*. 2020;24:263-267. DOI: 10.24411/2409-3203-2020-12454. (In Russ.).

14. Sutolkin A.A., Vostroilov A.V., Ryzhkov E.I., Pronina E.A. Primenenie sovremennykh informatsionnykh tekhnologij v zhivotnovodstve [Application of modern information technologies in animal husbandry]. Veterinarno-sanitarnye aspekty kachestva i bezopasnosti sel'skohozyajstvennoj produkcii: materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (Voronezh, 20 dekabrya 2019 g.) [Veterinary and sanitary aspects of quality and safety of agricultural products: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference (Voronezh, December 20, 2019)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2020:209-211. (In Russ.).

15. Ternovykh K.S., Kitaev Yu.A. Otsenka effektivnosti funktsionirovaniya molochnogo skotovodstva v sel'skokhozyajstvennykh organizatsiyakh CChR [Assessment of performance efficiency of dairy cattle breeding in agricultural organizations of the Central Chernozem Region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(3):141-146. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2021-3-141. (In Russ.).

16. Ternovykh K.S., Kamalyan A.K., Kucherenko O.I., Plyakina A.A. Razvitie svinovodstva na osnove sovremennykh innovatsionnykh tekhnologij [Pig husbandry development on the basis of modern innovative technologies]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(3):153-160. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.153. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

К.С. Терновых – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [Ktern@yandex.ru](mailto:Ktern@yandex.ru).

О.И. Кучеренко – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [koi2306@yandex.ru](mailto:koi2306@yandex.ru).

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

K.S. Ternovykh, Doctor of Economic Sciences, Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Head of the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [Ktern@yandex.ru](mailto:Ktern@yandex.ru).

O.I. Kucherenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

**Статья поступила в редакцию 12.11.2022; одобрена после рецензирования 24.12.2022; принята к публикации 25.12.2022.**

**The article was submitted 12.11.2022; approved after reviewing 24.12.2022; accepted for publication 25.12.2022.**

© Терновых К.С., Кучеренко О.И., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 338.34  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_106

#### Технико-технологическая база кормопроизводства: сущность и принципы формирования

Александр Николаевич Мордовин<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
17777@rambler.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Кормопроизводство рассматривается как самостоятельная отрасль системы аграрного производства, реализующая функции производства, переработки, хранения, приготовления кормов и их подготовки к скармливанию, при этом особое внимание уделяется вопросам технико-технологического обеспечения ее функционирования. Стратегическая цель кормопроизводства определяется как создание рациональной кормовой базы, полноценной по составу питательных веществ, макро- и микроэлементов, стабильной по ритмичности поступления кормов и максимально низкой по суммарной себестоимости. Раскрывается совокупность существенных характеристик технико-технологической базы кормопроизводства, отражающих реализуемые ею цель и функциональные задачи, ключевые компоненты и принципы формирования и функционирования. Особое внимание уделяется общеметодологическим принципам и принципам воспроизводства и развития. Технико-технологическую базу кормопроизводства хозяйствующих субъектов целесообразно рассматривать как совокупность технической и технологической компонент с учетом их структурно-функциональной организации. Приводится логическая схема формирования структурных элементов технико-технологической базы кормопроизводства. Формулируются задачи перевода технико-технологической базы кормопроизводства на инновационно ориентированную модель развития. Делается вывод о том, что проведение модернизации технико-технологической базы кормопроизводства связано с инициацией, предполагающей использование как радикальных, так и эволюционных инноваций, при этом состав и структура технико-технологической базы кормопроизводства в целом соответствуют уровню развития животноводства и позволяют удовлетворить потребности отрасли в кормах нормативного качества, о чем свидетельствуют данные официальной статистики о росте продуктивности скота и птицы как в сельскохозяйственных организациях, так и в крестьянских (фермерских) хозяйствах, но при этом не позволяют полностью реализовать аграрный потенциал отдельных территорий и хозяйствующих субъектов.

**Ключевые слова:** кормопроизводство, технико-технологическая база кормопроизводства, существенные характеристики, принципы формирования, модернизация технико-технологической базы

**Для цитирования:** Мордовин А.Н. Технико-технологическая база кормопроизводства: сущность и принципы формирования // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 106–117. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_106](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_106)–117.

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Design and engineering base of fodder production, its essence and principles of formation

Aleksandr N. Mordovin<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
17777@rambler.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Fodder production is considered to be an independent branch of the agricultural production system that performs the functions of feed production, processing, storage, preparation, and pre-feeding treatment. Special attention is paid to design and engineering support of functioning of this branch. The strategic goal of fodder production is defined as the creation of a rational feed base, which is complete in terms of composition of nutrients, macro- and microelements, stable in terms of regularity of feed intake, and the cheapest-possible in terms of total cost. The author reveals the set of essential characteristics of design and engineering base of fodder production that reflect its goal and functional tasks, as well as its key components and principles of formation and functioning. Particular attention is paid to the general methodological principles and principles of reproduction and development. It is advisable to consider design and engineering base of fodder production of economic entities as a combination of technical and technological components, taking into account their structural and functional organization. The author provides a logical scheme for the formation of structural elements of design and engineering base of fodder production and formulates the tasks of

transferring design and engineering base of fodder production to the innovation-oriented development model. It is concluded that the modernization of design and engineering base of fodder production is associated with initiation, which involves the use of both radical and evolutionary innovations, and in such a case the composition and structure of design and engineering base of fodder production generally correspond to the level of development of livestock industry and allow satisfying the industry's needs for feed of standard quality. This is evidenced by official statistics on the growth of productivity of livestock and poultry both in agricultural organizations and peasant farm enterprises, but at the same time it does not allow fully realizing the agrarian potential of individual territories and economic entities.

**Key words:** fodder production, design and engineering base, essential characteristics, principles of formation, modernization of design and engineering base

**For citation:** Mordovin A.N. Design and engineering base of fodder production: its essence and principles of formation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):106-117. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_106-117](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_106-117).

Сложившиеся в современной экономической литературе определения категории «кормопроизводство» базируются на трактовке, приведенной еще в ГОСТ 23153-78 «Кормопроизводство. Термины и определения» и устанавливающей, что кормопроизводство это научно обоснованная система организационно-хозяйственных и технологических мероприятий по производству, переработке и хранению кормов [5].

В этом же документе приводится официальная трактовка и такой категории, как «кормовая база», которая определяется как совокупность материально-технических средств производства и источников получения кормов с целью обеспечения животноводства кормами. Все последующие определения этих категорий лишь уточняют или детализируют их отдельные аспекты, акцентируя внимание на отдельных элементах или характеристиках кормопроизводства и кормовой базы.

В контексте представленного исследования кормопроизводство рассматривается как самостоятельная отрасль системы аграрного производства, реализующая функции производства, переработки, хранения, приготовления кормов и их подготовки к скармливанию, при этом особое внимание уделяется вопросам технико-технологического обеспечения ее функционирования.

В качестве стратегической цели системы кормопроизводства можно выделить создание рациональной кормовой базы, полноценной по составу питательных веществ, макро- и микроэлементов, стабильной по ритмичности поступления кормов и максимально низкой по суммарной себестоимости.

Следует отметить, что как отрасль сельского хозяйства кормопроизводство не только формирует естественный базис развития животноводства, но и оказывает значимое влияние на возможность решения ключевых проблем обеспечения сбалансированного и эффективного развития всей системы аграрного производства, рационального использования земельных ресурсов, воспроизводства почвенного плодородия, устойчивости сложившихся агроэкосистем и агроландшафтов и др. Естественные кормовые угодья и посевы многолетних трав, являясь важнейшими компонентами биосферы, сочетающими выполнение таких важнейших функций агроландшафтов, как продукционная, средостабилизирующая и природоохранная, позволяют замедлить, а иногда предотвратить развитие деструктивных процессов эксплуатации земель аграрного сектора, существенно снизить уровень эрозии почв и повысить их продуктивность за счет оптимизации агроландшафтов. Некоторые исследователи [4, 9, 19], определяя место кормопроизводства в системе сельскохозяйственного производства, акцентируют внимание именно на его способности балансирования развития агроэкосистемы как природно-хозяйственного комплекса с позиций и экономической, и экологической составляющих.

Очевидно, что существенная дифференциация регионов Российской Федерации по природно-климатическим условиям, уровню экономического развития и аграрного потенциала, специализации сельскохозяйственного производства и направлениям раз-

вития животноводства не позволяет использовать универсальные схемы организации кормопроизводства, поскольку не только регионы, но и отдельные территории существенно отличаются друг от друга природными и экономическими условиями развития отраслей растениеводства и животноводства, плотностью скота и птицы и уровнем концентрации их поголовья, структурой сельскохозяйственных угодий и их продуктивным потенциалом, уровнем развития производственной и рыночной инфраструктуры, историческими, этническими и социальными традициями и др.

Н.А. Ларетин и Е.П. Чирков [10] справедливо отмечают, что эволюция системы кормопроизводства как самостоятельной отрасли народного хозяйства естественным образом связана с развитием производительных сил и производственных отношений, выделяя несколько ее ключевых этапов. В рамках первого этапа обеспечение разводимых животных кормами осуществлялось только за счет круглогодичного использования естественных кормовых угодий; в рамках второго – к кормопроизводству на естественных угодьях начали добавлять производство кормов на пахотных землях и их заготовку с применением примитивных технологий их хранения; третий этап характеризуется активным внедрением полевого травосеяния, расширением ассортимента кормовых культур; четвертый этап предполагает повышение уровня интенсификации полевого кормопроизводства, изменение рационов кормления скота и птицы вследствие роста их продуктивности, концентрации их поголовья и технологий содержания; пятый этап предусматривает существенное изменение технологий производства, переработки и хранения кормов, использование высокопроизводительных технических средств; шестой этап характеризуется переходом к современной модели кормопроизводства, ориентированной на комплексную реализацию ресурсоэнергосберегающих технологий, предполагающих биологизацию земледелия и технологических процессов и широкое использование технико-технологических, селекционно-генетических, организационно-экономических, экологических и социальных инноваций.

И.И. Дубовской с соавт., С.В. Основин, Н.С. Прусов, Н.П. Ситников и др. систему кормопроизводства в широком смысле представляют как совокупность таких элементов, как селекция и семеноводство кормовых культур, полевое и луговое кормопроизводство, технологии выращивания кормовых культур, заготовки, хранения, переработки кормов и их подготовки к скармливанию [6, 13–15].

М.Х. Газетдинов и С.Ф. Хайруллина, подчеркивая сложность кормопроизводства как элемента аграрного производства, считают целесообразным рассматривать его и как систему, и как процесс, и как организацию [2]. В их представлении кормопроизводство как система реализуется через совокупность элементов, связанных с производством, хранением и переработкой кормов, взаимодействующих под влиянием единого организационно-экономического механизма; как процесс – через технологические процессы кормопроизводства, процессы воспроизводства отрасли, процессы управления воспроизводственными процессами, процессы взаимодействия с другими отраслями; как организация – через упорядочивание всех элементов системы кормопроизводства и поддержание ее рациональной структуры, обеспечение устойчивых связей между элементами системы и координации их деятельности в рамках общего целеполагания.

По мнению В.И. Нечаева, В.Ф. Бирмана, Ю.И. Бершицкого, А.В. Боговиза, система кормопроизводства должна определяться как двухуровневая структура, нижний уровень которой представлен земельными ресурсами, обеспечивающими поступление кормов, техническими средствами и технологиями заготовки кормов, а второй – объемом произведенных и заготовленных кормов, техникой и технологиями их хранения, переработкой и скармливанием и, соответственно, подсистемами организации производственных процессов в рамках реализации данных технологий [12].

В качестве основных направлений развития сложившейся к настоящему времени системы кормопроизводства, по мнению ряда исследователей [1, 3, 7, 13, 16, 17], предлагается выделять:

- полное удовлетворение потребности отраслей животноводства кормами высокого качества с целью реализации генетического продуктивного потенциала скота и птицы;
- расширение ассортимента возделываемых кормовых культур и повышение их продуктивного потенциала за счет использования перспективных сортов и гибридов;
- рост урожайности кормовых культур и естественных кормовых угодий, а также энергетической и протеиновой ценности кормов, что позволяет снизить их себестоимость и обеспечить сбалансированность рационов кормления;
- вовлечение в хозяйственный оборот неиспользуемых естественных кормовых угодий и повышение их продуктивного потенциала в зонах развития мясного и молочного скотоводства и овцеводства;
- обеспечение перехода на адаптивно-хозяйственную систему земледелия, обеспечивающую сохранение и улучшение агроландшафтов и повышение устойчивости агроэкосистем;
- оптимизацию структуры произведенных кормов через снижение удельного веса более энергоемких и дорогих кормов с целью уменьшения себестоимости рационов кормления при сохранении низкого уровня конверсии кормов;
- внедрение инновационных технологий производства, переработки, хранения кормов и их подготовки к скармливанию, а также модернизацию материально-технической базы отрасли и др.

Очевидно, что в современных условиях эффективность кормопроизводства в значительной мере определяется качеством и уровнем развития технологий и материально-технической базы.

В рамках традиционного подхода материально-техническая база рассматривается как совокупность средств и предметов труда, задействованных в процессе производства экономических благ, причем ключевым элементом этой совокупности являются средства труда. В рамках других подходов материально-техническую базу определяют и как совокупность материально-вещественных составляющих производительных сил общества, и как взаимодействующие средства производства, создающие необходимые условия протекания процессов общественного воспроизводства, и как базовый структурный элемент производительных сил, обуславливающий потенциал развития хозяйствующих субъектов, и как эволюционно сформированную совокупность специфических условий производства экономических благ, складывающихся вследствие совершенствования средств и предметов труда под воздействием научно-технического прогресса и др. [11, 18].

Несмотря на множественность подходов к определению сущности категории «материально-техническая база», необходимо признать, что сторонники всех подходов в качестве базовой функции материально-технической базы признают формирование технического потенциала экономических систем различного уровня и их воспроизводственных возможностей и приходят к выводу, что именно уровень технической обеспеченности хозяйствующих субъектов и используемых технологий в сочетании со способностями подсистемы управления организовать эффективное использование средств и предметов труда определяют производственный потенциал хозяйствующего субъекта и возможности развития.

Необходимо отметить, что в условиях высоких темпов научно-технического прогресса статус средств производства как ключевого фактора эффективного функционирования экономических систем начинает утрачиваться, и на первый план выступают

технологии, связанные с производством экономических благ и реализующиеся путем использования различных комбинаций средств и предметов труда, совокупность которых и формирует материально-техническую базу хозяйствующего субъекта. Исходя из этого в структуре экономических систем целесообразно вычленять специфическую подсистему, связанную с технико-технологическим обеспечением процессов ее функционирования, определяя ее как технико-технологическую базу хозяйствующего субъекта, как совокупность разнородных средств производства, обеспечивающих использование технологий, гарантирующих конкурентоспособность экономических систем, устойчивость их функционирования и воспроизводства.

Выделение технико-технологической базы в качестве предметной области исследования позволяет концентрировать внимание на совокупности материально-технических элементов, необходимых для реализации определенного набора технологий, связанных со специализацией производственных систем хозяйствующих субъектов и спецификой их функционирования. В рамках данного подхода элементы производительных сил биологической природы (продуктивные земли, скот и птица, многолетние насаждения и др.) относятся к естественным компонентам конкретных производственных систем, непосредственно влияющим на выбор технологической модели производства, а также набора технических средств и их возможных комбинаций в силу дифференциации своих свойств и качественных характеристик.

Технико-технологическая база хозяйствующих субъектов, являясь специфическим элементом их производственных систем, обладает рядом существенных характеристик, отражающих реализуемые ею цель и функциональные задачи, ключевые компоненты и принципы формирования и функционирования. Совокупность существенных характеристик технико-технологической базы, выявленная на основе концептуального подхода, предложенного Н.Н. Кононовой, А.В. Улезько и А.П. Курносковым [8], представлена на рисунке 1.

Функционирование технико-технологической базы кормопроизводства объективно обеспечивается принципами ее формирования и развития, совокупность которых предлагается представлять в контексте двух относительно автономных групп, выделяя при этом общеметодологические принципы, а также принципы воспроизводства и развития.

Общеметодологические принципы определяют фундаментальные свойства процессов формирования технико-технологической базы кормопроизводства. К их числу относятся:

- принцип системности (технико-технологическая база кормопроизводства рассматривается как естественный элемент и как технико-технологической базы всего хозяйствующего субъекта, и как непосредственно подсистемы кормопроизводства);
- принцип сбалансированности (структура и состав технико-технологической базы кормопроизводства должны соответствовать потребностям отрасли, обеспечивая минимально необходимый резерв производственных мощностей, необходимых для соблюдения технологий при прогнозируемых изменениях условий хозяйствования);
- принцип научной обоснованности (выбор технологий производства, хранения и переработки кормов, а также технических средств их реализации должен осуществляться на основе комплексной оценки их потенциальной эффективности для конкретных условий хозяйствования);
- принцип рациональности (затраты на формирование и воспроизводство технико-технологической базы кормопроизводства не должны быть избыточными, а ее возможности должны соответствовать производственным задачам);
- адекватности (структура и состав технико-технологической базы кормопроизводства должны быть адекватны целям подсистемы кормопроизводства и обеспечивать реализацию ее функций).

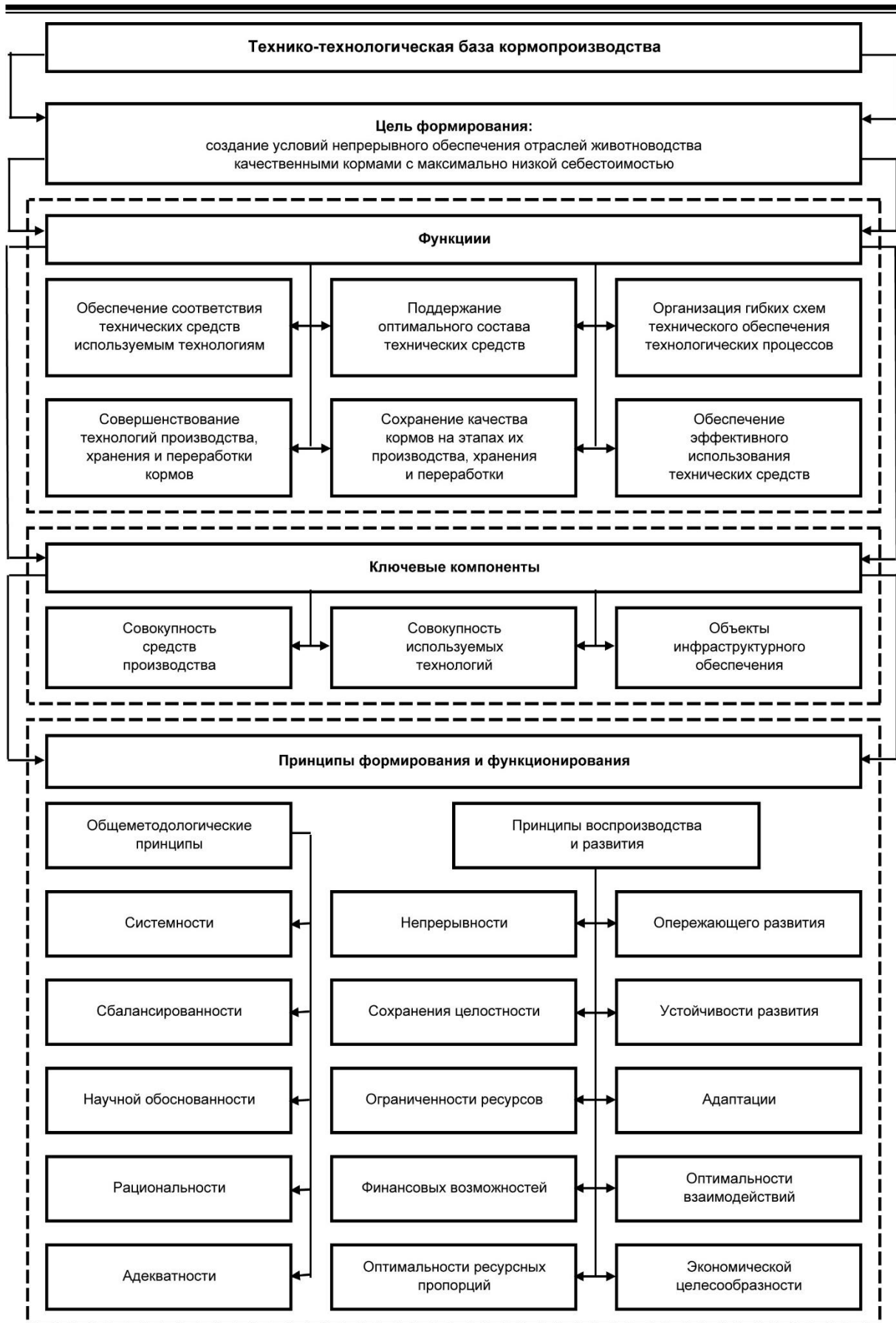


Рис. 1. Сущностные характеристики технико-технологической базы кормопроизводства хозяйствующих субъектов



Принципы воспроизводства и развития ориентированы на обеспечение устойчивости воспроизводственных процессов и самой подсистемы кормопроизводства, при этом воспроизводство хозяйствующих субъектов должно рассматриваться через призму их развития, определяющего направления и тренды изменения как самих субъектов, так и их отдельных подсистем и элементов. В этой связи в качестве принципов воспроизводства и развития предлагается выделять:

- принцип непрерывности (воспроизводство технико-технологической базы кормопроизводства не должно прерывать процесс воспроизводства всего хозяйствующего субъекта);

- принцип сохранения целостности (различия в темпах воспроизводства отдельных элементов технико-технологической базы кормопроизводства не должны влиять на ее целостность и функциональные возможности);

- принцип ограниченности ресурсов (организация процесса воспроизводства технико-технологической базы должна исходить из условия ограниченности ресурсов и необходимости выбора приоритетов);

- принцип финансовых возможностей (стратегия воспроизводства технико-технологической базы должна определяться не только в соответствии с ее целями, но и финансовыми возможностями хозяйствующего субъекта);

- принцип оптимальности ресурсных пропорций (динамическая структура технико-технологической базы и соотношения между ее компонентами должны быть ориентированы на минимизацию издержек, связанных с ее воспроизводством и реализацией функциональных задач);

- принцип опережающего развития (модернизация технико-технологической базы должна осуществляться исходя из возможности реализации перспективных технологий кормопроизводства);

- принцип устойчивости развития (изменения технико-технологической базы должны обеспечивать устойчивость развития хозяйствующего субъекта на относительно длительную перспективу);

- принцип адаптации (структура и состав технико-технологической базы кормопроизводства должны оперативно корректироваться при изменениях среды функционирования);

- принцип оптимальности взаимодействий (технико-технологическая база кормопроизводства должна обладать инфраструктурой, обеспечивающей ее оптимальное взаимодействие со всеми элементами экономической системы);

- принцип экономической целесообразности (издержки, связанные с формированием и функционированием технико-технологической базы кормопроизводства, должны быть целесообразны с позиций общей эффективности деятельности хозяйствующего субъекта) и др.

В условиях высоких темпов развития научно-технического прогресса и усиления конкурентной борьбы воспроизводство технико-технологической базы экономических систем и ее структурных элементов происходит через их постоянную модернизацию, когда наряду с задачами освоения технологий и формирования подсистем их технического обеспечения с относительно высоким уровнем текущей эффективности требуется решение задачи формирования устойчивых конкурентных преимуществ в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Данная концепция технико-технологической модернизации может быть реализована лишь при переходе на инновационно ориентированную модель развития хозяйствующих субъектов.

Рассматривая технико-технологическую базу кормопроизводства хозяйствующих субъектов как совокупность технической и технологической компонент, следует обратить внимание на их структурно-функциональную организацию. Технологическая компонента технико-технологической базы кормопроизводства объединяет в себе технологии возделывания кормовых культур и обработки естественных кормовых угодий,

заготовки, транспортировки, хранения кормов, приготовления кормов или их подготовки к скармливанию. Декомпозиция технологий в виде множества отдельных технологических процессов и операций определяет набор технических средств, необходимых для их реализации, и требований к ним. При этом необходимо отметить, что структурно-функциональный состав технико-технологической базы кормопроизводства хозяйствующих субъектов определяется под воздействием целого ряда факторов, находящихся в организационной взаимосвязи и влияющих на процессы формирования технико-технологической базы и ее воспроизводство. Общая логическая схема формирования структурных элементов технико-технологической базы кормопроизводства представлена на рисунке 2.

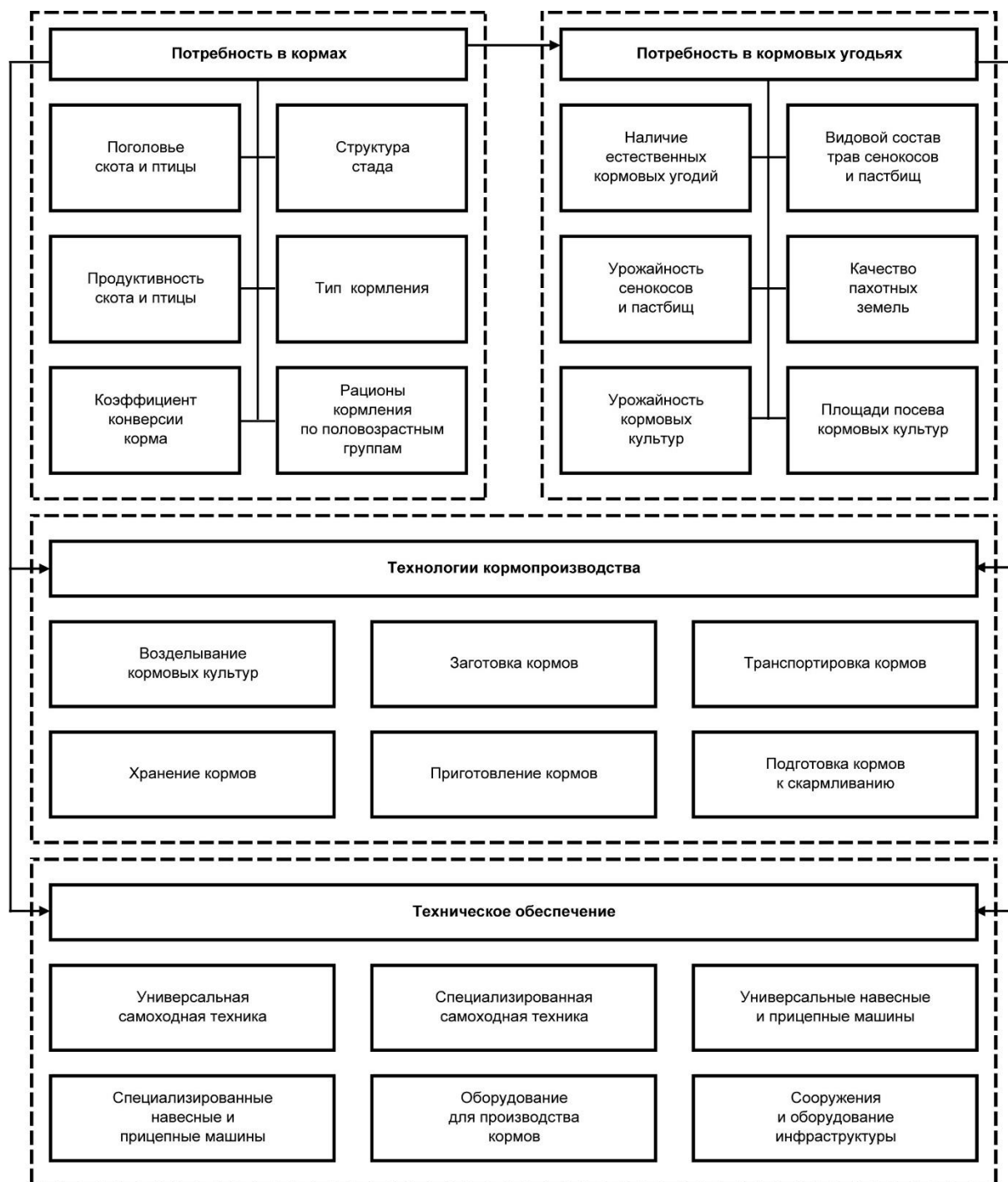


Рис. 2. Логическая схема формирования структурных элементов технико-технологической базы кормопроизводства

Целостное представление о системе технического обеспечения кормопроизводства формируется исходя из того, какие отрасли животноводства развиваются конкретным хозяйствующим субъектом с учетом таких их характеристик, как поголовье скота и птицы, структура стада, прогнозный уровень продуктивности, планируемые коэффициенты конверсии корма при производстве различных видов продукции животноводства, типы кормления отдельных видов скота и птицы и рационы кормления по половозрастным группам.

На основе расчетной потребности в кормах по видам и проектируемой урожайности кормовых культур определяют потребности в кормовых угодьях. В первую очередь оценивают наличие у хозяйствующего субъекта естественных кормовых угодий, видовой состав трав сенокосов и пастбищ, уровень планируемой урожайности и возможность задействования в формировании кормовой базы. Затем на основе количественной оценки потребности в кормах рассчитываются планируемые площади под кормовые культуры, возделываемые на пахотных землях (включая искусственные пастбища и орошаемые участки), при этом учитывают почвенное плодородие и прогнозируемые уровни урожайности кормовых культур. Количественная оценка потребности в кормах по их видам и в отводимых для их производства земельных ресурсах позволяет осуществить подбор возможных технологий кормопроизводства и выявить их эффективность не только с позиций операционной, но и инвестиционной деятельности, связанной с приобретением или модернизацией технических средств, необходимых для реализации конкретных агротехнологий.

Потребное количество технических средств (самоходная техника, навесные и прицепные машины, транспортные средства) с учетом их технических характеристик определяется требованиями к качественным параметрам выполняемых ими технологических операций и оптимальных сроков их проведения. Поскольку в техническом обеспечении кормопроизводства задействованы универсальные технические средства, используемые при производстве других видов продукции и в других отраслях, то потребность в этих ресурсах должна определяться на основе данных комплексного производственного плана хозяйствующего субъекта.

В связи с тем, что все большее число хозяйствующих субъектов с высоким уровнем концентрации скота и птицы организуют собственное производство кормов, в первую очередь комбикормов, и кормовых добавок, в качестве самостоятельного элемента подсистемы технического обеспечения кормопроизводства выделяется оборудование для производства кормов. Большой объем заготавливаемых кормов в сочетании с сезонностью их поступления и необходимостью сохранения их потребительских свойств в течение относительно длительного периода времени требуют адекватного уровня развития объектов транспортной инфраструктуры и инфраструктуры хранения, а информатизация и цифровизация процессов производства и управления ими – необходимого уровня развития информационной инфраструктуры.

Очевидно, что структурно-функциональная сложность технико-технологической базы кормопроизводства и ее разнородность объективно обуславливают специфику воспроизводства ее различных элементов, особенно в условиях высоких темпов научно-технического прогресса и совершенствования технологий. Сохранение конкурентоспособного производства возможно лишь при адекватной реакции агроэкономических систем на изменения среды функционирования, освоение новых или совершенствование уже используемых технологий и соответствующую модернизацию комплекса технических средств, необходимых для их реализации.

Успешное решение задачи повышения конкурентоспособности возможно лишь при условии перехода на инновационно ориентированную модель развития всего хозяйствующего субъекта, в том числе его ключевых элементов. К основным задачам пе-

перехода к инновационно ориентированной модели развития технико-технологической базы кормопроизводства следует отнести:

- повышение эффективности использования уже имеющихся технических средств при реализации уже освоенных технологий кормопроизводства;
- минимизацию издержек, связанных с приобретением и эксплуатацией технических средств кормопроизводства на основе оптимизации их состава;
- создание резерва производственных мощностей технических средств кормопроизводства за счет их дополнительного приобретения или модернизации;
- повышение производительности технических средств за счет оптимизации их использования и рациональной организации отдельных технологических процессов;
- освоение новых технологий кормопроизводства, позволяющих повысить качество уже выращиваемых и производимых кормов и новых видов кормов и добавок, имеющих новые потребительские свойства и др.

Очевидно, что преодоление технологического отставания значительной части хозяйствующих субъектов аграрного сектора путем естественной эволюции их технико-технологической базы займет очень длительный период и отрицательно скажется на возможностях развития отраслей сельского хозяйства с низким уровнем доходности и сопряженных с ними отраслей. Так, например, сокращение поголовья крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях обусловило резкое сокращение посевных площадей кормовых культур и выбытие специализированных технических средств, связанных с возделыванием и уборкой кормовых культур, хранением и переработкой кормов, и лишь в середине нулевых годов, после принятия национального проекта «Развитие АПК» и значительных инвестиций интегрированных агропромышленных формирований в строительство крупных животноводческих комплексов, задача инновационного развития технико-технологической базы кормопроизводства приобрела особую актуальность.

Столкнувшись с проблемой деградирующей технико-технологической базы кормопроизводства, инвесторы, вложившие значительные средства в развитие животноводческих отраслей, попытались самостоятельно разработать стратегические направления модернизации производственных систем контролируемых ими хозяйствующих субъектов. Крупные бизнес-структуры, выступившие инициаторами создания интегрированных агропромышленных формирований, столкнувшись с низким уровнем развития инновационной системы отечественного сельского хозяйства и явным отставанием отечественных агротехнологий от агротехнологий ведущих экономик мира, были вынуждены ориентироваться на освоение зарубежных технологий, предполагающих использование, как правило, техники, произведенной за рубежом, импортных семенного материала и племенных животных, а также других материально-вещественных компонентов, позволяющих достаточно быстро нарастить объемы производства и обеспечить относительно высокий уровень эффективности операционной деятельности. Такой подход объективно предопределил выбор модели инновационного расширенного воспроизводства технико-технологической базы, задав тренды ее развития и для остальных сельскохозяйственных производителей, пытающихся конкурировать с крупными интегрированными агропромышленными формированиями, начинающими доминировать не только на локальных, но и на национальном рынке сельскохозяйственной продукции. При этом процесс воспроизводства технико-технологической базы осуществляется путем ее модернизации, представляющей собой особую форму ускоренного обновления технической составляющей в контексте перехода к инновационным технологиям. Следует также отметить, что осуществление модернизации технико-технологической базы связано с инициацией преобразований хозяйствующих субъектов аграрного сектора, предполагающих использование как радикальных, так и эволюционных инноваций, создающих условия роста устойчивости функционирования сельскохозяйственных производителей и эффективности их производственно-коммерческой деятельности.

Оценивая достигнутый уровень технологического развития кормопроизводства можно сделать вывод о том, что состав и структура его технико-технологической базы в целом соответствуют уровню развития животноводства и позволяют удовлетворить потребности отрасли в кормах нормативного качества, о чем свидетельствуют данные официальной статистики о росте продуктивности скота и птицы как в сельскохозяйственных организациях, так и в крестьянских (фермерских) хозяйствах, но при этом не обеспечивают полную реализацию аграрного потенциала отдельных территорий и хозяйствующих субъектов. В этой связи в числе приоритетных направлений развития системы аграрного производства в целом и животноводства в частности выделяется модернизация технико-технологической базы кормопроизводства, обеспечивающая возможность реализации перспективных технологий производства, хранения и переработки кормов и формирования адекватной системы технического обеспечения технологических процессов.

#### Список источников

1. Белокопытов А.В., Миролюбова С.В. Оптимизация управления кормовыми ресурсами в сельскохозяйственном производстве // Продовольственная политика и безопасность. 2022. Т. 9, № 3. С. 327–340. DOI: 10.18334/ppib.9.3.114748.
2. Газетдинов М.Х., Хайруллина С.Ф. Теоретические основы и принципы развития систем кормопроизводства в условиях интеграции сельскохозяйственных предприятий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8, № 3(29). С. 10–14.
3. Гвазава Д.Г., Хомутова Л.А., Исаева Л.М. Основные направления совершенствования кормопроизводства // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 3(47). С. 61–64. DOI: 10.35694/YARCX.2019.47.3.013.
4. Горбатовский А. Зарубежный опыт интенсификации сельского хозяйства // Аграрная экономика. 2020. № 10(305). С. 59–72.
5. ГОСТ 23153-78. Кормопроизводство. Термины и определения. Москва: Изд-во стандартов, 1978. 18 с.
6. Дубовской И.И., Данькова Л.В., Золотарева Н.А., Маркова А.Л. Развитие инновационно-ориентированного кормопроизводства в региональном АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 2(61). С. 139–147. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.139.
7. Коваленко Ю.Н., Улезько А.В. Управление развитием агропродовольственного комплекса. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. 194 с.
8. Кононова Н.Н., Улезько А.В., Курносов А.П. Техничко-технологическое обеспечение развития экономических систем // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 3(62). С. 114–124. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.114.
9. Косолапов В.М., Бычков Г.Н., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 3–8.
10. Ларетин Н.А., Чирков Е.П. Методологические аспекты формирования устойчивого кормопроизводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 3. С. 59–61.
11. Масленников М.И. Научно-технологический потенциал и основные факторы, его определяющие, в России и зарубежных странах // Журнал экономической теории. 2016. № 1. С. 46–63.
12. Нечаев В.И., Бирман В.Ф., Бершицкий Ю.И., Боговиз А.В. Организация и управление сельскохозяйственным производством. Москва: КолосС, 2011. 428 с.
13. Основин С. Формирование и развитие эффективной системы кормопроизводства // Аграрная экономика. 2022. № 3(322). С. 83–94. DOI: 10.29235/1818-9806-2022-3-83-94.
14. Прусов Н.С. Система факторов обеспечения функционирования кормопроизводства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 5. С. 45–46.
15. Ситников Н.П. Кормопроизводство в системе АПК // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2015. № 10. С. 187–190.
16. Терновых К., Дубовской И. Инновационное кормопроизводство: проблемы и пути решения // АПК: экономика, управление. 2008. № 3. С. 37–40.
17. Хализова З.Н., Зыков С.А. Состояние и перспективы развития отрасли кормопроизводства в России // Эффективное животноводство. 2019. № 3(151). С. 14–18.
18. Черникова Л.И., Сидорова Д.В., Звягинцева О.С. Понятие и содержание материально-технической базы сельского хозяйства // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 4(28). С. 159–162.
19. Яковлева Е.П. Кормопроизводство в управлении агроландшафтами // Инновационные технологии адаптивно-ландшафтного земледелия: сборник докладов международной научно-практической конференции (Суздаль, 29–30 июня 2015 г.). Суздаль: ФГБНУ «Владимирский НИИСХ», 2015. С. 28–34.

#### References

1. Belokopytov A.V., Mirolyubova S.V. Optimizatsiya upravleniya kormovymi resursami v sel'skokhozyajstvennom proizvodstve [Optimization of feed resource management in agricultural production]. *Prodovol'tvennaya politika i bezopasnost' = Food Policy and Security*. 2022;9(3):327-340. DOI: 10.18334/ppib.9.3.114748. (In Russ.).
2. Gazetdinov M.H., Khayrullina S.F. Teoreticheskie osnovy i printsipy razvitiya sistem kormoproizvodstva v usloviyakh integratsii sel'skokhozyajstvennykh predpriyatij [Theoretical bases and principles of the development of the systems of production in conditions of integration of agricultural enterprises]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2013;8(3):10-14. (In Russ.).

3. Gvazava D.G., Khomutova L.A., Isaeva L.M. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva [The main directions of fodder production development]. *Vestnik APK Verhnevolzh'ya = Agro-Industrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2019;3(47):61-64. DOI: 10.35694/YARCX.2019.47.3.013. (In Russ.).
4. Gorbatovskij A. Zarubezhnyj opyt intensivifikatsii sel'skogo khozyajstva [Foreign experience in agricultural intensification]. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*. 2020;10(305):59-72. (In Russ.).
5. GOST 23153-78. Kormoproizvodstvo. Terminy i opredeleniya [Fodder production. Terms and definitions]. Moscow: Standards Publishing House; 1978. 18 p. (In Russ.).
6. Dubovskoy I.I., Dankova L.V., Zolotareva N.A., Markova A.L. Razvitie innovatsionno-orientirovannogo kormoproizvodstva v regional'nom APK [Development of innovation-oriented feed production in the regional Agro-Industrial Complex]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(2):139-147. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.139. (In Russ.).
7. Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V. Upravlenie razvitiem agropodol'stvennogo kompleksa [Management of agri-food complex development]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2020. 194 p. (In Russ.).
8. Kononova N.N., Ulez'ko A.V., Kurnosov A.P. Tekhniko-tekhnologicheskoe obespechenie razvitiya ekonomicheskikh sistem [Technical and technological support for economic systems sustainable development]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(3):114-124. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.114. (In Russ.).
9. Kosolapov V.M., Bychkov G.N., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Kormoproizvodstvo, ratsional'noe prirodopol'zovanie i agroekologiya [Forage production, environmental management and agroecology]. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*. 2016;8:3-8. (In Russ.).
10. Laretin N.A., Chirkov E.P. Metodologicheskie aspekty formirovaniya ustojchivogo kormoproizvodstva [Methodological aspects of shaping sustainable fodder production]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk = Vestnik of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2010;3:59-61. (In Russ.).
11. Maslennikov M.I. Nauchno-tekhnologicheskij potentsial i osnovnye faktory, ego opredelyayushchie, v Rossii i zarubezhnykh stranakh [The science-technological potential in Russian and foreign countries and main factors determining it]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii = Russian Journal of Economic Theory*. 2016;1:46-63. (In Russ.).
12. Nechaev V.I., Birman V.F., Bershicky Yu.I., Bogoviz A.V. Organizatsiya i upravlenie sel'skokhozyajstvennym proizvodstvom [Organization and management of agricultural production]. Moscow: KolosS; 2011. 428 p. (In Russ.).
13. Osnovin S. Formirovanie i razvitie effektivnoj sistemy kormoproizvodstva [Formation and development of an effective feed production system]. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*. 2022;3(322):83-94. DOI: 10.29235/1818-9806-2022-3-83-94. (In Russ.).
14. Prusov N.S. Sistema faktorov obespecheniya funkcionirovaniya kormoproizvodstva [System of factors for ensuring the functioning of feed production]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2010;5:45-46. (In Russ.).
15. Sitnikov N.P. Kormoproizvodstvo v sisteme APK [Fodder production in the Agro-Industrial Complex system]. *Sel'skokhozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks na rubezhe vekov = Agricultural Sciences and Agro-Industrial Complex at the Turn of the Century*. 2015;10:187-190. (In Russ.).
16. Ternovykh K., Dubovskoi I. Innovatsionnoe kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya [Innovative fodder production: problems and ways for solution]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: economics, management*. 2008;3:37-40. (In Russ.).
17. Khalizova Z.N., Zikov S.A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya otrasli kormoproizvodstva v Rossii [The state and prospects of development of the forage industry in Russia]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient Animal Husbandry*. 2019;3(151):14-18. (In Russ.).
18. Chernikova L.I., Sidorova D.V., Zvyagintseva O.S. Ponyatie i sodержanie material'no-tekhnicheskoy bazy sel'skogo khozyajstva [The concept and content of the material-technical base of agriculture]. *Vestnik APK Stavropol'ya = Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2017;4(28):159-162. (In Russ.).
19. Yakovleva E.P. Kormoproizvodstvo v upravlenii agrolandshaftami [Fodder production in the management of agricultural landscapes]. Innovatsionnye tekhnologii adaptivno-landshaftnom zemledelii: sbornik dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Suzdal', 29-30 iyunya 2015 g.) [Innovative technologies of adaptive landscape farming: Collection of reports of the international scientific and practical conference (Suzdal, June 29-30, 2015)]. Suzdal: Vladimir Research Institute of Agriculture Press; 2015:28-34. (In Russ.).

#### **Информация об авторе**

А.Н. Мордовин – соискатель кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 7777@rambler.ru.

#### **Information about the author**

A.N. Mordovin, Candidate Degree Seeking Student, the Dept. of Organization of Production and Entrepreneurship in the Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 7777@rambler.ru.

**Статья поступила в редакцию 25.01.2023; одобрена после рецензирования 26.02.2023; принята к публикации 28.02.2023.**

**The article was submitted 25.01.2023; approved after reviewing 26.02.2023; accepted for publication 28.02.2023.**

© Мордовин А.Н., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.012

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_118

#### Формирование концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в современных условиях

Наталья Николаевна Линькова<sup>1✉</sup>, Александр Владимирович Агибалов<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>1</sup>agat.2005@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В условиях ужесточения антироссийских санкций приоритетной задачей Правительства РФ является развитие сельского хозяйства с целью обеспечения продовольственной независимости и стабилизации экономики. В настоящее время реализуется большое количество государственных программ поддержки отрасли, в соответствии с которыми выделенные масштабные вложения позволили качественно повысить фондовооруженность и фондообеспеченность аграрного производства, внедрить передовые инновационные технологии. В современных условиях с целью координации целей, задач, инструментов и механизмов достижения устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий необходимо формирование концепции, которая представляет собой систему взглядов на элементы, способы повышения устойчивости, описание типов роста, моделей роста, факторов и результатов, а также таких принципов управления, как актуальность, системность, перманентность, эффективность, позволяющих наиболее полно реализовать цели и задачи устойчивого развития предприятий отрасли сгруппированы по следующим признакам: условия хозяйствования, качество управления, принципы деятельности в отношении производства, капитала и работников предприятия, ресурсы предприятия и их использование, инвестиции и инновации. Под влиянием этих факторов обеспечивается развитие сельскохозяйственных предприятий, при этом устойчивость развития проявляется через вид воспроизводства, а также через типы роста и развития. Показано, что основой устойчивого развития выступает расширенное воспроизводство, включающее воспроизводство устойчивого роста, эффективная реализация которого без концептуального обеспечения достаточно проблематична. Приведена блок-схема концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий, а также блок-схема механизма обеспечения устойчивого развития, включая итерации каждого этапа алгоритма, что позволяет достичь максимального экономического эффекта воздействия на экономические субъекты и использование ресурсов.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, устойчивость, экономический рост, устойчивое развитие, концепция и механизм устойчивого развития, агроформирования

**Для цитирования:** Линькова Н.Н., Агибалов А.В. Формирование концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в современных условиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 118–127. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_118-127](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_118-127).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Formulation of the concept of sustainable development of agricultural enterprises under present-day conditions

Natalya N. Linkova<sup>1✉</sup>, Aleksandr V. Agibalov<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>1</sup>agat.2005@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** In the context of tightening of anti-Russian sanctions, the priority task of the Government of the Russian Federation is the development of agriculture in order to ensure food self-sufficiency and stabilize the economy. Currently, a large number of agricultural state support programs are being implemented. Large-scale investments allocated within their framework allowed qualitatively increasing capital-labor and capital-area ratios of agricultural production, as well as introducing advanced innovative technologies. Under present-day conditions, in order to coordinate the goals, objectives, tools and mechanisms for achieving the sustainable development of agricultural enterprises, it is necessary to form a concept, which comprises a system of views on the elements, ways to increase sustainability, a description of growth types, growth models, factors and results, as well as such management principles as relevance, consistency, permanence, and efficiency that allow a complete realization of the goals and objectives of sustainable growth of agricultural enterprises. Factors of multidirectional impact on the development of agricultural enterprises in the industry are grouped according to the following criteria: business conditions, quality of management, principles of activity in relation to production, capital and employees of the enterprise, enterprise resources and their use, invest-

ments and innovations. The influence of these factors ensures the development of agricultural enterprises, while the sustainability of the development is manifested through the scale of reproduction, as well as through the types of growth and development. It is shown that the basis of sustainable development is expanded reproduction, which includes the reproduction of sustainable growth. Effective implementation of the latter is quite problematic without conceptual support. The authors present a flowchart of the concept of sustainable development of agricultural enterprises, as well as a flowchart of the mechanism for ensuring sustainable development, including the iterations of each stage of the algorithm, which allows achieving the maximum economic effect on economic entities and the use of resources.

**Key words:** agriculture, sustainability, economic growth, sustainable development, concept and mechanism of sustainable development, agricultural formations

**For citation:** Linkova N.N., Agibalov A.V. Formulation of the concept of sustainable development of agricultural enterprises under present-day conditions. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):118-127. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_118-127](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_118-127).

**С**ельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики, высокие темпы развития которой обусловлены не только внутренними факторами, но и протекционистской политикой государства, выраженной в финансовой поддержке отрасли по маркерным критериям и стратегически важным направлениям и отраслям деятельности. В современных условиях экономической нестабильности агроформирования вынуждены постоянно сопоставлять вложенные в производство ресурсы и отдачу от них, поэтому на первый план выходит не только рост производственных показателей, но и устойчивость и развитие сельского хозяйства, позволяющие обеспечить более полное использование всех ресурсов предприятий.

Исходя из анализа различных публикаций по теме исследования [2, 3, 10] авторы представленной статьи приходят к пониманию, что устойчивость развития экономических субъектов в аграрной сфере должна обеспечивать не только расширенное воспроизводство, но и интенсивное.

Устойчивое развитие сельскохозяйственных предприятий предполагает, прежде всего, экономический рост как следствие постоянного внедрения инновационных достижений в производственные технологии, совершенствования биологических объектов производственной деятельности. Внедрение инноваций является неременным условием устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий [11], а на определенных стадиях их жизненного цикла инвестиции в инновационные преобразования выступают условием выживания. При этом, как справедливо отмечает Л.А. Запорожцева [4], для реализации перманентного развития такие инвестиции необходимо осуществлять постоянно.

Экономический рост предусматривает: 1) повышение чистой прибыли; 2) эффективную дивидендную политику, направленную, с одной стороны, на увеличение номинального объема выплат собственникам, а с другой – на сокращение доли прибыли, выделенной на дивиденды; 3) рациональную финансовую политику, предполагающую использование заемных средств при положительном финансовом рычаге, ускорение оборачиваемости активов; 4) повышение уровня оплаты труда, налоговых отчислений и платежей в бюджеты всех уровней; 5) сохранение экологического благополучия.

Отдельно следует выделить необходимость эффективного управления сельскохозяйственными предприятиями для достижения ими устойчивого развития, поскольку хаотичный рост не ведет к долгосрочным положительным изменениям их функционирования и соответственно не является устойчивым элементом производственно-коммерческой деятельности [5].

На наш взгляд, на сегодняшний день сложились все предпосылки к формированию концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий. Прежде чем перейти к ее обоснованию, нужно определить ее как категорию и наметить предполагаемую структуру.

В толковом словаре С.И. Ожегова под концепцией понимается система взглядов, основная мысль [10].



По мнению А.В. Нестерова, концепция должна представлять модель целевых устремлений, желаемого состояния, в которой должны присутствовать не только декларации, но и обоснования и доказательства необходимости и достаточности концепта [8].

В Большой советской энциклопедии приводится следующее определение концепции: (от лат. *conceptio* ≈ понимание, система) определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет и др., руководящая идея для их систематического освещения [1]. Более полное определение дано, на наш взгляд, в Новейшем философском словаре, в котором концепция трактуется как система взглядов, выражающая определенный способ видения (точку зрения), понимания каких-либо предметов, явлений, процессов и презентующая ведущую идею или (и) конструктивный принцип, реализующие определенный замысел в той или иной теоретической или практической деятельности [9].

Проведенные исследования позволяют представить концепцию устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в следующем виде (рис. 1).

На данной блок-схеме приводятся основополагающие принципы управления устойчивым развитием сельскохозяйственных предприятий.

1. Принцип актуальности означает, что любое решение должно быть, с одной стороны, максимально обосновано, точно по сроку и сути, с другой – максимально быстро передано объекту управленческого воздействия, предельно четко им понято и выполнено.

2. Принцип системности предполагает, что совокупность экономических решений должна быть направлена на достижение непротиворечивых (взаимно не исключающих друг друга) целей, иметь организованную, упорядоченную структуру системы как единство подсистем, компонентов, внутренних связей или отношений, на основании чего предприятие следует рассматривать в виде системы взаимосвязанных сфер деятельности, субъектов и объектов, а также взаимоотношений между ними.

3. Принцип перманентности подразумевает, что непрерывность совершенствования воспроизводственного процесса на предприятии с целью достижения экономического роста через внедрение инноваций лежит в основе ухода от хаотичного его существования к устойчивому развитию.

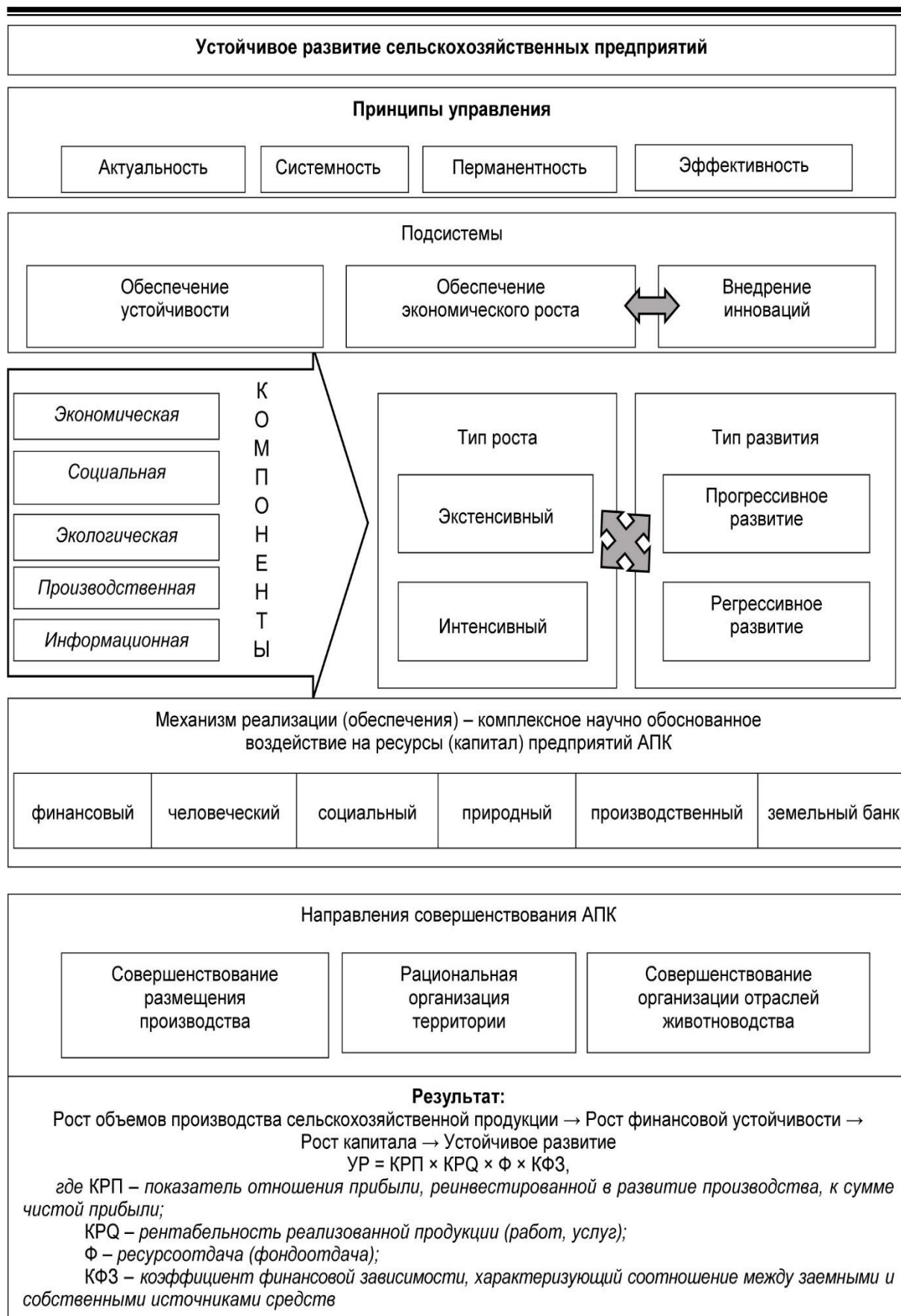
4. Принцип экономической эффективности означает, что любое совершенствование деятельности любого предприятия, независимо от организационно-правовой формы, должно быть направлено на максимизацию его прибыли.

По мнению авторов, концепция устойчивого развития сельскохозяйственного предприятия должна учитывать направления совершенствования производства, сформулированные ранее в работе [3], среди которых следует выделить следующее.

1. Совершенствование размещения сельскохозяйственного производства. Необходимость любого изменения в размещении сельскохозяйственного производства должна быть научно обоснована и подкреплена нормативными расчетами, учитывающими экономическую оценку товарных и кормовых культур.

2. Рациональная организация территории предполагает трансформацию земель, выбор схем севооборотов. С целью повышения устойчивости производства необходимо внедрять специализированные севообороты (технические, зернопропашные, кормовые, почвозащитные) с учетом качества земель.

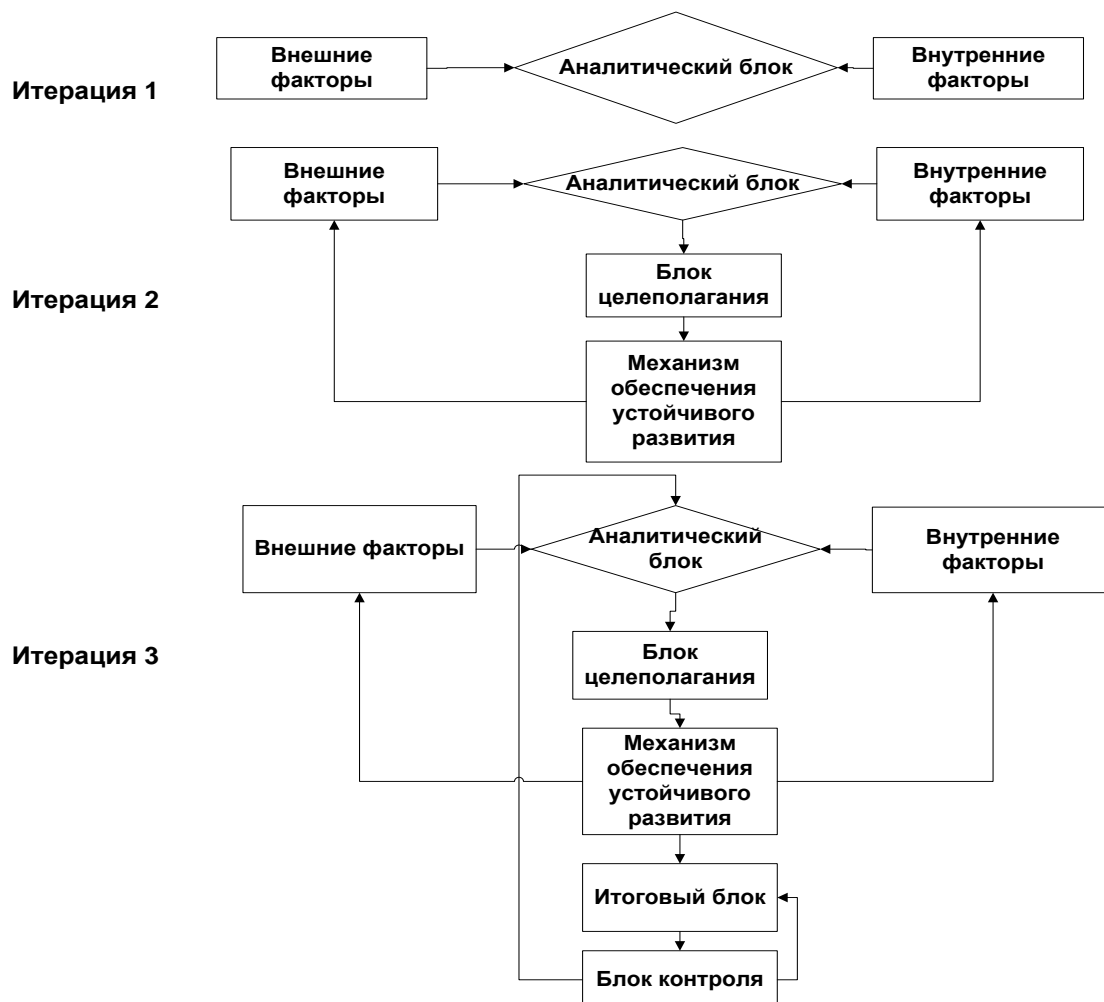
3. Совершенствование организации отраслей животноводства. Принятие решений об инвестициях в ту или иную подотрасль должно быть основано на имеющихся у предприятия ресурсах. Развитие животноводства предполагает концентрацию поголовья в тех районах, которые не только в настоящее время, но и в перспективе могут иметь надежную кормовую базу, что и определяет возможности повышения удельного веса животноводства в структуре производства предприятия. Наибольшие требования к устойчивости кормовой базы предъявляют хозяйства молочного направления, поскольку они являются наиболее капиталоемкими, трудоемкими, транспортнозависимыми. Чтобы откорм КРС был интенсивным, необходимо повышать концентрацию стабильного кормопроизводства.



**Рис. 1. Структурная схема разработанной концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий**

Источник: составлено авторами.

Реализация концепции устойчивого развития сельскохозяйственного предприятия представляет собой поэтапный процесс (приведен на рисунке 2 в виде блок-схемы), в котором результаты выполнения группы операций в рамках каждого этапа (итерации) используются следующим этапом, кроме последнего, так как на выходе должен быть конечный результат.



**Рис. 2. Блок-схема реализации концепции устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий**  
Источник: составлено авторами.

1. Аналитический. Этот блок является частью системы на протяжении всего жизненного цикла предприятия. В его основе находятся анализ производственно-финансовой деятельности предприятия, оценка влияния внешних и внутренних факторов на устойчивое развитие сельскохозяйственного предприятия, последующий мониторинг эффективности проведенных мероприятий с точки зрения обеспечения расширенного воспроизводства на предприятии.

2. Блок целеполагания. Проведенный анализ позволяет выявить устойчивость развития предприятия, причины отклонения от траектории устойчивого развития, резервы роста эффективности управления сельскохозяйственным предприятием. Исходя из проведенной аналитической работы формируются его цели и задачи для достижения и обеспечения устойчивого развития.

3. Механизм обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственного предприятия, включающего совокупность форм, способов, инструментов, льгот, тарифов и правового обеспечения воздействия на разные аспекты его жизнедеятельности на разных стадиях воспроизводственного процесса.

4. Итоговый блок, предназначенный для формирования дорожной карты мероприятий, в рамках которой предлагаются изменения в производственно-финансовой и коммерческой деятельности сельскохозяйственного предприятия, нивелирующие недостатки его работы, не позволяющие перейти к расширенному воспроизводству. В этом же блоке формируется набор перспективных инновационных решений, направленных на обеспечение или поддержание его экономического роста.

5. Блок контроля, в котором с помощью аналитических мероприятий определяют соответствие достигнутых целей планируемым параметрам, необходимость корректировки проводимых мероприятий, а также выявляют основные направления управленческой деятельности на следующем этапе реализации концепции.

Ромб в данной схеме является связующим звеном между аналитическим блоком и собственно механизмом обеспечения устойчивого развития. Следует отметить, что сама оценка типа воспроизводства на предприятии, а также мониторинг эффективности деятельности относятся к аналитическому блоку, который тем не менее должен быть вписан в механизм, являясь неотъемлемой его частью.

Выявленные ранее авторами факторы, оказывающие разнонаправленное влияние на устойчивое развитие сельскохозяйственных предприятий [6], на блок схеме распределены по таким сферам и группам, как:

- условия хозяйствования предприятия;
- качество управления;
- принципы деятельности в отношении производства, капитала и работников предприятия;
- ресурсы предприятия и их использование;
- наличие и эффективность инвестиций в инновации (рис. 3).

Внешние факторы, формирующие условия хозяйствования, не зависят от управленческих решений, которые принимаются на уровне сельскохозяйственного предприятия, следовательно, влиять на них менеджмент может только опосредованно [7], через снижение негативного воздействия на его функционирование. В случае положительного воздействия на этапе последующего анализа необходимо рассматривать долгосрочность влияния факторов и риски их изменения.

Качество менеджмента непосредственно сказывается на эффективности сельскохозяйственного предприятия, при этом эффективное управление есть неременное условие не хаотичного, а системного и устойчивого развития.

Принципы деятельности в отношении капитала, работников, производства формируют не только корпоративную культуру, но и ту среду, которая воспринимает или не воспринимает управленческие решения и в которой формируется или не формируется обратная связь для аналитического блока, а также от которой в конечном итоге зависит достижение заявленных целей и задач.

Наличие ресурсов и их рациональное использование – это еще один фактор, влияющий на устойчивое развитие сельскохозяйственного предприятия. При этом данная группа содержит в себе как внешние, так и внутренние факторы, как подверженные управленческому воздействию, так и те, которые можно лишь нивелировать, применяя грамотные управленческие решения.

Эффективность инвестиций в инновации – это именно та группа факторов, которые обеспечивают перманентность развития. На разных стадиях жизненного цикла сельскохозяйственного предприятия активность инвестиционной деятельности должна быть разной. Однако отсутствие инноваций в конечном итоге рано или поздно приведет к переходу от расширенного типа воспроизводства к простому или даже суженному, что не позволит говорить об устойчивости предприятия и тем более его устойчивом развитии.

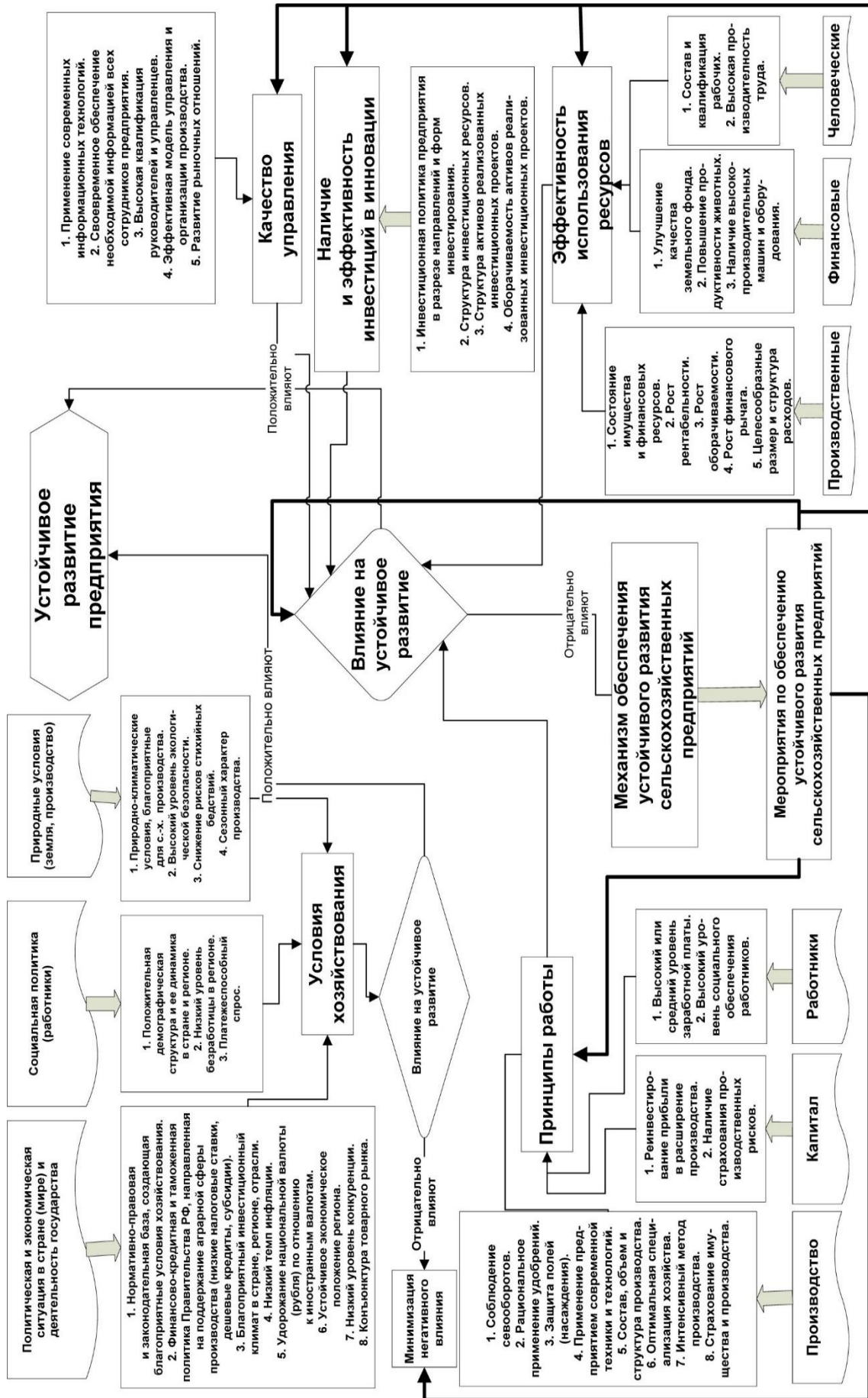
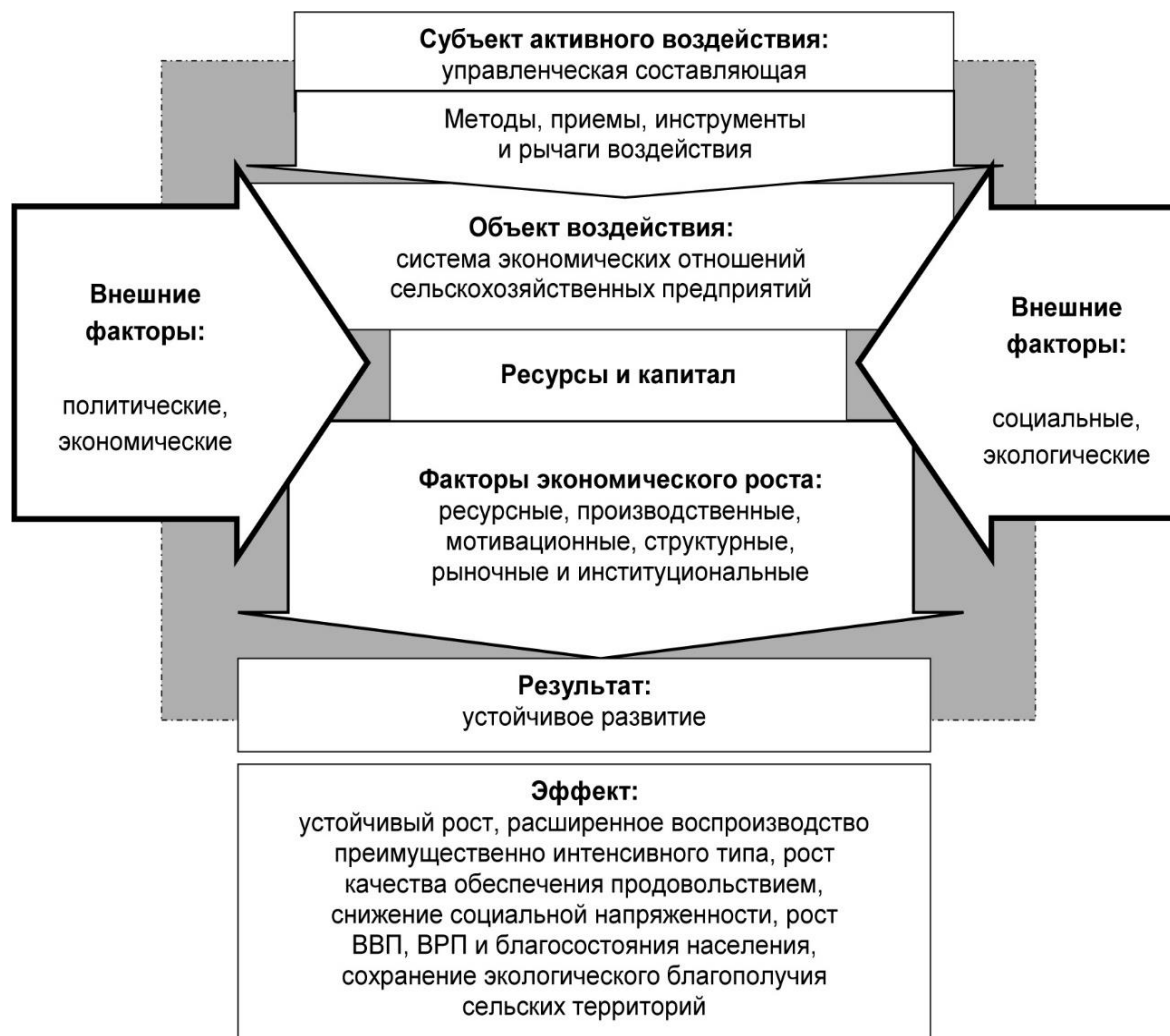


Рис. 3. Влияние внешних и внутренних факторов на устойчивое развитие сельскохозяйственных предприятий  
 Источник: составлено авторами.

На рисунке 4 в развернутом виде представлен блок «Механизм обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий» как один из ключевых в анализируемой Концепции (см. приведенный выше рис. 3).



**Рис. 4. Механизм обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий**

Источник: составлено авторами.

Таким образом, перед началом работы следует, прежде всего, определить особенности воспроизводственного процесса конкретного предприятия. В случае если сельскохозяйственное предприятие функционирует на основе расширенного воспроизводства, то можно констатировать его устойчивость как один из компонентов устойчивого развития.

Предлагаемая концепция устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий основана на понимании этого процесса как сочетания устойчивости предприятия, экономического роста, внедрения инноваций, выявленных внешних и внутренних факторов, влияющих на их устойчивое развитие, а также особенностей воспроизводственной деятельности как платформы роста и устойчивости, и инноваций.

Применение такого подхода к устойчивому развитию сельскохозяйственного предприятия позволит:

1) систематизировать производственно-финансовую и коммерческую деятельность, учесть позитивные и негативные факторы, влияющие на устойчивость, упорядочить принимаемые управленческие решения;

- 2) выявить недостатки в воспроизводственном процессе, а также резервы повышения эффективности сельскохозяйственного производства;
- 3) разработать систему мероприятий, направленных на совершенствование воспроизводственной деятельности с целью достижения расширенного типа воспроизводства и сохранения его в течение длительного периода времени независимо от жизненного цикла предприятия;
- 4) перейти от идеологии хаотичного достижения результатов к пониманию необходимости устойчивости развития предприятия на основе постоянного совершенствования воспроизводственной деятельности.

---

#### Список источников

1. Большая советская энциклопедия: в 30 т.; гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е изд. Т. 13. КОНДА – КУН. Москва: Советская энциклопедия, 1973. 608 с.
2. Загайтов И.Б. Как познавать тенденции динамики воспроизводства // Социально-экономический потенциал развития аграрной экономики и сельских территорий: материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Воронеж, 11–15 марта 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 161–170.
3. Загайтов И.Б., Половинкин П.Д. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства: монография. Москва: Экономика, 1984. 240 с.
4. Запорожцева Л.А. Перманентное устойчивое развитие предприятия: методология обеспечения // Всероссийский форум молодых ученых: сборник материалов (Екатеринбург, 27–28 апреля 2017 г.). Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2017. С. 68–74.
5. Линькова Н.Н. Направления устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий в современных условиях // Инновационное развитие экономики. 2022. № 6(72). С. 51–66. DOI: 10.51832/222379842022651.
6. Линькова Н.Н. Факторы устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции (Воронеж, 15–23 марта 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. Т. 4. С. 503–508.
7. Лихачева О.Н., Щуров С.А. Долгосрочная и краткосрочная финансовая политика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений; под ред. И.Я. Лукаевича. Москва: Вузовский учебник, 2007. 286 с.
8. Нестеров А.В. О доктринах, концепциях и стратегиях // Конституция Российской Федерации: политико-экономические приоритеты: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Омск, 16 ноября 2009 г.). Омск: Изд-во Омского государственного университета, 2010. С. 297–304.
9. Новейший философский словарь; сост. Грицанов А.А. 3-е изд., испр. Минск: Книжный Дом, 2003. 1280 с.
10. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка. 27-е изд., испр. Москва: Мир и Образование, 2013. 736 с.
11. Терновых К.С., Куренная В.В., Агибалов А.В. Развитие инноваций в сельском хозяйстве: тенденции, перспективы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 2(65). С. 96–103. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.2.96.

**References**

1. Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya: v 30 t.; gl. red. A.M. Prokhorov. 3-e izd. T. 13. KONDA – KUN [Great Soviet Encyclopedia: in 30 volumes; chief editor A.M. Prokhorov. 3<sup>rd</sup> edition. Vol. 13. KONDA – KUN]. Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya; 1973. 608 p. (In Russ.).
2. Zagaytov I.B. Kak poznavat' tendentsii dinamiki vosпроизводства [How to know the trends of reproduction dynamics]. Sotsial'no-ekonomicheskij potentsial razvitiya agrarnoj ekonomiki i sel'skikh territorij: materialy nauchnoj i uchebno-metodicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov Voronezhskogo GAU (Voronezh, 11–15 marta 2019 g.) [Socio-economic potential of the development of the agrarian economy and rural territories: Proceedings of the scientific and educational-methodical conference of the teaching staff, researchers and postgraduates of Voronezh State Agrarian University (Voronezh, March 11-15, 2019)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2019:161-170. (In Russ.).
3. Zagaytov I.B., Polovinkin P.D. Ekonomicheskie problemy povysheniya ustojchivosti sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva: monografiya [Economic problems of increasing the sustainability of agricultural production: monograph]. Moscow: Ekonomika; 1984. 240 p. (In Russ.).
4. Zaporozhtseva L.A. Permanentnoe ustojchivoe razvitie predpriyatiya: metodologiya obespecheniya [Permanent sustainable development of the enterprise: methodology of ensuring]. Vserossijskij forum molodykh uchenykh: sbornik materialov (Ekaterinburg, 27–28 aprelya 2017 g.) [All-Russian Forum of Young Scientists: Collection of papers (Yekaterinburg, April 27-28, 2017)]. Yekaterinburg: Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin; 2017:68-74. (In Russ.).
5. Linkova N.N. Napravleniya ustojchivogo razvitiya sel'skokhozyajstvennykh predpriyatij v sovremennykh usloviyakh [Directions of sustainable development of agricultural enterprises in modern conditions]. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki = Innovative Development of Economy*. 2022;6(72):51-66. DOI: 10.51832/222379842022651. (In Russ.).
6. Linkova N.N. Faktory ustojchivogo razvitiya sel'skokhozyajstvennykh predpriyatij [Factors of sustainable development of agricultural enterprises]. Teoriya i praktika innovatsionnykh tekhnologij v APK: materialy natsional'noj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 15-23 marta 2022 g.) [Theory and practice of innovative technologies in agriculture: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference (Voronezh, March 15-23, 2022)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University; 2022;4:503-508. (In Russ.).
7. Likhacheva O.N., Shchurov S.A. Dolgosrochnaya i kratkosrochnaya finansovaya politika: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedenij; pod red. I.Ya. Lukasevicha [Long-term and short-term financial policy: a textbook for students of higher educational institutions; edited by I.Ya. Lukasevich]. Moscow: Vuzovskij uchebnyk; 2007. 286 p. (In Russ.).
8. Nesterov A.V. O doktrinach, kontseptsiyakh i strategiyakh [Concerning doctrines, concepts and strategies]. Konstitutsiya Rossijskoj Federatsii: politiko-ekonomicheskie priority: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Omsk, 16 noyabrya 2009 g.) [Constitution of the Russian Federation: political and economic priorities: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Omsk, November 16, 2009)]. Omsk: Publishing House of Omsk State University; 2010:297-304. (In Russ.).
9. Novejsnij filosofskij slovar'; sost. Gritsanov A.A. 3-e izd., ispr. [The Newest Philosophical Dictionary; compiled by Gritsanov A.A. 3<sup>rd</sup> edition, revised]. Minsk: Knizhnyj Dom; 2003. 1280 p.
10. Ozhegov S.I. Tolkovyj slovar' russkogo yazyka. 27-e izd., ispr. [Explanatory Dictionary of the Russian language. 27<sup>th</sup> edition, revised]. Moscow: Mir i Obrazovanie; 2013. 736 p. (In Russ.).
11. Ternovykh K.S., Kurennaya V.V., Agibalov A.V. Razvitie innovatsij v sel'skom khozyajstve: tendentsii, perspektivy [Development of innovations in agriculture: trends and prospects]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(2):96-103. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.2.96. (In Russ.).

**Информация об авторах**

Н.Н. Линькова – старший преподаватель кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agat.2005@yandex.ru.

А.В. Агибалов – доктор экономических наук, доцент, зав. кафедрой финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agi-64@mail.ru.

**Information about the authors**

N.N. Linkova, Senior Lecturer, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agat.2005@yandex.ru.

A.V. Agibalov, Doctor of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agi-64@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.12.2022; одобрена после рецензирования 28.01.2023; принята к публикации 10.02.2023.

The article was submitted 15.12.2022; approved after reviewing 28.01.2023; accepted for publication 10.02.2023.

© Линькова Н.Н., Агибалов А.В., 2023



### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_128

#### Разработка сценариев использования земель с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства

Максим Андреевич Черных<sup>1✉</sup>, Людмила Анатольевна Запорожцева<sup>2</sup>,  
Ирина Викторовна Шамрина<sup>3</sup>

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

<sup>3</sup>Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

<sup>1</sup>MaxAndrCher@yandex.ru✉

**Аннотация.** Рассмотрена возможность применения сценарного подхода при выборе приоритетных направлений совершенствования использования земельных ресурсов с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства Воронежской области. Вариативность сценариев и особенности использования земельных угодий ориентированы на положения действующей Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 г., Прогноза социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочный период до 2035 г., результаты детального анализа тенденций развития сельскохозяйственных предприятий Воронежской области. Выделены три сценария использования земельных ресурсов сельскохозяйственными предприятиями Воронежской области: консервативный, базовый, целевой, каждый из которых отличается набором параметров, влияющих на конечный результат и эффективность сельскохозяйственного производства как в отрасли растениеводства, так и животноводства. Для обоснования прогнозных значений структуры посевных площадей и эффекта от использования земельного фонда для каждого сценария развития сельскохозяйственного производства предприятий Воронежской области использована экономико-математическая модель оптимизации отраслевой структуры производства сельскохозяйственных предприятий в масштабе региона. Реализация задачи в трех вариантах развития (сценариях) показала особенности развития отрасли растениеводства в каждом из них. Установлено, что рост экономических результатов обеспечивает субъект, совершенствующий земельную политику и земельные отношения применительно к производству. Так, целевой сценарий как один из наиболее перспективных рассчитан на изменения в количестве и качестве используемых ресурсов производства сельскохозяйственных предприятий. В первую очередь это касается потенциально возможного расширения размеров землепользования за счет привлечения неиспользуемых земельных угодий в хозяйствах в виде залежи и осуществления наиболее эффективных мероприятий – гипсования и известкования почв.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные организации, эффективность производства, прогнозирование, сценарный подход, модель, оптимизация земельных ресурсов

**Для цитирования:** Черных М.А., Запорожцева Л.А., Шамрина И.В. Разработка сценариев использования земель с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 128–142. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_128-142](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_128-142).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Development of land use scenarios to improve the efficiency of agricultural production

Maksim A. Chernykh<sup>1✉</sup>, Lyudmila A. Zaporozhtseva<sup>2</sup>, Irina V. Shamrina<sup>3</sup>

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

<sup>3</sup>Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

<sup>1</sup>MaxAndrCher@yandex.ru✉

**Abstract.** The authors have considered the possibility of using a scenario approach when choosing priority areas for improving the use of land resources in order to increase the efficiency of agricultural production in Voronezh Oblast. The variability of scenarios and peculiarities of land use are aligned with the provisions of the current Strategy for Socio-Economic Development of Voronezh Oblast Until 2035, Long-Term Forecast of Socio-Economic Development of Voronezh Oblast Until 2035, and the results of a detailed analysis of development

trends in agricultural enterprises of Voronezh Oblast. The authors have identified three scenarios for the use of land resources by agricultural enterprises of Voronezh Oblast: i.e. conservative, basic, and target-based. Each scenario differs in a set of parameters that influence the final result and the efficiency of agricultural production both in crop and livestock farming industries. In order to substantiate the predicted values of cropping pattern and the effect of use of the land fund for each scenario of development of agricultural production in enterprises of Voronezh Oblast the authors used an economic mathematical model for optimizing the sectoral structure of production in agricultural enterprises on a regional scale. Achievement of objectives in three development options (scenarios) showed the peculiarities of development of crop farming in each of them. It has been established that the growth of economic results is provided by the subject, which improves the land policy and land relations in the context of production. For instance, the target-based scenario (as one of the most promising) is aimed at changes in the quantity and quality of resources being used in the production of agricultural enterprises. First of all, this concerns the potential expansion of the size of land use by attracting unused land in farms in the form of long-fallow fields and the implementation of most effective measures, such as gypsum application and soil liming.

**Key words:** agricultural organizations, production efficiency, forecasting, scenario approach, model, optimization of land resources

**For citation:** Chernykh M.A., Zaporozhtseva L.A., Shamrina I.V. Development of land use scenarios to improve the efficiency of agricultural production. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):128-142. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_128-142](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_128-142).

**О**трасли народного хозяйства, входящие в агропромышленный комплекс, в том числе сельское хозяйство, являются ключевыми системообразующими сферами экономики страны, производящими не только продукты питания, необходимые для жизнедеятельности населения, воспроизводства рабочей силы, но и сырье для производства различных потребительских товаров. Стабильно развивающееся сельскохозяйственное производство и АПК в целом традиционно формируют продовольственный рынок и, как следствие, продовольственную и экономическую безопасность страны, поэтому развитие двух базовых отраслей отечественного сельского хозяйства – растениеводства и животноводства – входит в число приоритетных направлений развития агропромышленного производства [1, 2, 9]. Организация сельскохозяйственного производства предусматривает реализацию комплекса сбалансированных мер по обеспечению рационального использования земельных, трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов, что позволяет достичь максимально эффективных результатов [3].

Наличие особенностей сельскохозяйственного производства обуславливает его специфичность, определяемую следующими факторами:

- внешние – ценообразование, налогообложение, кредитование, дотации и компенсации, нормативное законодательство, характер почвенных и климатических условий, прямая связь с биологическими процессами производства, неравномерность (сезонность) и др.

- внутренние – урожайность культур, продуктивность животных, себестоимость продукции, специализация, организация и технология производства, пространственная рассредоточенность производства, высокая энергоемкость производства [4].

Возникающие ввиду этого производственные колебания усложняют достижение баланса между спросом и предложением, объемами произведенной продукции и потребностями рынка, что негативно сказывается на стабильности развития сельскохозяйственных предприятий.

Хозяйствование любого аграрного предприятия так или иначе сопряжено с использованием земельных ресурсов как главного фактора производства и воспроизводственного процесса. Применительно к сельскохозяйственному сектору земельно-ресурсный потенциал можно рассматривать как совокупность определенного количества и качества ресурсов, необходимых для воспроизводства, обусловленного как спецификой, так и особенностями современного состояния сельхозпроизводства регионов, а также их возможностями максимизировать экономический эффект при оптимальной комбинации [6, 14].

В последние годы наибольшее внимание специалистов обращено к проблемам исследования причин низкой эффективности использования земельно-имущественных ресурсов в условиях рыночной экономики.

Анализ эффективности использования земельно-ресурсного потенциала показал наличие проблем, а следовательно, и возможностей совершенствования организации сельскохозяйственного производства:

- организационно-экономические проблемы: несоблюдение главенства интересов земель сельскохозяйственного назначения, слабость контроля в области земельной политики, низкая производительность труда в сельском хозяйстве [7];

- организационно-правовые проблемы: несовершенство земельного законодательства, неурегулированность вопросов в части невостребованных земельных долей, оборота земельных участков, наличие неиспользуемых сельскохозяйственных угодий, отсутствие точных и систематизированных качественных и количественных данных по землям, неразвитость землеустройства [8];

- экологические проблемы: развитие деградационных процессов, таких как ветровая и водная эрозия, засоление, защелачивание, подкисление и загрязнение земель, опустынивание, снижение почвенного плодородия, сокращение численности видового разнообразия.

Цель представленного исследования заключается в построении сценариев развития сельскохозяйственных предприятий Воронежской области на основе выбора приоритетных направлений совершенствования использования земельных ресурсов. Воронежская область – это крупный аграрный центр страны, регион интенсивного и развитого сельскохозяйственного производства, которое сформировалось вследствие наличия плодородных почв и благоприятных биоклиматических условий. По объемам производства сельскохозяйственной продукции Воронежская область занимает одно из ведущих мест в Центральном федеральном округе РФ. За последние пять лет АПК Воронежской области демонстрирует устойчивую динамику роста по всем основным показателям растениеводства и животноводства. В сравнении со средними показателями РФ и ЦФО отмечен рост экономики сельскохозяйственных предприятий, получили развитие крупные агропромышленные формирования, активизировалась работа по мотивации труда и социальному развитию сельских территорий.

Дальнейшее развитие аграрного сектора Воронежской области с учетом данных анализа интенсивности и размеров землепользования можно представить в нескольких сценариях, каждый из которых ориентирован на совокупность природно-климатических, организационно-экономических, социально-политических и нормативно-правовых условий. Расчеты всех сценариев проводились на основании годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Воронежской области за 2017–2020 гг. Именно продукция сельскохозяйственных предприятий в 2020 г. составила 64,7% стоимости всей аграрной продукции региона. В данной категории хозяйств сосредоточено более 70% посевных площадей области, в них производилось 78,3% валового производства молока, 84,6 – скота и птицы, 56,4% – яиц. Таким образом, данная категория хозяйств в области является наиболее значимой и перспективной для исследования.

Выбор подхода и особенностей использования земельных угодий ориентирован на положения действующей Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года, Прогноза социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочный период до 2035 года, результаты детального анализа тенденций развития сельскохозяйственных предприятий Воронежской области [12, 13]. По итогу выделены три сценария развития использования земельных ресурсов сельскохозяйственными предприятиями Воронежской области: консервативный, базовый и целевой.

Консервативный сценарий развития производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий региона предполагает незначительную стагнацию воспроизводственных, инвестиционных и инновационных процессов в рамках достигнутого уровня землепользования. Данное сдерживание темпов роста аграрного производства обусловлено комплексным влиянием социально-экономических, политических и пандемийных условий, санкционным ограничением обеспечения оборотными и основными средствами зарубежного производства, кризисом внутренней и мировой экономики. Уровень продуктивности земельных угодий будет ориентирован на наименьшие значения за 2017–2020 гг. (по большинству сельскохозяйственных культур региона минимальное значение урожайности за данный период было достигнуто в 2019 г.). Прогнозный ежегодный уровень прироста урожайности будет незначительным и составит 1,5%, то есть интенсивность эксплуатации земельных ресурсов будет ежегодно, но незначительно возрастать только за счет совершенствования уже сложившихся технологий производства, имеющейся техники, российского рынка средств защиты растений, удобрений, резервов внутривладельческого обеспечения качества почвы и максимального соблюдения агротехнологий, активизации вовлечения продукции животноводства в повышение плодородия используемых земель для восстановления и превышения ранее достигнутого уровня продуктивности земельных угодий. Рост затрат в консервативном сценарии на возделывание культур будет ориентирован на фактически сложившиеся тенденции в сельскохозяйственных предприятиях области с учетом политических, внешнеэкономических и национальных условий на рынке и выше ежегодного прироста среднереализационных цен.

В рамках базового сценария развития землепользования сельскохозяйственными предприятиями Воронежской области предусматривается активизация имеющегося ресурсного, технико-технологического, финансового и инвестиционного потенциала. Данная активизация предполагает более быстрый ежегодный рост урожайности сельскохозяйственных культур (1,5–2,0%) в сельскохозяйственных предприятиях региона, чем в консервативном сценарии. Данный сценарий будет ориентирован на поиск внутренних резервов увеличения эффекта в сельскохозяйственном производстве, в частности в растениеводстве, посредством оптимизации структуры посевных площадей исходя из требований научно обоснованных севооборотов, с учетом достигнутых уровней продуктивности сельскохозяйственных угодий и сельскохозяйственных животных всех видов, потребностей рынка. Предполагается дальнейший рост производства всех видов сельскохозяйственной продукции при стабильном земельном обеспечении. Рост затрат на возделывание сельскохозяйственных культур в базовом сценарии будет ориентирован на тенденции, заложенные в Прогнозе социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочный период до 2035 года. Среднегодовой прирост реализационных цен по всем видам сельскохозяйственной продукции составит 3,0–3,5%.

Целевой сценарий развития землепользования сельскохозяйственными предприятиями Воронежской области предполагает интенсификацию производственных процессов во всех отраслях производства, развитие инновационных и инвестиционных процессов в деятельности субъектов агробизнеса. Целевой сценарий рассчитан на изменения в количестве и качестве используемых ресурсов производства сельскохозяйственных предприятий. В первую очередь это касается потенциально возможного расширения размеров землепользования за счет привлечения неиспользуемых земельных угодий в хозяйствах в виде залежи. Размер такой площади в исследуемых предприятиях на 01.01.2021 составлял 9535,6 га. Неиспользуемые сельскохозяйственные угодья предприятия будут трансформированы в пашню, сенокосы и пастбища согласно фактическому соотношению по совокупности исследуемых объектов, а именно: пашня – 87,8%, сенокосы – 3,0%, пастбища – 9,2%.

Для вовлечения в сельскохозяйственный оборот выбывших сельскохозяйственных угодий необходимо проведение таких культуртехнических мероприятий, как:

- расчистка земель от древесной и травянистой растительности, кочек, пней и мха, камней и иных предметов;
- дискование, вспахивание, боронование, рыхление, пескование, глинование, землевание, плантаж и первичная обработка почвы;
- внесение мелиорантов, понижающих кислотность почв [5].

Данные мероприятия можно реализовать с привлечением государственного финансирования и субсидирования в рамках реализации государственной ведомственной программы «Развитие мелиоративного комплекса России», в размере не более 70% от стоимости работ, что было учтено при расчетах. Начальная стоимость мероприятий определена по среднерыночным ценам в регионе [11].

Кроме абсолютного прироста пашни и естественных угодий требуется снижение уровня деградации почв на территории сельскохозяйственных предприятий Воронежской области, которая влечет снижение качества почвенного состава и плодородия почв, провоцирует снижение продуктивности сельскохозяйственных угодий. По результатам проведенной ранее оценки природно-антропогенных факторов деградации земель в регионе и финансовых возможностей сельскохозяйственных предприятий области в качестве приоритетных определены меры по снижению кислотности и засолению почв. Для восстановления и поддержания естественного почвенного плодородия планируется проведение таких почвовосстановительных мероприятий, как гипсование и известкование почв. Мероприятия рекомендуется осуществлять на всей площади, подверженной критическому окислению и засолению. Прогноз абсолютных значений таких площадей был осуществлен по данным полевых и камеральных исследований, проведенных сотрудниками кафедры физической географии Воронежского государственного университета в 2003–2009 гг. на территории Воронежской области [14]. Согласно проведенным оценкам, в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области 23% нуждается в гипсовании и 11% – в известковании.

Необходимые мероприятия по гипсованию и известкованию оценены в текущих ценах согласно передовым технологиям, которые нашли массовое применение в хозяйствах региона и подтвердили свою эффективность. Себестоимость почвовосстановительных мероприятий рассчитывалась на основании имеющихся в РФ нормативных документов, утвержденных и реализуемых эколого-ландшафтных проектов, а также обоснованных научными изысканиями с учетом реальных рыночных цен [11].

Реализация данных мероприятий даст возможность повысить урожайность сельскохозяйственных культур исходя из практики применения результатов научных исследований в среднем ежегодно на 2–3%. Рост затрат на возделывание сельскохозяйственных культур будет ориентирован также на индикаторы, заложенные в Прогнозе социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочный период до 2035 г. Среднегодовой прирост реализационных цен по всем видам сельскохозяйственной продукции составит 3,5–4,0%.

Развитие животноводства во всех сценариях развития характеризуется положительной динамикой роста как в отношении поголовья сельскохозяйственных животных, так и в отношении продуктивности. Темпы роста в каждом сценарии ориентированы на предусмотренные социально-экономические, политические, внешнеэкономические условия. Для достижения целевых индикаторов в молочном и мясном скотоводстве Воронежской области функционируют кластеры, в ближайшей перспективе планируется создание кластеров в свиноводстве. Темпы роста производственных затрат и цен реализации на продукцию животноводства аналогичны уровню показателей, планируемых в рамках функционирования отрасли растениеводства.

Для обоснования прогнозных значений структуры посевных площадей и эффекта от использования земельного фонда для каждого сценария развития сельскохозяйственного производства предприятий Воронежской области была использована экономико-математическая модель оптимизации отраслевой структуры производства сельскохозяйственных предприятий в масштабе региона [10, 15]. Для разработки модели использована и обоснована следующая информация:

- площади пашни и продуктивных естественных угодий, имеющих в распоряжении сельскохозяйственных предприятий области, а также размеры залежей в данной категории хозяйств;
- динамика урожайности возделываемых в Воронежской области сельскохозяйственных культур и сенокосов, пастбищ;
- актуальные в регионе цены на продукцию растениеводства и животноводства по видам;
- современные научно обоснованные агротехнические нормы, скорректированные с учетом опыта ведения экономически целесообразных севооборотов, но не противоречащих законам земледелия и экологическим требованиям;
- средний действующий уровень материально-денежных средств в расчете на 1 га или 1 структурную голову по группе сельскохозяйственных предприятий Воронежской области;
- применяемые в региональной практике рационы кормления сельскохозяйственных животных, их состав и нормативы кормления;
- применяемая и потенциальная для использования в перспективе система государственного субсидирования всех уровней при проведении культуртехнических и почвовосстановительных мероприятий;
- стратегические ориентиры по расширению отраслей животноводства по типам и видам;
- количественные данные о размере площадей, подверженных подкислению и засолению в Воронежской области;
- содержание актуальных почвовосстановительных технологий, необходимых для восстановления почв региона, и размер соответствующих потенциальных затрат на 1 га посева.

Система переменных экономико-математической модели представлена двумя типами: основными и вспомогательными. За основные переменные приняты:

$X_j$  – площади посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры, га;

$X_j^k$  – требуемый для всех отраслей животноводства годовой размер покупаемых кормов и кормовых добавок  $j$ -го вида, ц;

$X_j^g$  – среднегодовое поголовье  $j$ -го вида сельскохозяйственных животных, структурные головы.

В целевом сценарии добавлены дополнительные переменные, что связано с планируемым расширением используемой сельскохозяйственными предприятиями площади за счет залежей и активизацией проведения почвовосстановительных мероприятий различных направлений. Таковыми переменными являются:

$X_j^D$  – размер дополнительной площади для использования сельскохозяйственными предприятиями  $j$ -го вида, га ( $X_p^D$  – дополнительно вводимой пашни,  $X_s^D$  – дополнительно вводимых сенокосов,  $X_{pt}^D$  – дополнительно вводимых пастбищ,  $X_W^D$  – общая дополнительно вводимая площадь земельных угодий, га);

$X_j^M$  – площадь пашни, нуждающейся в проведении почвовосстановительных мероприятий  $j$ -го вида, га.

В модели предусмотрены две вспомогательные переменные:

$X^V$  – общая годовая сумма выручки от сельскохозяйственной деятельности по совокупности сельскохозяйственных предприятий Воронежской области, тыс. руб.;

$X^Z$  – общая годовая сумма производственных затрат на сельскохозяйственную деятельность по совокупности сельскохозяйственных предприятий Воронежской области, тыс. руб.

На перечисленные переменные накладываются следующие ограничения, свойственные классической экономико-математической модели оптимизации отраслевой структуры производства, но с учетом специфики совокупности условий для каждого сценария.

Одними из главных в модели являются ограничения по размеру основных производственных ресурсов: пашни, сельскохозяйственных естественных угодий, поголовья животных по видам.

Ограничение по площади пашни гарантирует, что посевы всех сельскохозяйственных культур и пара будут равны фактическому/планируемому размеру пашни сельскохозяйственных предприятий области:

$$\sum_{j=1}^{37} \alpha_{ij} X_j \leq A_i \quad (i = 1),$$

где  $\alpha_{ij}$  – размеры пашни в расчете на 1 га посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;

$A_i$  – наличие пашни в хозяйстве.

В базовом и консервативном сценариях планируемая площадь пашни определена в фактическом ее размере согласно отчетности сельскохозяйственных предприятий области, в целевом – увеличена на потенциальный прирост за счет залежей, при этом в последнем сценарии в данное ограничение будет добавлена переменная, отражающая дополнительно вводимую площадь пашни в хозяйственный оборот после проведения культуртехнических мероприятий на залежах:

$$\sum_{j=1}^{37} \alpha_{ij} X_j \leq A_i + X_p^D \quad (i = 1),$$

где  $X_p^D$  – площадь вводимой в оборот из залежей сельскохозяйственных предприятий пашни, га.

Ограничения по площади прочих естественных угодий также лимитируют их размер исходя из фактического/планового размера:

$$\sum_{j=38}^{39} \beta_{ij} X_j \leq B_i \quad (i = 2, 3),$$

где  $X_j$  – площадь  $j$ -го вида сельскохозяйственных угодий;

$\beta_{ij}$  – бинарные коэффициенты связи (равны либо 0, либо 1) по  $i$ -му виду сельскохозяйственных угодий;

$B_i$  – наличие в хозяйстве  $j$ -го вида сельскохозяйственных угодий.

В целевом варианте также, как и в ограничения по площади пашни, будут добавлены переменные, обозначающие дополнительно вводимые земельные ресурсы – сенокосы ( $X_S^D$ ) и пастбища ( $X_{Pt}^D$ ).

Ограничение по размеру отраслей животноводства ориентировано во всех сценариях развития на увеличение поголовья сельскохозяйственных животных практически всех видов:

$$\sum_{j=45}^{50} \gamma_{ij} X_j^g = V_i \quad (i = 4, 5, \dots, 9),$$

где  $\gamma_{ij}$  – бинарные коэффициенты связи (равны либо 0, либо 1) по  $i$ -му виду сельскохозяйственных животных;

$V_i$  – прогнозируемое среднегодовое поголовье животных  $i$ -го вида.

Первыми дополнительными ограничениями являются ограничения, связанные с научно обоснованными пределами включения в севооборот сельскохозяйственных

культур, скорректированными на фактический опыт возделывания их в регионе и специализацию деятельности сельскохозяйственных предприятий:

$$\sum_{j=1}^{37} X_j \left( \begin{matrix} \leq \\ \geq \end{matrix} \right) S_i \quad (i = 10, 11, \dots 35),$$

где  $S_i$  – верхние или нижние пределы насыщения севооборотов отдельными сельскохозяйственными культурами или группами культур  $i$ -го вида.

Важным для Центрально-Черноземной зоны, в пределах которой осуществляют деятельность исследуемые сельскохозяйственные предприятия, является ограничение по обеспеченности озимых культур качественными предшественниками:

$$\sum_{j=1}^4 X_j \leq \sum_{j=11}^{37} \delta_j X_j^p \quad (i = 36),$$

где  $X_j$  – площадь посева  $j$ -й озимой культуры;

$X_j^p$  – площадь посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;

$\delta_j$  – коэффициент возможного использования посевов  $j$ -й сельскохозяйственной культуры в качестве предшественника под озимые.

В связи с масштабом производства продукции животноводства в области особую роль играет ограничение по обеспечению потребности животноводства в кормах за счет собственных и покупных кормов:

$$\sum_{j=1}^{39} k_{ij} X_j + \sum_{j=40}^{44} p_{ij} X_j^k - \sum_{j=45}^{50} d_{ij} X_j^g \geq 0 \quad (i = 37, 38, \dots 57),$$

где  $k_{ij}$  – выход корма  $i$ -го вида в расчете на 1 га посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;

$p_{ij}$  – содержание энергетических кормовых единиц или переваримого протеина в единице приобретаемого  $j$ -го вида корма или  $j$ -й кормовой добавки;

$d_{ij}$  – потребность в корме  $i$ -го вида в расчете на 1 структурную голову  $j$ -го вида сельскохозяйственных животных.

Вспомогательными являются ограничения по определению суммарных финансовых показателей по сельскохозяйственной деятельности совокупности исследуемых предприятий:

- стоимости товарной продукции:

$$\sum_{j=1}^{24} t_j X_j + \sum_{j=45}^{50} t_j^g X_j^g = X^v \quad (i=58);$$

- производственных затрат:

$$\sum_{j=1}^{39} z_j X_j + \sum_{j=40}^{44} z_j^k X_j^k + \sum_{j=45}^{50} z_j^g X_j^g + \sum_{j=53}^{53} z_j^d X_j^D + \sum_{j=57}^{60} z_j^m X_j^M = X^Z \quad (i = 59);$$

где  $t_j$  – выход товарной продукции растениеводства в стоимостном выражении в расчете на 1 га посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;

$t_j^g$  – выход товарной продукции растениеводства в стоимостном выражении в расчете на 1 структурную голову  $j$ -го вида сельскохозяйственных животных.

$z_j$  – материально-денежные затраты в расчете на 1 га посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;

$z_j^k$  – цена приобретения  $j$ -го вида корма или  $j$ -й кормовой добавки;

$z_j^g$  – материально-денежные затраты без учета стоимости кормов в расчете на 1 структурную голову  $j$ -го вида сельскохозяйственных животных;

$z_j^d$  – совокупные затраты на культуртехническую мелиорацию на 1 га дополнительных земель  $j$ -го вида;

$z_j^m$  – материально-денежные затраты на проведение почвовосстановительных работ на 1 га земель  $j$ -го вида.

Следует отметить, что в ограничении по определению производственных затрат только в целевом варианте будут задействованы дополнительные переменные. Затраты по ним ориентированы на рекомендации государственных органов соответствующих



уровней, рыночную ситуацию, расчетные данные действующих в зоне проектов по восстановлению с учетом срока их эксплуатации. Кроме того, в целевом варианте добавляется еще несколько типов ограничений.

Первый тип дополнительных ограничений связан с определением дополнительной земельной площади, вводимой в эксплуатацию сельскохозяйственными предприятиями путем проведения агротехнических мероприятий на залежах:

$$X_W^D = D_i \quad (i = 59),$$

где  $D_i$  – площадь дополнительных земельных угодий  $i$ -го вида.

Также требуются ограничения, обеспечивающие пропорциональное фактическому распределению площадей дополнительно вводимых земель между видами сельскохозяйственных угодий:

$$\eta_j X_W^D = X_j^D \quad (i = 60, 61, 62),$$

где  $\eta_j$  – доля угодий  $j$ -го вида от общей площади пашни, сенокосов и пастбищ в 2020 г. в сельскохозяйственных предприятиях региона.

Следующий тип дополнительных ограничений только в целевом сценарии лимитирует площадь, нуждающуюся в проведении почвовосстановительных мероприятий разных направлений (по нивелированию закисления и засоления почв):

$$\sum_{j=57}^{59} \mu_{ij} X_j^M = M_i \quad (i = 63, 64, 65),$$

где  $\mu_{ij}$  – бинарные коэффициенты связи (равны либо 0, либо 1) по  $i$ -му виду площади, нуждающейся в почвовосстановительных мероприятиях;

$M_i$  – площадь пашни, нуждающейся в проведении почвовосстановительных мероприятий  $i$ -го вида.

Общая площадь, нуждающаяся в дополнительном увлажнении, определяется в оптимистическом варианте по формуле

$$\sum_{j=1}^{12,20} X_j^y = X_y^M \quad (i = 66),$$

где  $X_j^y$  – площадь сельскохозяйственных культур  $j$ -го вида, нуждающаяся в дополнительном увлажнении, га;

$X_y^M$  – общая площадь пашни сельскохозяйственных предприятий, нуждающаяся в дополнительном увлажнении, га.

Значения всех переменных не должны быть отрицательными:

$$X_j \geq 0, \quad X_j^k \geq 0, \quad X_j^g \geq 0, \quad X_j^D \geq 0, \quad X_j^M \geq 0, \quad X^v \geq 0, \quad X^z \geq 0.$$

В качестве критерия оптимальности использовалась максимизация суммы чистого дохода, определяемого по формуле

$$Z_{max} = X^v - X^z.$$

Реализация задачи в трех вариантах развития (сценариях) показала особенности развития отрасли растениеводства в каждом из них (табл. 1).

В консервативном сценарии землепользования в сельскохозяйственных предприятиях области доля посевов зерновых культур будет практически на фактическом уровне 2020 г. Однако произойдут изменения в структуре посевной площади в самой группе: усилится роль яровых культур, которые кроме товарной ценности важны для рационов кормления практически всех видов сельскохозяйственных животных. Удельный вес площадей посева яровых зерновых в консервативном сценарии составит 23,3%, в то время как фактически в 2020 г. – 14,8%. Планируемый рост будет сопровождаться сокращением площади посевов озимых зерновых культур ниже фактического уровня на 17,6%. Также целесообразно снижение удельного веса посевов кукурузы на зерно – с фактических 8,2% до проектируемого минимального 5% уровня площади пашни. Посевы зернобобовых культур, незначительные и в 2020 г. (1,3% пашни), в консервативном сценарии сводятся к 0,5% площади пашни.

Таблица 1. Структура посевных площадей сельскохозяйственных предприятий Воронежской области

| Сельскохозяйственные культуры    | Факт 2020 г. |       | Сценарии (прогноз, 2030 г.) |       |           |       |           |       |
|----------------------------------|--------------|-------|-----------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                                  |              |       | Консервативный              |       | Базовый   |       | Целевой   |       |
|                                  | га           | %     | га                          | %     | га        | %     | га        | %     |
| Зерновые озимые                  | 610 979      | 27,2  | 503 445                     | 22,4  | 613 917   | 27,3  | 674 634   | 29,9  |
| Зерновые яровые                  | 332 368      | 14,8  | 524 470                     | 23,3  | 547 827   | 24,4  | 394 163   | 17,5  |
| Зернобобовые                     | 29 631       | 1,3   | 11 244                      | 0,5   | 24 737    | 1,1   | 37 105    | 1,6   |
| Кукуруза на зерно                | 183 753      | 8,2   | 112 439                     | 5,0   | 134 927   | 6,0   | 191 146   | 8,5   |
| Итого зерновых                   | 1 156 731    | 51,4  | 1 151 598                   | 51,2  | 1 321 408 | 58,8  | 1 297 048 | 57,4  |
| Подсолнечник                     | 305 026      | 13,6  | 281 098                     | 12,5  | 281 098   | 12,5  | 281 098   | 12,4  |
| Сахарная свекла                  | 101 474      | 4,5   | 101 195                     | 4,5   | 112 439   | 5,0   | 121 434   | 5,4   |
| Соя                              | 158 779      | 7,1   | 123 683                     | 5,5   | 150 668   | 6,7   | 164 161   | 7,3   |
| Прочие технические               | 11 281       | 0,5   | 11 244                      | 0,5   | 14 617    | 0,7   | 15 741    | 0,7   |
| Итого технических                | 576 560      | 25,6  | 517 220                     | 23,0  | 558 822   | 24,8  | 582 434   | 25,8  |
| Картофель                        | 812          | 0,04  | 824                         | 0,04  | 1 799     | 0,08  | 2 699     | 0,12  |
| Овощи                            | 250          | 0,01  | 287                         | 0,01  | 715       | 0,03  | 1 614     | 0,07  |
| Кормовые корнеплоды              | 165          | 0,01  | 3166                        | 0,14  | 1 932     | 0,09  | 1 813     | 0,08  |
| Кукуруза на силос и зеленый корм | 76 704       | 3,4   | 110 509                     | 4,9   | 91 314    | 4,1   | 84 656    | 3,7   |
| Однолетние травы                 | 48 798       | 2,2   | 42 470                      | 1,9   | 33 732    | 1,5   | 33 732    | 1,5   |
| Многолетние травы                | 125 351      | 5,6   | 183 322                     | 8,2   | 121 161   | 5,4   | 132 594   | 5,9   |
| Озимые на зеленый корм           |              |       | 14 508                      | 0,6   | 5 460     | 0,2   | 8 122     | 0,4   |
| Итого кормовых                   | 251 018      | 11,2  | 353 974                     | 15,7  | 253 599   | 11,3  | 260 917   | 11,6  |
| Посевная площадь                 | 1 985 782    | 88,3  | 2 023 903                   | 90,0  | 2 136 342 | 95,0  | 2 144 712 | 95,0  |
| Пар                              | 263 000      | 11,7  | 224 878                     | 10,0  | 112 439   | 5,0   | 112 439   | 5,0   |
| Площадь пашни                    | 2 248 781    | 100,0 | 2 248 781                   | 100,0 | 2 248 781 | 100,0 | 2 258 316 | 100,0 |

Источник: составлено автором.

Площадь технических культур в консервативном сценарии незначительно ниже уровня 2020 г., что обусловлено в первую очередь сокращением площадей посева подсолнечника и сои, ориентированных на агротехнические требования. На уровне 2020 г. будет находиться и удельный вес посевов сахарной свеклы, так как в нестабильных экономических и социально-политических условиях развитие переработки данной культуры будет проблематично.

Практически на фактическом уровне останется удельный вес посевов прочих технических культур (рыжика и льна), при этом их роль в землепользовании области будет минимальна (0,5% площади пашни). Посевы картофеля в связи с высокой трудоемкостью и убыточностью производства при минимальной урожайности будут практически на уровне 2020 г., занимая 0,04% площади пашни.

Удельный вес площадей посевов кормовых культур при запланированном росте поголовья и продуктивности будет увеличен с 11,2 до 15,7% площади пашни. Такие изменения будут предусмотрены в связи с низкой урожайностью кормовых культур. В структуре группы кормовых культур приоритетными останутся многолетние травы и кукуруза на силос и зеленый корм. Площадь пара сократится по сравнению с фактом на 14,4% и составит проектные 10,0% пашни против 11,7% в 2020 г.

В базовом и целевом сценариях структура использования пашни будет изменяться по сравнению с консервативным сценарием. Будет прослеживаться тенденция увеличения площадей посевов зерновых и зернобобовых культур: в базовом сценарии она составит 58,8% пашни сельскохозяйственных предприятий, в целевом – 57,4%.

В группе зерновых также постепенно будет восстановлена роль озимых культур, которые будут занимать соответственно 27,3 и 29,9% пашни. Также в базовом сценарии возрастут по сравнению с консервативным сценарием площади посевов кукурузы на зерно (на 20,0%), в целевом доля посевов данной культуры составит уже 8,5% пашни, что выше фактического уровня, равного 8,1%.

Площадь технических культур и соотношение внутри данной группы в базовом и целевом сценариях будут практически идентичны консервативному сценарию. На агротехническом минимуме будет находиться в обоих сценариях площадь посева подсолнечника. Незначительно возрастет удельный вес посевов сахарной свеклы: до 5,0% в базовом сценарии и до 6,0% – в целевом. Данная культура является стратегически значимой для сельского хозяйства области, в Стратегии социально-экономического развития ... ей отводится кластерообразующая роль на перспективу. Также выгодной и в товарном, и кормовом плане станет соя, площади посевов которой в базовом сценарии и целевом сценариях составят соответственно 6,7 и 7,3%.

Площадь кормовых культур будет незначительно превышать фактический уровень в базовом варианте за счет роста поголовья сельскохозяйственных животных и их продуктивности. В целевом сценарии запланированный рост продуктивности земельных угодий обеспечит даже при расширении поголовья сельскохозяйственных животных минимальный прирост площадей кормовых культур.

В каждом из сценариев землепользования специализация регионального сектора АПК в части сельскохозяйственных предприятий будет иметь особенности в связи с проектными изменениями в структуре использования пашни (табл. 2).

**Таблица 2. Структура товарной продукции сельскохозяйственных предприятий Воронежской области**

| Наименование показателя | Факт 2020 г. |       | Сценарии (прогноз, 2030 г.) |       |             |       |             |       |
|-------------------------|--------------|-------|-----------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                         |              |       | Консервативный              |       | Базовый     |       | Целевой     |       |
|                         | тыс. руб.    | %     | тыс. руб.                   | %     | тыс. руб.   | %     | тыс. руб.   | %     |
| Зерно                   | 47 202 397   | 31,8  | 42 919 280                  | 26,7  | 67 884 350  | 33,4  | 76 922 017  | 33,9  |
| Подсолнечник            | 25 149 056   | 16,9  | 24 009 107                  | 14,9  | 31 230 452  | 15,4  | 35 288 308  | 15,6  |
| Сахарная свекла         | 10 193 721   | 6,9   | 13 755 929                  | 8,6   | 16 109 903  | 7,9   | 18 596 560  | 8,2   |
| Соя                     | 7 827 817    | 5,3   | 6 593 473                   | 4,1   | 9 200 665   | 4,5   | 11 327 129  | 5,0   |
| Прочие культуры         | 1 786 660    | 1,2   | 2 180 556                   | 1,4   | 3 159 939   | 1,6   | 4 181 549   | 1,8   |
| Растениеводство         | 94 561 669   | 63,7  | 89 458 344                  | 55,7  | 127 585 309 | 62,8  | 146 315 562 | 64,5  |
| Молоко                  | 22 136 894   | 14,9  | 28 972 365                  | 18,0  | 30 194 374  | 14,9  | 32 419 206  | 14,3  |
| Прирост КРС             | 5 545 160    | 3,7   | 9 061 853                   | 5,6   | 9 350 904   | 4,6   | 9 822 188   | 4,3   |
| Прирост свиней          | 23 975 170   | 16,2  | 31 031 664                  | 19,3  | 33 902 655  | 16,7  | 35 699 260  | 15,7  |
| Прирост овец и коз      | 20 170       | 0,01  | 5 0630                      | 0,03  | 53 124      | 0,03  | 56 135      | 0,02  |
| Прирост птицы           | 143 026      | 0,10  | 158 116                     | 0,10  | 162 320     | 0,08  | 168 747     | 0,07  |
| Яйцо                    | 1 421 502    | 1,0   | 1 959 336                   | 1,2   | 2 068 588   | 1,0   | 2 222 262   | 1,0   |
| Животноводство          | 53858210     | 36,3  | 71 234 637                  | 44,3  | 75 732 662  | 37,2  | 80 388 528  | 35,5  |
| Итого                   | 148 419 879  | 100,0 | 160 692 981                 | 100,0 | 203 317 971 | 100,0 | 226 704 090 | 100,0 |

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что в консервативном сценарии развития можно получить выручку в размере 160,7 млрд руб., в базовом – 203,3 и в целевом – 226,7 млрд руб. Это соответственно на 8,2%, 37,0 и 52,7% больше фактического уровня. При этом общая специализация сельскохозяйственных предприятий области во всех сценариях развития землепользования кардинально изменяться не будет. Незначительные изменения в приоритетах будут прослеживаться в каждом из сценариев.

В консервативном сценарии будет значительно снижена доля выручки от реализации зерновых культур, она составит проектные 26,7% выручки сельскохозяйственных предприятий против 34,9% фактических. Из-за нормируемого сокращения площади по-

сево́в подсолнечника снизится его роль в доходе предприятий – с 16,9% выручки до 14,9%. Одновременно на 34,9% возрастет выручка от реализации сахарной свеклы и на 1,2 п.п. сократится удельный вес в выручке средств от реализации сои.

Роль производства и реализации продукции животноводства будет возрастать: удельный вес выручки от реализации всех видов в консервативном сценарии составит 44,3% против 36,3% фактических. Возрастет удельный вес выручки от реализации практически всех видов продукции животноводства.

В базовом сценарии будет восстанавливать позиции зернопроизводство: удельный вес выручки от реализации зерна составит уже 33,9% всей выручки сельскохозяйственных предприятий. По сравнению с консервативным сценарием возрастет роль сахарной свеклы и сои, удельный вес выручки от реализации которых составит соответственно 7,9 и 4,5%. При значительном увеличении производства и реализации продукции растениеводства рост в абсолютном выражении выручки от реализации продукции животноводства будет ниже, в связи с чем удельный вес выручки в общей сумме будет снижаться.

В целевом сценарии доля выручки от зернопроизводства уже составит 33,9% выручки сельскохозяйственных предприятий, что будет выше фактического уровня. Будет увеличиваться и доля выручки от реализации сахарной свеклы и сои, которая составит в целевом сценарии соответственно 8,2 и 5,0%. Запланированный рост поголовья всех видов сельскохозяйственных животных позволит увеличить выручку от реализации продукции данной отрасли еще больше, чем в базовом варианте, однако такой рост будет менее интенсивным, чем в отрасли растениеводства. В связи с этим удельный вес выручки от реализации животноводческой продукции будет незначительно снижаться по сравнению с базовым сценарием.

Таким образом, многоотраслевой характер производства сельскохозяйственных предприятий области будет скорректирован во всех сценариях с учетом усиления роли производства зерна и сахарной свеклы.

В результате прогнозных изменений в структуре использования пашни при намеченных тенденциях и приоритетах расширения отрасли животноводства эффективность использования земельных ресурсов в каждом из сценариев развития землепользования будет разная (табл. 3).

**Таблица 3. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области**

| Наименование показателя                                  | Отчет 2020 г. | Сценарии (прогноз, 2030 г.) |         |         |
|--|---------------|-----------------------------|---------|---------|
|  |               | Консервативный              | Базовый | Целевой |
| <b>Произведено на 100 га пашни, ц</b>                    |               |                             |         |         |
| зерна  | 2163,1        | 1738,9                      | 2609,8  | 2781,8  |
| подсолнечника  | 345,2         | 290,6                       | 373,4   | 410,4   |
| сахарной свеклы  | 1295,4        | 1436,6                      | 1661,8  | 1865,8  |
| сои  | 100,5         | 80,7                        | 111,3   | 133,2   |
| льна/рыжика  | 1,6           | 0,0                         | 3,0     | 4,4     |
| овощей   | 4,7           | 4,5                         | 5,9     | 6,5     |
| картофеля  | 9,9           | 9,7                         | 15,5    | 27,6    |
| свинины  | 5,4           | 7,4                         | 16,7    | 27,6    |
| <b>Произведено на 100 га сельскохозяйственных угодий</b> |               |                             |         |         |
| прироста КРС   | 16,0          | 16,9                        | 17,2    | 17,6    |
| молока   | 306,9         | 325,6                       | 335,1   | 350,0   |
| прироста овец  | 0,047         | 0,052                       | 0,054   | 0,056   |
| <b>Произведено на 100 га зерновых</b>                    |               |                             |         |         |
| яиц, тыс. шт.  | 29,3          | 32,4                        | 29,4    | 31,4    |
| прироста птицы, ц  | 2,43          | 2,54                        | 2,25    | 2,34    |
| Произведено прибыли на 1 га, тыс. руб.                   | 17,7          | 11,8                        | 32,5    | 36,2    |
| Уровень рентабельности, %                                | 44,5          | 21,6                        | 66,4    | 72,6    |

Источник: составлено автором.

Данные таблицы 3 показывают, что в консервативном варианте производство зерна на 100 га пашни по сравнению с фактом сокращается на 19,6%. В базовом сценарии рост урожайности группы зерновых восстанавливает данный показатель до фактического значения и даже превышает его на 20,6%. В целевом проекте валовой сбор зерна на 100 га пашни в сельскохозяйственных предприятиях области на 28,6% превышает уровень 2020 г.

Эффективность производства другой значимой для ЦЧР культуры – подсолнечника – в консервативном сценарии снижается за счет сокращения площадей посева данной культуры до агротехнического максимума. Однако дальнейший рост урожайности при неизменной посевной площади позволяет увеличить размер производства в абсолютном выражении и на 100 га пашни в базовом и целевом сценариях.

Во всех сценариях возрастает производство на 100 га пашни сахарной свеклы, что позволит сделать эту культуру стратегически значимой для области. Увеличивается эффективность производства сои в базовом и целевом сценариях развития землепользования: соответственно на 10,7 и 32,6%. Значительно увеличивается производство картофеля в расчете на 100 га пашни, однако данная культура, как и овощи, занимает незначительную долю в структуре пашни и выручки.

Возрастает производство всех видов продукции животноводства в сельскохозяйственных предприятиях региона на 100 га сельскохозяйственных угодий за счет прогнозируемого роста как поголовья, так и продуктивности сельскохозяйственных животных. Важным станет и восстановление отрасли птицеводства, однако за счет значительного роста площадей посева зерновых культур в базовом сценарии выход продукции птицеводства на 100 га посева зерновых будет сокращаться.

В целом реализация совокупности условий, предусмотренных консервативным сценарием, и рассчитанное соотношение отраслей и подотраслей в деятельности сельскохозяйственных предприятий области позволит достигнуть уровня рентабельности в 21,6%, что на 22,9 п.п. ниже фактического значения. Данные изменения связаны с минимальным для последних лет уровнем урожайности продуктивных сельскохозяйственных угодий, опережением темпов роста затрат на производство и реализацию сельскохозяйственной продукции темпов роста продуктивности земельных угодий и сельскохозяйственных животных, цен на аграрную продукцию, устанавливаемых торговыми сетями, посредниками, перерабатывающими предприятиями.

Дальнейший запланированный рост поголовья сельскохозяйственных животных при осуществлении и интенсификации производства в отрасли растениеводства, предусмотренных в рамках реализации базового сценария, позволит повысить уровень рентабельности аграрной деятельности сельскохозяйственных предприятий Воронежской области до 66,4%, что на 21,8 п.п. выше фактического значения.

При реализации всех запланированных почвовосстановительных мероприятий даже при дальнейшем наращивании более инертной и капиталоемкой отрасли животноводства уровень рентабельности составит максимальные 72,6%. Данный уровень может быть достигнут именно в исследуемой долгосрочной перспективе (2030 г.), так как некоторые мероприятия по восстановлению почв дают отложенный эффект.

---

#### Список источников

1. Алакоз В.В., Овсянников Д.А. Организация использования сельскохозяйственных земель. Провозглашение и реализация // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2016. № 9. С. 13-20.
2. Алтухов А.И. Новая аграрная политика – основа обеспечения продовольственной безопасности страны // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 2–6.

3. Брыжко В.Г., Реук М.А. Современные проблемы организации использования земель сельскохозяйственного назначения // Землеустройство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Улан-Удэ, 15–17 июня 2020 г.). Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2020. С. 14–18.
4. Бухтояров Н.И. Эффективность использования земельных ресурсов в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 1. С. 13–19. DOI: 10.32651/191-13.
5. Внесение удобрений и проведение работ по химической мелиорации земель за 2019 год: Статистический бюллетень // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области. Воронеж: Воронежстат. 2020. 29 с.
6. Глушко О.А., Ключников М.О. Особенности земельных правоотношений в отечественном сельском хозяйстве // Аграрное и земельное право. 2020. № 1(181). С. 37–38.
7. Долматова О.Н. Значение земельных ресурсов в системе современного рыночного сельскохозяйственного производства // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 3(27). С. 197–206.
8. Емельянова Т.А., Новиков Д.В. Земельные отношения и землеустройство // Экономика сельского хозяйства России. 2013. № 1. С. 11–21.
9. Комов И.В., Яковенко Н.В. Агропромышленный комплекс как конкурентное преимущество социально-экономического развития Воронежской области // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8, № 1(32). С. 18. DOI: 10.15862/18EYN116.
10. Курносов А.П., Улезько А.В. Экономико-математическое моделирование в системе информационного обеспечения деятельности хозяйствующих субъектов аграрной сферы // Моделирование и информационное обеспечение экономических процессов в АПК: сборник научных трудов. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2011. С. 3–23.
11. Об утверждении предельного размера стоимости работ на 1 гектар площади мелиорируемых земель, связанных с реализацией гидромелиоративных мероприятий, и предельного размера стоимости работ на 1 гектар площади земель, связанных с реализацией культуртехнических мероприятий на вышедших сельскохозяйственных угодьях, вовлекаемых в сельскохозяйственный оборот: Приказ Минсельхоза России от 06.08.2021 № 553 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202109140006> (дата обращения: 15.05.2022).
12. Об утверждении прогноза социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочный период до 2035 года: постановление правительства Воронежской области от 04.05.2018 № 386 // Портал Воронежской области. Официальное опубликование нормативных правовых актов. URL: <https://pravo.govrn.ru/content/%D0%96-386> (дата обращения 19.12.2022).
13. О стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года: закон Воронежской области от 20.12.2018 № 168-ОЗ (ред. от 23.12.2019 г.) // Портал Воронежской области. Официальное опубликование нормативных правовых актов. URL: <https://pravo.govrn.ru/content/%D0%B7> (дата обращения: 19.12.2022).
14. Чеботарев П.М., Спесивый О.В., Ахтырцев А.Б. Трансформация деградационных процессов на землях Воронежской области в последние десятилетия // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 1(28). С. 173–178.
15. Черданцев В.П., Заглядова М.Х. Организационно-экономическая модель управления развитием АПК региона в условиях открытого рынка // Агропродовольственная политика России. 2016. № 6(54). С. 54–57.

#### References

1. Alakoz V.V., Ovsyannikov D.A. Organizatsiya ispol'zovaniya sel'skokhozyajstvennykh zemel'. Provozglashenie i realizatsiya [Agricultural land use planning. Declaration and realization]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel' = Land Management, Monitoring and Cadastre*. 2016;9:13-20. (In Russ.).
2. Altukhov A.I. Novaya agrarnaya politika – osnova obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [New agrarian policy is the basis for ensuring food security of the country]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2016;3:2-6. (In Russ.).
3. Bryzhko V.G., Reuk M.A. Sovremennye problemy organizatsii ispol'zovaniya zemel' sel'skokhozyajstvennogo naznacheniya [Modern problems of the organization use of agricultural land]. *Zemleustrojstvo, kadastr nedvizhimosti i monitoring zemel'nykh resursov: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (Ulan-Ude, 15–17 iyunya 2020 g.)* [Land management, real estate cadastre and monitoring of land resources: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (Ulan-Ude, June 15-17, 2020)]. Ulan-Ude: Buryat State University Press; 2020:14-18. (In Russ.).
4. Bukhtoiarov N.I. Effektivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov v regione [Efficiency of use of land resources in the region]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019;1:13-19. DOI: 10.32651/191-13. (In Russ.).
5. Vnesenie udobrenij i provedenie rabot po khimicheskoy melioratsii zemel' za 2019 god: Statisticheskij byulleten'. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Voronezhskoj oblasti [Fertilization and chemical land reclamation works for 2019: Statistical bulletin. Territorial body of the Federal State Statistics Service for Voronezh Oblast]. *Voronezh: Voronezhstat*; 2020. 29 p. (In Russ.).
6. Glushko O.A., Klyuchnikov M.O. Osobennosti zemel'nykh pravootnoshenij v otechestvennom sel'skom khozyajstve [Features of land relations in domestic agriculture]. *Agrarnoe i zemel'noe pravo = Agrarian and Land Law*. 2020;1(181):37-38. (In Russ.).
7. Dolmatova O.N. Znachenie zemel'nykh resursov v sisteme sovremennogo rynochnogo sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva [The value of the land resources in the system of modern market agricultural production]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*. 2017;3(27):197-206. (In Russ.).

8. Emelianova T.A., Novikov D.V. Zemel'nye otnosheniya i zemleustrojstvo [Land relations and land management]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2013;1:11-21. (In Russ.).

9. Komov I.V., Yakovenko N.V. Agropromyshlennyy kompleks kak konkurentnoe preimushchestvo social'no-ekonomicheskogo razvitiya Voronezhskoj oblasti [Agro-Industrial Complex as a competitive advantage of social and economic development of the Voronezh region]. *Internet-zhurnal «Naukovedenie» = Electronic Scientific Publication of "Naukovedenie"*. 2016;2(25):169-189. DOI: 10.15862/18EVN116. (In Russ.).

10. Kurnosov A.P., Ulez'ko A.V. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie v sisteme informatsionnogo obespecheniya deyatel'nosti khozyajstvuyushchikh sub'ektov agrarnoj sfery [Economic and mathematical modeling in the system of information support for the activities of economic entities of the agrarian sphere]. Modelirovanie i informatsionnoe obespechenie ekonomicheskikh protsessov v APK: sbornik nauchnykh trudov [Modeling and information support of economic processes in the Agro-Industrial Complex: collection of scientific papers]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2011:3-23 (In Russ.).

11. Ob utverzhdenii predel'nogo razmera stoimosti rabot na 1 gektar ploschadi melioriruemyykh zemel', svyazannykh s realizatsiej gidromeliorativnykh meropriyatij, i predel'nogo razmera stoimosti rabot na 1 gektar ploschadi zemel', svyazannykh s realizatsiej kul'turtekhnicheskikh meropriyatij na vybyvshikh sel'skokhozyajstvennykh ugod'yakh, vovlekaemykh v sel'skokhozyajstvennyj oborot: Prikaz Minzel'khoza Rossii ot 06.08.2021 № 553 [Concerning the approval of the maximum amount of the cost of works on 1 hectare of reclaimed land area related to the implementation of hydro-reclamation measures, and the maximum amount of the cost of works on 1 hectare of land area related to the implementation of cultural measures on retired agricultural land involved in agricultural turnover: Order of the Ministry of Agriculture of Russia of 06.08.2021 No. 553]. Ofitsial'nyj internet-portal pravovoj informatsii [Official Internet Portal of legal information]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202109140006>. (In Russ.).

12. Ob utverzhdenii prognoza social'no-ekonomicheskogo razvitiya Voronezhskoj oblasti na dolgosrochnyj period do 2035 goda: Postanovlenie Pravitel'stva Voronezhskoj oblasti ot 04.05.2018 № 386 [Concerning the approval of the forecast of socio-economic development of Voronezh Oblast for the long-term period up to 2035: Decree of the Government of Voronezh Oblast of 04.05.2018 No. 386]. Portal Voronezhskoj oblasti. Ofitsial'noe opublikovanie normativnykh pravovykh aktov [Portal of Voronezh Oblast. Official publication of normative legal acts]. URL: <https://pravo.govrn.ru/content/%D0%96-386>. (In Russ.).

13. O strategii social'no-ekonomicheskogo razvitiya Voronezhskoj oblasti na period do 2035 goda: Zakon Voronezhskoj oblasti ot 20.12.2018 № 168-OZ (red. ot 23.12.2019 g.) [Concerning the strategy of socio-economic development of Voronezh Oblast for the period up to 2035: Law of Voronezh Oblast of 20.12.2018 No. 168-OZ (ed. of 23.12.2019)]. Portal Voronezhskoj oblasti. Ofitsial'noe opublikovanie normativnykh pravovykh aktov [Portal of Voronezh Oblast. Official publication of normative legal acts]. URL: <https://pravo.govrn.ru/content/%D0%B7>. (In Russ.).

14. Chebotarev P.M., Spesivyy O.V., Akhtirtsev A.B. Transformatsiya degradatsionnykh protsessov na zemlyakh Voronezhskoj oblasti v poslednie desyatiletiya [Land degradation on the territory of Voronezh region and the main trends in the process of its transformation in recent decades]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2011;1(28):173-178. (In Russ.).

15. Cherdantsev V.P., Zaglyadova M.Kh. Organizatsionno-ekonomicheskaya model' upravleniya razvitiem APK regiona v usloviyakh otkrytogo rynka [Organizational and economic model of managing the development of the Agro-Industrial Complex of the region in the conditions of an open market]. *Agroprodoval'stvennaya politika Rossii = Agro-food Policy in Russia*. 2016;6(54):54-57. (In Russ.).

#### Информация об авторах

М.А. Черных – соискатель ученой степени кандидата экономических наук ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [MaxAndrCher@yandex.ru](mailto:MaxAndrCher@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).

И.В. Шамрина – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», [IVShamrina@yandex.ru](mailto:IVShamrina@yandex.ru).

#### Information about the authors

M.A. Chernykh, Candidate Degree Seeking Student, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [MaxAndrCher@yandex.ru](mailto:MaxAndrCher@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).

I.V. Shamrina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management, Lipetsk State Technical University, [IVShamrina@yandex.ru](mailto:IVShamrina@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 27.01.2023; одобрена после рецензирования 28.02.2023; принята к публикации 03.03.2023.

The article was submitted 27.01.2023; approved after reviewing 28.02.2023; accepted for publication 03.03.2023.

© Черных М.А., Запорожцева Л.А., Шамрина И.В., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 338.43.025  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_143

**Рациональное использование земельных ресурсов  
как фактор повышения устойчивости сельского хозяйства**

Эльвира Анатольевна Климентова<sup>1✉</sup>, Александр Алексеевич Дубовицкий<sup>2</sup>,  
Ольга Юрьевна Смыслова<sup>3</sup>

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

<sup>3</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации –  
Липецкий филиал, Липецк, Россия

<sup>1</sup>klim1-408@yandex.ru✉

**Аннотация.** Системные проблемы, препятствующие формированию устойчивости сельского хозяйства и существующие в России уже достаточно длительный период времени, обуславливают необходимость поиска путей по обеспечению рационального использования земельных ресурсов в аграрном секторе экономики. Дана экономическая оценка параметров воспроизводства почвенного плодородия при выращивании сельскохозяйственных культур на основе использования балансового инструментария. Существующее несоответствие поступления и выноса основных элементов плодородия с урожаем сказывается на валовых сборах и качестве урожая, приводя к снижению уровня рентабельности производства, в результате чего сельхозпроизводители несут экономические потери. Размер ущерба в расчете на 1 га варьирует от 3,8 до 26,7 тыс. руб. при выращивании соответственно овощных культур и сахарной свеклы. Меры по достижению бездефицитного баланса гумуса и минеральных элементов ведут к определенному снижению уровня землеотдачи, но позволяют обеспечить воспроизводство почвенного плодородия, что является непереносимым условием устойчивости сельского хозяйства. Выявлены факторы, препятствующие формированию рационального землепользования (низкий уровень ответственности землепользователей в сохранении плодородия земель, недостаточный контроль за использованием земельных ресурсов со стороны государства, отсутствие заинтересованности землепользователей в сохранении экологического благополучия земель и др.). Обоснованы предложения по совершенствованию механизма управления землепользованием на основе формирования действенной мотивации и ответственности землепользователей за состояние плодородия земель. Совокупность административного контроля и экономического стимулирования позволит сформировать системную связь элементов внедрения рационального землепользования, обеспечить практическое воплощение методов мотивации и ответственности. Эти задачи могут быть решены только при кардинальном пересмотре основных параметров управления земельными ресурсами, что является необходимым условием организации рациональных систем ведения сельского хозяйства и устойчивого развития.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, земельные ресурсы, устойчивое развитие, эффективность использования, рациональное землепользование, механизм управления

**Для цитирования:** Климентова Э.А., Дубовицкий А.А., Смыслова О.Ю. Рациональное использование земельных ресурсов как фактор повышения устойчивости сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 143–155. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_143](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_143)–155.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Rational use of land resources as a factor  
of increasing the sustainability of agriculture**

Elvira A. Klimentova<sup>1✉</sup>, Aleksandr A. Dubovitski<sup>2</sup>, Olga Yu. Smyslova<sup>3</sup>

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

<sup>3</sup>Financial University under the Government of the Russian Federation – Lipetsk Branch, Lipetsk, Russia

<sup>1</sup>klim1-408@yandex.ru✉



**Abstract.** Systemic problems that interfere with the sustainability of agriculture and have existed in Russia for quite a long period of time necessitate the search for ways of ensuring rational use of land resources in the agrarian sector of national economy. The authors present a balance-based economic assessment of the parameters of reproduction of soil fertility elements in the cultivation of agricultural crops in Russia. The existing discrepancy between the inflow of the main elements of fertility and their outflow with harvest affects the gross yield and the quality of crops, leading to a decrease in the level of profitability of production. As a result, agricultural producers incur significant economic losses. The amount of losses per 1 ha varies from 3.8 to 26.7 thousand rubles when growing vegetable crops and sugar beet, respectively. Measures for obtaining deficit-free balance of humus and mineral elements lead to a certain decrease in the level of return from land, but ensure soil fertility reproduction, which is a condition for the sustainability of agriculture. The authors have analyzed the main parameters of mechanism of state management of land resource use in Russia and identified the factors that hinder the formation of rational land use. The main of them include the following: low level of responsibility of land users in maintaining soil fertility; insufficient state control over the use of land resources; lack of interest of land users in maintaining the ecological well-being of lands. The authors have also substantiated the proposals for improving the mechanism of land use management on the basis of formation of effective motivation and responsibility of land users for the status of soil fertility. It is concluded that prompt elimination of negative factors is necessary, which will contribute to achieving the strategic goals of sustainable development of agriculture. The combination of administrative control and economic incentives will make it possible to form a systematic link between the elements of the introduction of rational land use, to ensure the practical implementation of methods of motivation and responsibility. These goals can be achieved only with a radical revision of the basic parameters of land management, which is a prerequisite for the organization of rational systems of agriculture and sustainable development.

**Key words:** agriculture, land resources, sustainable development, efficiency of use, rational land use, management mechanism

**For citation:** Klimentova E.A., Dubovitski A.A., Smyslova O.Yu. Rational use of land resources as a factor of increasing the sustainability of agriculture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):143-155. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_143-155](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_143-155).

Формирование системы устойчивого развития в условиях современной реальности является объективной необходимостью и одной из ключевых задач развития сельского хозяйства. Концепция устойчивого развития, сформулированная в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию [20], принята в качестве официальной доктрины государственного развития многих стран, в том числе и России, важнейшими задачами которой обозначены стабилизация экологической ситуации и улучшение состояния окружающей среды [9]. При этом многие цели устойчивого развития, актуализированные в 2020 г. на уровне ООН, тем или иным образом связаны с сельским хозяйством. В Докладе ООН в частности акцентируется внимание на необходимости:

- покончить с голодом, обеспечить продовольственную безопасность и улучшить питание, а также содействовать устойчивому сельскому хозяйству;
- принять срочные меры по борьбе с изменением климата и его последствиями;
- защищать, восстанавливать и поощрять устойчивое использование наземных экосистем, рационально управлять лесами, бороться с опустыниванием, остановить и обратить вспять деградацию земель, а также остановить утрату биоразнообразия [22].

Многие исследователи, подчеркивая необходимость обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства в условиях экономической нестабильности [13, 17], отмечают, что главным элементом формирования устойчивости социо-эколого-экономического развития рассматриваются земельные ресурсы [18], использование которых должно обеспечивать эффективность производства при условии сохранения ее естественного потенциала [3], делая выводы о том, что научно-технологическое развитие в совокупности с выстроенной системой биологизации сельского хозяйства способствует достижению определенных критериев рационального землепользования.

Практика ведения сельскохозяйственного производства свидетельствует о продолжающихся процессах деградации земельных ресурсов и экологических систем. По данным Доклада «Состояние почвенных ресурсов мира», подготовленного Межправительственной группой экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO), третья часть почвенных ресурсов мира подвержена деградации по причинам, связанным с нерациональными методами управления [21].

Многие негативные тенденции характерны и для России. По данным Росреестра, более 25% пашни подвержено различным видам эрозии, около 22 и 25% почв характеризуется соответственно низким содержанием подвижного фосфора и гумуса (меньше минимально необходимого уровня) [1]. Усиление процессов деградации земель ведет к падению естественного плодородия, что в конечном итоге ограничивает возможности роста урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур.

Современная система аграрного производства в России направлена прежде всего на достижение экономических результатов – обеспечение доходности агробизнеса, продовольственной безопасности и реализацию принципов импортозамещения, связанных с противодействием международным санкциям. В то же время вопросам рационального использования земель не уделяется достаточного внимания ни со стороны государства, ни со стороны бизнеса. Земельные угодья воспринимаются как неистощимый источник формирования прибавочного продукта в краткосрочном периоде, без учета необходимости сохранения естественного потенциала земель в долгосрочной перспективе. В результате происходит экономия затрат на воспроизводство плодородия, что ведет к ослаблению защиты сельскохозяйственных земель от деградации [4], особенно на фоне заметных климатических изменений последних лет [14].

Системные проблемы, препятствующие формированию устойчивости и существующие уже достаточно длительный период времени, обуславливают необходимость поиска путей по обеспечению рационального использования земельных ресурсов в аграрном секторе экономики. С учетом вышеизложенного авторами проделана значительная работа по исследованию факторов, препятствующих рациональному использованию земельных ресурсов, и разработке направлений повышения устойчивости сельского хозяйства.

Проанализировав значительный объем статистических данных, авторы дали экономическую оценку параметров воспроизводства почвенного плодородия в процессе сельскохозяйственного использования земель. При решении вопроса об экономической оценке экологических последствий землепользования исходили из обоснованного ранее методического подхода к оценке эколого-экономической эффективности использования земель в сельском хозяйстве [15]. В частности, уровень снижения плодородия почв оценивался на основе балансового инструментария, позволяющего проследить динамику элементов почвенного плодородия и определить необходимые затраты на их восполнение.

В современных условиях для достижения устойчивого развития аграрного производства, увеличения его объемов и повышения качества жизни населения основным условием является формирование системы рационального использования земельных ресурсов. При этом под рациональным использованием традиционно понимается использование земельных ресурсов, которое обеспечивает высокий уровень экономической эффективности при условии сохранения почвенного плодородия и недопущения любого отрицательного воздействия на почвы [2], и которое приводится в качестве одного из основных ориентиров в Стратегии развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [7].

С точки зрения экономической эффективности в последние годы представляется все более очевидным, что сельское хозяйство становится активным участником экономического роста, демонстрируя положительную динамику результативности и эффективности.

Объем произведенной продукции сельского хозяйства в 2021 г. достиг размера 7710 млрд руб., увеличившись с 2010 г. в 3,1 раза (на 5248 млрд руб.). За это время производство сахарной свеклы увеличилось в 1,8 раза, производство зерна – практически в 2 раза, подсолнечника – в 3 раза, сои – в 4 раза. Рентабельность сельскохозяйственных организаций выросла с 8,3 до 25,6%.

Повысилась и экономическая эффективность использования земель в сельском хозяйстве. Объем производства продукции сельского хозяйства на 1 га сельскохозяйственных угодий (натурально-стоимостной показатель землеотдачи) с 2010 по 2021 г. вырос до 38,3 тыс. руб., или в 3,25 раза. Приведенные значения производства растениеводческой и животноводческой продукции позволили России достичь значений продовольственной безопасности практически по всем ключевым направлениям: по зерну, растительному маслу, сахару, мясу и мясопродуктам, рыбе и рыбопродуктам.

Внешняя торговля Российской Федерации сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в 2021 г. достигла положительного сальдо торгового баланса. По данным ФТС России, в 2021 г. по сравнению с 2012 г. товарооборот экспорта увеличился более чем в два раза – с 16,2 до 37,1 млрд долл. США [12].

Сельскохозяйственное производство в России значительно преобразилось в течение последнего десятилетия за счет широкого распространения инноваций и внедрения современных, прогрессивных технологий, чему способствовала активная государственная политика. По сравнению с тем, что было несколько десятилетий назад, сегодняшнее сельское хозяйство гораздо менее трудоемко, а хозяйствующие субъекты, став более крупными и специализированными, обеспечивают рост производства сельскохозяйственной продукции.

И вот здесь возникает вопрос: какова ситуация с точки зрения второй составляющей рационального землепользования – сохранения плодородия земель? И в этом отношении не все так однозначно.

Важнейшую роль в воспроизводстве плодородия играют различные виды удобрений. В России наблюдается один из минимальных уровней внесения минеральных удобрений в Европе. По данным за 2021 г. он составил 75 кг в расчете на 1 га пашни, что в два раза ниже, чем в таких странах, как Болгария, Эстония, Дания, Испания. И это несмотря на то, что Россия является крупнейшим производителем минеральных удобрений. В настоящее время в нашей стране функционирует более тридцати только крупных химических комбинатов, а совокупный годовой объем производства составляет около 20 млн т, что составляет примерно 7% всего мирового выпуска. Однако при этом более 80% производимых в России минеральных удобрений поступает на экспорт [10].

Самым высоким уровнем внесения удобрений характеризуется Швейцария – 376 кг (в 6,1 раза выше российского уровня), далее идут Нидерланды – 237 кг (в 3,9 раза) и Словения – 220 кг (в 3,6 раза). Но необходимо учитывать, что кроме внесения минеральных удобрений здесь широко практикуется внесение органических удобрений, выращивание многолетних кормовых и покровных культур, а также различные приемы биологизации земледелия. Широкое использование этих мер обеспечивает финансовая поддержка со стороны государства. С 2015 г. условием субсидирования государствами Европейского Союза сельского хозяйства является обязательное использование 30% полученных агробизнесом ассигнований по «зеленому» компоненту: на финансирование сельскохозяйственных методов, полезных для окружающей среды, в том числе земельных ресурсов [19].

По имеющимся в ряде стран статистическим данным баланса питательных веществ в почве можно оценить влияние сельскохозяйственного производства на уровень плодородия земель (рис. 1).

В большинстве стран ЕС, кроме Румынии, наблюдается положительный баланс питательных веществ в почве сельскохозяйственных угодий. Наибольшее превышение поступления над выносом с урожаем отмечено в Нидерландах (169,8 кг), Чехии (75,6 кг) и Швейцарии (62,9 кг). Недосток азота и фосфора в почвах Румынии составляет 31 кг на 1 га в годовом исчислении.

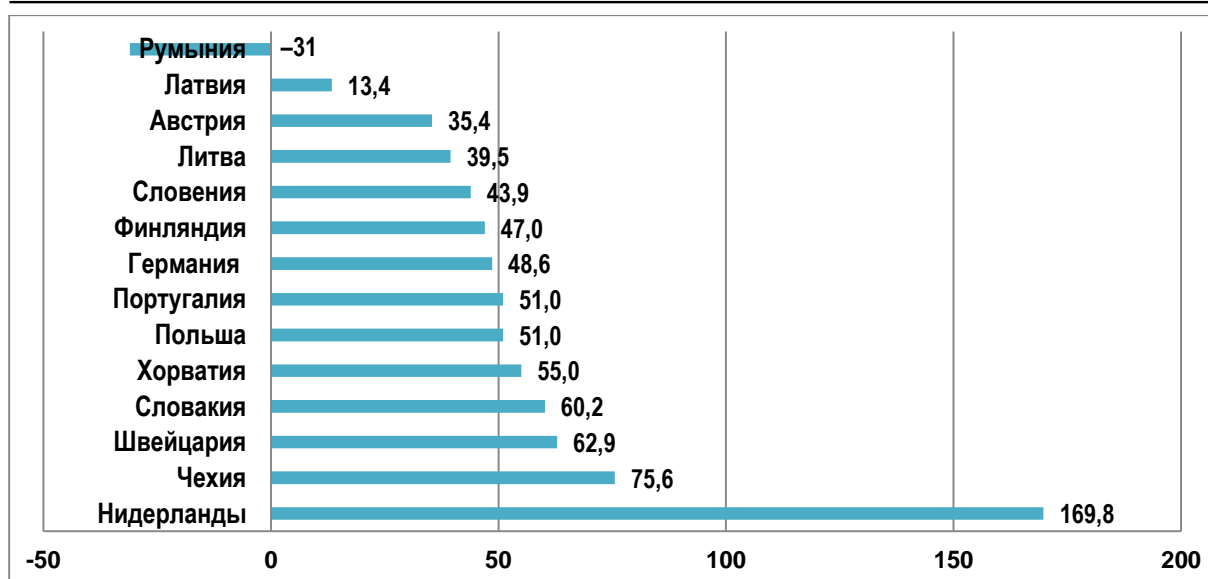


Рис. 1. Совокупный баланс азота и фосфора в почве сельскохозяйственных угодий Европы в 2019 г., кг минеральных элементов на 1 га [16]

В отличие от многих европейских стран, в России нет подобной системы мониторинга земель. Оценить величину и структуру возникающих в землепользовании дисбалансов можно лишь по отдельным культурам, используя элементы балансового инструментария.

Динамика объемов внесения органических и минеральных удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в России весьма неоднородна: в расчете на единицу площади показатели все еще не достигли предкризисного уровня конца 80-х – начала 90-х гг. (рис. 2, 3).

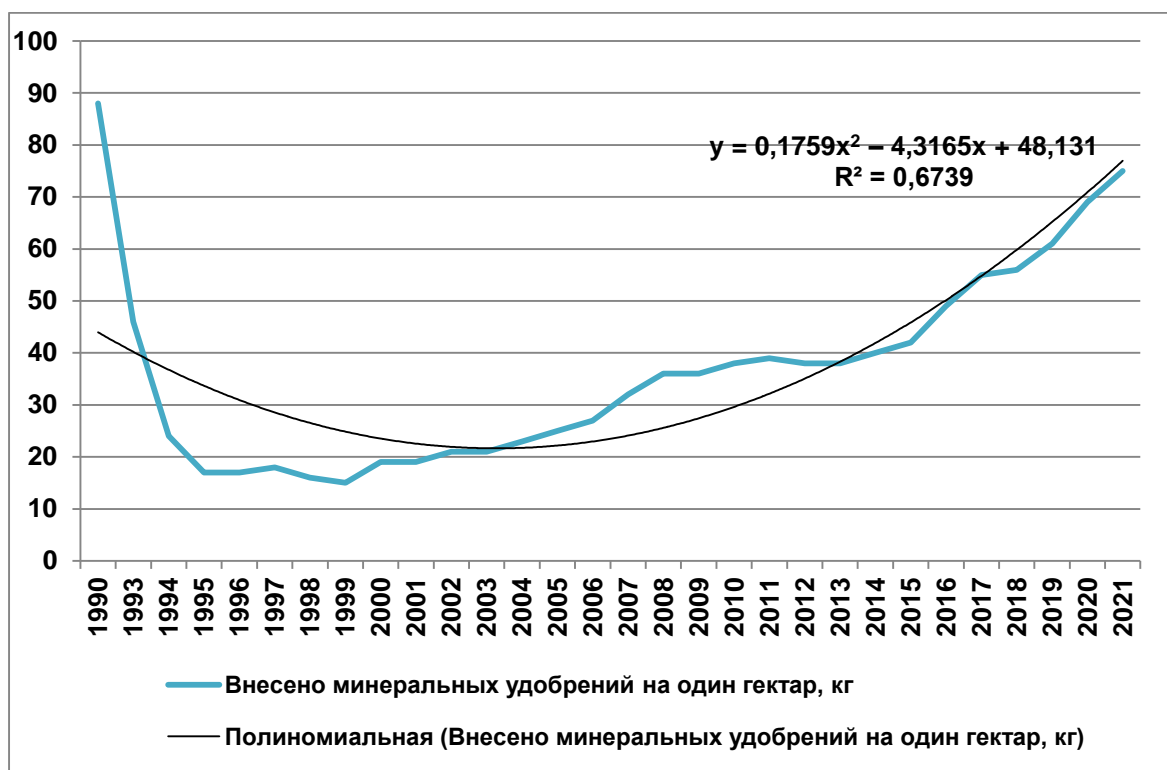


Рис. 2. Внесение минеральных удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях РФ, кг на 1 га [11]

Динамика внесения минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях РФ за период 1990–2021 гг. характеризуется полиномиальным уравнением с величиной достоверности аппроксимации 67% ( $R^2 = 0,6739$ ).

Общая линия тренда позволяет выделить два противоположных направления: в течение 1990–2004 гг. – сокращение, а в течение 2005–2021 гг. – повышение показателя внесения удобрений. Так, в 2021 г. на 1 га посевной площади было внесено 75 кг минеральных удобрений, что на 52 кг (в 3,2 раза) больше, чем в 2004 г., но все еще на 13 кг (14,8%) меньше, чем в 1990 г.

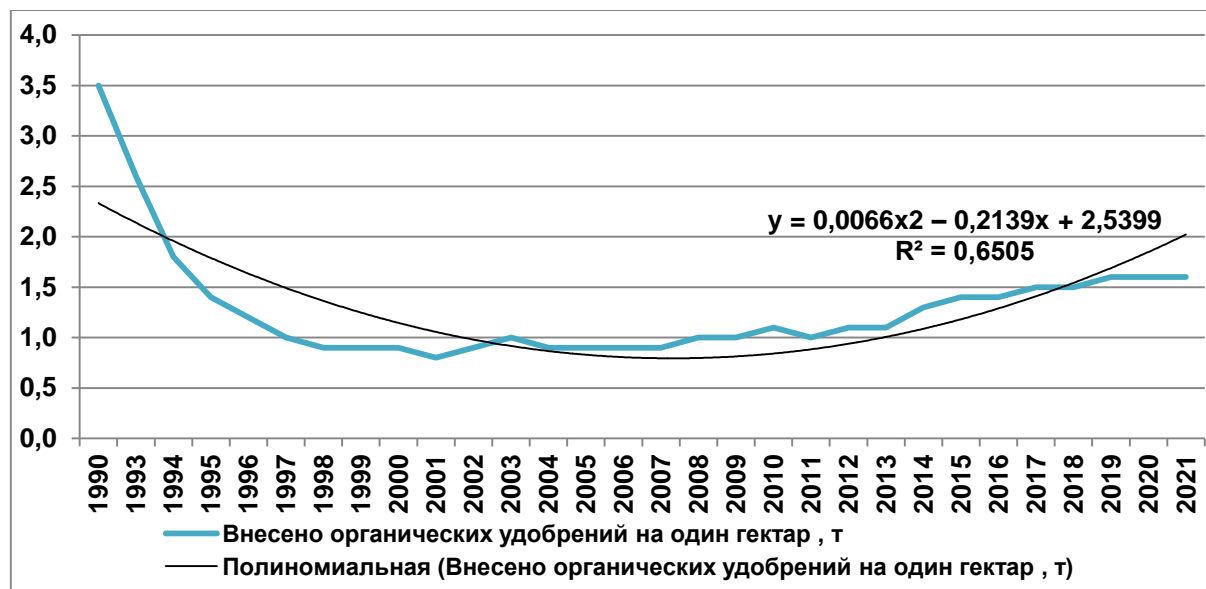


Рис. 3. Внесение органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях РФ, т на 1 га [11]

Аналогичная ситуация наблюдается и с внесением органических удобрений. В течение 1990–2007 гг. отмечено практически постоянное и значительное снижение этого показателя, а в течение 2008–2021 гг. – увеличение: в 2021 г. было внесено 70,2 млн т, или лишь 1,6 т на 1 га посева, что в 2,18 раза ниже уровня 1990 г.

Внесение низких доз минеральных удобрений и практически полное отсутствие органических удобрений на фоне роста выноса элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур приводят к снижению плодородия почвы.

Баланс органического вещества в почве позволяет локализовать два противоположных процесса: образования и разложения органического вещества. Формально интенсивность этих процессов зависит от выращиваемой культуры, ее урожайности и уровня внесения органических удобрений.

Расчитанный баланс гумуса при выращивании основных сельскохозяйственных культур в организациях РФ позволяет провести экономическую оценку происходящих в землепользовании изменений (табл. 1).

Приходная часть баланса гумуса (фактическое внесение органических удобрений и запашка растительных остатков) не компенсирует минерализацию гумуса при выращивании различных видов товарных сельскохозяйственных культур. Максимальные значения расхода гумуса отмечены при возделывании таких культур, как сахарная свекла и картофель – 4,7 и 3,1 т на 1 га. Соответственно и наибольшие невосполнимые потери гумуса приходятся на эти культуры: по данным за 2021 г. в среднем на 1 га они составили 4,1 и 2,5 т. Дополнительная потребность в органических удобрениях для компенсации потерь гумуса составляет 20,3 и 12,6 т на 1 га, т. е. для бездефицитного баланса гумуса под данные культуры должно вноситься органики в несколько раз больше фактического уровня последних лет.

Таблица 1. Экономическая оценка ущерба от потерь гумуса при выращивании сельскохозяйственных культур в организациях РФ в расчете на 1 га, 2021 г.

| Показатели  | Зерновые | Сахарная свекла | Подсолнечник | Картофель | Овощи открытого грунта |
|---|----------|-----------------|--------------|-----------|------------------------|
| Урожайность, т/га                                     | 2,8      | 41,46           | 1,8          | 26,48     | 26,19                  |
| Вынос азота, кг на 1 т                                | 35,0     | 5,9             | 52,7         | 6,2       | 3,3                    |
| Расход гумуса, кг                                     | 1411,2   | 4696,6          | 1821,3       | 3152,2    | 1659,4                 |
| Внесение органических удобрений, т                    | 1,2      | 2,0             | 0,8          | 2,3       | 2,4                    |
| Коэффициент гумификации                               | 0,18     | 0,05            | 0,1          | 0,05      | 0,05                   |
| Коэффициент выхода растительных остатков              | 1,2      | 0,11            | 1,8          | 0,13      | 0,12                   |
| Приход гумуса:  |          |                 |              |           |                        |
| с удобрениями, кг                                     | 240,0    | 400,0           | 160,0        | 460,0     | 480,0                  |
| с растительными остатками, кг                         | 604,8    | 228,0           | 324,0        | 172,1     | 157,1                  |
| Баланс почвенного гумуса, кг (+/-)                    | -566,4   | -4068,6         | -1337,3      | -2520,1   | -1022,3                |
| Дополнительная потребность в органических удобрениях: |          |                 |              |           |                        |
| на 1 га, кг   | 2832,0   | 20342,8         | 6686,6       | 12600,3   | 5111,3                 |
| то же в тоннах  | 2,8      | 20,3            | 6,7          | 12,6      | 5,1                    |
| Экономический ущерб от потерь гумуса, тыс. руб.       | 2,0      | 14,2            | 4,7          | 8,8       | 3,6                    |

Источник: рассчитано авторами.

Компенсация потерь гумуса требует соответствующих финансовых затрат, величина которых и составляют экономический ущерб. По нашим расчетам, он колеблется от 2,0 до 14, 2 тыс. руб. при выращивании соответственно зерновых культур и сахарной свеклы. Баланс минеральных элементов питания при выращивании сельскохозяйственных культур в организациях РФ также отрицателен (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая оценка ущерба от потерь минеральных элементов питания при выращивании сельскохозяйственных культур в организациях РФ в расчете на 1 га, 2021 г.

| Показатели   | Зерновые | Сахарная свекла | Подсолнечник | Картофель | Овощи открытого грунта |
|--|----------|-----------------|--------------|-----------|------------------------|
| Урожайность, т/га  | 2,67     | 41,46           | 1,8          | 26,48     | 26,19                  |
| Вынос азота, фосфора и калия, кг на 1 т                    | 72,3     | 15,2            | 172,9        | 22,7      | 11                     |
| Расход NPK с урожаем, кг д.в. на 1 га                      | 193,0    | 630,2           | 311,2        | 601,1     | 288,1                  |
| Приход NPK:  |          |                 |              |           |                        |
| с минеральными удобрениями, кг                             | 83,0     | 292,0           | 48,0         | 472,0     | 262,0                  |
| с органическими удобрениями, кг                            | 5,7      | 9,4             | 3,8          | 10,9      | 11,3                   |
| с растительными остатками, кг                              | 40,8     | 15,4            | 21,9         | 11,6      | 10,6                   |
| Баланс минеральных элементов, кг (+/-)                     | -63,5    | -313,4          | -237,6       | -106,6    | -4,1                   |
| Экономический ущерб от потерь элементов питания, тыс. руб. | 2,5      | 12,5            | 9,5          | 4,3       | 0,2                    |

Источник: рассчитано авторами.

Показатели внесения минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры колеблются от 48 кг под подсолнечник до 472 кг на 1 га под картофель. Под зерновые культуры, которые занимают основной удельный вес в структуре посевных площадей, уровень внесения в 2021 г. составил 83 кг на 1 га, что значительно меньше выноса основных элементов питания с урожаем. При этом наибольшие потери минеральных элементов отмечены при возделывании сахарной свеклы и подсолнечника – соответственно 313,4 и 237,6 кг д.в. на 1 га. Стоимостной эквивалент потерь элементов питания по этим культурам достигает 9,5–12,5 тыс. руб. на 1 га ежегодно.

Отрицательный баланс питательных веществ в почве в долгосрочной перспективе приведет к снижению уровня естественного плодородия, что создаст риски роста издержек компенсации снижения плодородия, риски снижения объемов производства и, как следствие, отразится на продовольственной безопасности.

Однако следует отметить, что избыточное внесение азота или фосфора также несет потенциальную угрозу для окружающей среды, так как может привести к загрязнению поверхностных и подземных вод, накоплению нитратов в произведенных на этой почве продуктах питания. Вот почему так важно контролировать баланс движения питательных веществ в почвах.

Нарушение оптимальных параметров структуры посевных площадей обостряет проблемы в землепользовании. Процессы концентрации и углубления специализации производства в современных условиях приводят к насыщению посевов наиболее прибыльными для хозяйств культурами, чаще всего техническими, которые отличаются выносом значительного количества питательных веществ при высокой требовательности к плодородию земель.

Сравнение современной структуры посевных площадей с началом 90-х гг. XX в. дает представление о весьма существенных изменениях. За прошедшие десятилетия удельный вес наиболее интенсивной группы сельскохозяйственных культур – технических – вырос более чем в три раза – с 6,1 до 19,4%. В группе технических культур увеличились площади под подсолнечником. Во многих хозяйствах центральных и южных регионов России эта культура занимает от 15 до 25% пашни, а в некоторых областях и больше. К примеру, в целом по сельскохозяйственным организациям Тамбовской области доля технических культур, по данным за 2021 г., составила 40,9%, в том числе подсолнечника – 24,7%.

В связи с весьма существенным снижением численности поголовья животных, а в большинстве хозяйств и полной ликвидацией отрасли животноводства, в России резко сократились площади многолетних трав – единственной группы сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают положительный баланс почвенного плодородия. Их удельный вес в структуре посевов сократился с 19,4 до 12,4% при общем снижении доли кормовых культур с 36,1 до 18,5% (за счет уменьшения посевов кормовой кукурузы, однолетних трав и овса на корм).

Расширение площадей зерновых и технических культур за счет сокращения площадей под кормовыми культурами не только ведет к нарушению воспроизводства плодородия земель, но и способствует ухудшению структурного состояния и водного баланса почв, увеличению засоренности полей, особенно трудноискоренимыми сорняками (осоты, пырей и др.). Посев зерновых по зерновым несколько лет подряд способствует распространению зерновых нематод и корневых гнилей, что в конечном итоге отрицательно сказывается и на количестве, и на качестве собираемого урожая.

Таким образом, экономия затрат на внесении удобрений с целью максимизации прибыли в краткосрочном периоде ведет к постепенному и постоянному падению плодородия земель, которое, в свою очередь, в долгосрочной перспективе может стать фактором, ограничивающим рост урожайности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства. Недооценка данной взаимосвязи между экономиче-

ской эффективностью и воспроизводством плодородия земель может привести к непредсказуемым последствиям, вплоть до необратимого ухудшения и полной потери плодородного слоя почвы и невозможности вести сельскохозяйственное производство в привычном всем нам виде.

Компенсация ущерба от снижения плодородия требует определенных финансовых вложений, которые могут повлиять на уровень показателей эффективности использования земельных ресурсов, но не кардинальным образом (табл. 3).

**Таблица 3. Влияние затрат на компенсацию снижения плодородия на уровень показателей эффективности использования земельных ресурсов в сельскохозяйственных организациях РФ в расчете на 1 га, 2021 г.**

| Показатели  | Зерновые | Сахарная свекла | Подсолнечник | Картофель | Овощи открытого грунта |
|---|----------|-----------------|--------------|-----------|------------------------|
| Совокупный экономический ущерб от падения плодородия, тыс. руб.                 | 4,5      | 26,7            | 14,2         | 13,1      | 3,8                    |
| Урожайность, ц с 1 га   | 28,5     | 414,0           | 16,9         | 265,0     | 262,0                  |
| Цена реализации 1 ц, руб.   | 1428,8   | 354,4           | 3872,8       | 1753,0    | 6849,1                 |
| Валовая продукция с 1 га (землеотдача), тыс. руб.                               | 40,7     | 146,7           | 65,4         | 464,5     | 1794,5                 |
| Землеотдача с учетом допущенного ущерба, тыс. руб. с 1 га                       | 36,2     | 120,0           | 51,2         | 451,4     | 1790,7                 |
| Доля необходимых затрат для компенсации ущерба в стоимости валовой продукции, % | 11,1     | 18,2            | 21,7         | 2,8       | 0,2                    |

Источник: рассчитано авторами.

Ежегодный ущерб от падения плодородия, который должен компенсироваться, составляет от 4,5 тыс. руб. при возделывании зерновых культур до 26,7 тыс. руб. в расчете на 1 га при возделывании сахарной свеклы. Положительное решение данного вопроса приведет к снижению натурально-стоимостного показателя землеотдачи по валовой продукции. Минимальное снижение будет в овощеводстве, где землеотдача уменьшится на величину 0,2% и составит 1790,7 тыс. руб. на 1 га. Максимальное снижение может произойти при компенсации ущерба при возделывании подсолнечника, где землеотдача уменьшится на 21,7% и составит 51,2 тыс. руб. на 1 га.

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод о необходимости ежегодной компенсации ущерба снижения плодородия при выращивании овощей и картофеля, при котором доля необходимых затрат для компенсации ущерба в стоимости валовой продукции небольшая – соответственно 2,8 и 0,2%.

Высокая доля необходимых затрат для компенсации ущерба при возделывании сахарной свеклы и подсолнечника может поставить вопрос о рациональности данного мероприятия с экономической точки зрения. В рыночных условиях хозяйствования сельскохозяйственные организации считают основной целью получение прибыли и максимизацию ее во времени, объясняя низкий уровень внесения минеральных и органических удобрений существенным удорожанием материальных ресурсов и сопутствующих затрат на осуществление технологических процессов. Однако, учитывая достаточно высокий уровень рентабельности выращивания этих культур, который в 2021 г. составил соответственно 64,1 и 115,2%, реализация мероприятий по компенсации потерь элементов почвенного плодородия более чем целесообразна.

Кроме того, актуальным направлением минимизации ущерба от снижения плодородия земель при выращивании технических культур является приведение структуры посевных площадей к рекомендуемым параметрам с учетом научных рекомендаций



чередования культур в севооборотах. Важную роль в воспроизводстве плодородия земель могут играть не только органические и минеральные удобрения, но и биологические приемы и методы, такие как использование сидеральных и покровных культур, запашка растительных остатков, мульчирование почвы и др. Сидеральные культуры способствуют повышению содержания гумуса в почве и, как следствие, урожайности культур. Использование в качестве зеленого удобрения бобовых сидератов позволяет накапливать до 350–400 кг на 1 га биологического азота, что эквивалентно внесению минеральных удобрений на сумму 14–16 тыс. руб., и может обеспечить формирование урожая сахарной свеклы до 500 ц корнеплодов.

Существующие уже достаточно длительный период времени проблемы воспроизводства плодородия земель, препятствующие формированию устойчивости аграрного сектора, обуславливают необходимость поиска направлений совершенствования процесса управления землепользованием в системе «государство – землепользователи – земельные ресурсы».

Современная система управления землепользованием в России функционирует в рамках действующей земельной политики государства на основе ряда нормативно-правовых актов, основным из которых является Конституция РФ, в ст. 9 которой земля признается основой жизнедеятельности народа, что предполагает наличие определенных ограничений, связанных с необходимостью ее рационального использования и сохранения ее плодородия в интересах всего общества [5]. Реализация закрепленных положений может осуществляться посредством повышенного налогообложения нерационального использования земель, возложения на собственников обязательств по охране земельных ресурсов, их сохранению и восстановлению. Из этого вытекает обязанность землепользователей использовать земельные ресурсы эффективно и рационально под контролем со стороны органов власти Российской Федерации.

Основным нормативным правовым актом, определяющим правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды и регулирующим отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, является Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [6]. Однако нормативы допустимого хозяйственного воздействия на почвы в данном законе не предусмотрены, что делает невозможным установление ответственности за допущенное снижение плодородия почв. По этой же причине государственная поддержка в целях охраны окружающей среды предусмотрена по многим направлениям только для промышленных секторов экономики, а такой элемент, как экологическое страхование, в сельском хозяйстве практически не работает.

Нормирование деградации почв в результате сельскохозяйственного использования предусмотрено Федеральным законом от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [8], дополнительными постановлениями к которому установлены критерии лишь существенного снижения плодородия земель, однако механизм их применения не прописан. Следует отметить, что критерии существенного снижения плодородия могут использоваться для административного регулирования запретительного свойства, но не для экономического регулирования воспроизводства плодородия.

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время, несмотря на существование отдельных законодательных актов, в России отсутствует действенный механизм, который поощрял бы эффективное управление и рациональное использование земель. На наш взгляд, в сложившихся условиях со стороны государства должны быть предприняты меры по совершенствованию правового регулирования землепользования в России. На законодательном уровне необходимо в первую очередь установить норма-

тивы хозяйственного воздействия на земельные ресурсы, прописать критерии снижения плодородия, предусмотреть базу и временные рамки для контроля снижения плодородия. Самое главное – предусмотреть материальную ответственность за допущенное снижение плодородия земель, что даст возможность установления реальной ответственности за состояние земельных ресурсов. Основная цель государства при этом состоит в обеспечении качественных характеристик земельных ресурсов на уровне не ниже, чем в любой предыдущий период времени. Только в этом случае можно будет говорить о рациональном землепользовании и устойчивом развитии сельского хозяйства. В сложившихся условиях особую актуальность приобретает не только административное регулирование, но и экономическое, направленное на создание системы заинтересованности землепользователей в сохранении экологического благополучия земель. Агробизнесу должно стать выгодно вкладывать средства в поддержание плодородия земель.

В сельском хозяйстве реализуется ряд программ, внося изменения в которые можно способствовать росту мотивации. Например, в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия могут быть проведены определенные корректировки для поддержки реализации мер рационального землепользования. В данном случае представляется логичным установить критерий для получения компенсирующей субсидии, использование ее части (до 30%) на землеохранные мероприятия (внесение органических и минеральных удобрений, посев сидеральных и покровных культур, возделывание многолетних трав, мульчирование почвы, агролесомелиоративные мероприятия, агрохимические обследования почвы и др.). Для этого в перечень индикаторов Государственной программы должны быть включены показатели, отражающие динамику изменения основных параметров почвенного плодородия (содержание гумуса, количество минеральных элементов питания, уровень кислотности и др.).

Совокупность административного контроля и экономического стимулирования позволит сформировать системную связь элементов внедрения рационального землепользования, обеспечить практическое воплощение методов мотивации и ответственности. Эти задачи могут быть решены только при кардинальном пересмотре основных параметров управления земельными ресурсами, что является необходимым условием организации рациональных систем ведения сельского хозяйства и устойчивого развития.

---

#### Список источников

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 404 с.
2. Дубовицкий А.А., Климентова Э.А. Концептуальные и методологические подходы к формированию рационального землепользования в сельском хозяйстве // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 8. С. 40–46. DOI 10.32651/218-40.
3. Жарников В.Б., Ларионов Ю.С., Конева А.В. Концепция биоземледелия и ее роль в развитии аграрного сектора страны // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2019. № 5(14). С. 5–11.
4. Комов Н.В., Шарипов С.А. Смена курса в российском землепользовании – стратегическая задача вывода страны на передовые мировые рубежи // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 2. С. 2–9.
5. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/constitution> (дата обращения: 12.02.2022).
6. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/17718> (дата обращения: 12.02.2022).
7. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2020 № 993-р [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564654448> (дата обращения: 12.02.2022).

8. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения: Федеральный закон от 16 июля 1998 № 101-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102054366> (дата обращения: 12.02.2022).
9. О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию: Указ Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9017665> (дата обращения: 12.02.2022).
10. Производство минеральных удобрений в России // СельхозПортал [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80ajgpcpbhks4a4g.xn--p1ai/articles/proizvodstvo-mineralnyh-udobrenij-v-rossii/> (дата обращения: 12.02.2022).
11. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // Официальный сайт. Статистика [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.02.2022).
12. Федеральная таможенная служба // Официальный сайт. Документы [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/documents-projects> (дата обращения: 12.02.2022).
13. Dessart F.J., Barreiro-Hurlé J., Van Bavel R. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review // *European Review of Agricultural Economics*. 2019. Vol. 46(3). Pp. 417–471. DOI: 10.1093/erae/jbz019.
14. Dubovitski A., Klimentova E., Nikitin A. et al. Ecological and Economic Aspects of Efficiency of the Use of Land Resources // *E3S Web of Conferences*. Series 8. Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020 (Rostov-on-Don, August 19-30, 2020). EDP Sciences; 2020. Vol. 210. Article no. 11004. DOI: 10.1051/e3sconf/202021011004.
15. Dubovitski A.A., Konovalova M.E., Strelnikova T.D. et al. Assessment of the impact of climate risks on agriculture in the context of global warming // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. International Conference on Agricultural Science and Engineering, ASAE 2021 (Michurinsk, April 12, 2021). IOP Publishing Ltd; 2021. Vol. 845(1). Pp. 167-180. DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0\_17.
16. Eurostat // Official website of the European Union. Documents. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>.
17. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology // *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 44(8). Pp. 973-974. DOI: 10.1080/21683565.2020.1774110.
18. Montanarella L., Panagos P. The relevance of sustainable soil management within the European green deal // *Land Use Policy*. 2021. Vol. 100. Article no. 104950. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104950.
19. Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 On support for Rural Development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and Repealing Council Regulation (EC) No 1698/2005. URL: <https://lexpency.org/eu/32013R1305/>.
20. Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 3-14 June, 1992). Vol. 1. Resolutions Adopted by the Conference. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/55/PDF/N9283655.pdf?OpenElement>.
21. Status of the World's Soil Resources (SWSR). Main Report. FAO and ITPS, Rome, 2015. URL: <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>.
22. The Sustainable Development Goals Report 2020 // Official website of United Nations. URL: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>.

## References

1. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federatsii v 2019 godu [Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2019]. Moscow: Rosinformagrotekh Press; 2021. 404 p. (In Russ.).
2. Dubovitski A.A., Klimentova E.A. Kontseptual'nye i metodologicheskie podkhody k formirovaniyu ratsional'nogo zemlepol'zovaniya v sel'skom khozyajstve [Conceptual and methodological approaches to the formation of rational land use in agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2021;8:40-46. DOI 10.32651/218-40. (In Russ.).
3. Zharnikov V.B., Larionov Yu.S., Koneva A.V. Kontseptsiya biozemledeliya i ee rol' v razvitii agrarnogo sektora strany [The concept of bio arable farming and its role in development of agricultural sector of the country]. *Biosfermoe khozyajstvo: teoriya i praktika = Biosphere Economy: Theory and Practice*. 2019;5(14):5-11. (In Russ.).
4. Komov N.V., Sharipov S.A. Smena kursa v rossijskom zemlepol'zovanii – strategicheskaya zadacha vyvoda strany na peredovye mirovye rubezhi [The strategic task for Russia's entry into the world's forefront requires a change in the land use system]. *Ekonomika sel'skokhozyajstvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatij = Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2018;2:2-9. (In Russ.).
5. Konstitutsiya Rossijskoj Federatsii (prinyata vsenarodnym golosovaniem 12.12.1993 s izmeneniyami, odobrennymi v khode obshcherossijskogo golosovaniya 01.07.2020) [Constitution of the Russian Federation (adopted by «All-people's vote» on 12.12.1993 with amendments approved during the All-Russian vote on 01.07.2020)]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/constitution>. (In Russ.).
6. Ob okhrane okruzhayushchej sredy: Federal'nyj zakon ot 10.01.2002 № 7-FZ (red. ot 26.03.2022) [Concerning Environmental Protection: Federal Law No. 7-FZ of 10.01.2002 (as amended on 26.03.2022)]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/17718>. (In Russ.).
7. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyajstvennogo kompleksov Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda: Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 12 aprelya 2020 № 993-r [Concerning the approval of the Strategy for the Development of Agro-Industrial and Fishery Management Complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: Decree of the Government of the Russian Federation No. 993-r of April 12, 2020]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564654448>. (In Russ.).

8. O gosudarstvennom regulirovanii obespecheniya plodorodiy zemel' sel'skokhozyajstvennogo naznacheniya: Federal'nyj zakon ot 16 iyulya 1998 № 101-FZ [Concerning State Regulation of Ensuring the Fertility of Agricultural Lands: Federal Law No. 101-FZ of July 16, 1998]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102054366>. (In Russ.).
9. O Kontseptsii perekhoda Rossijskoj Federatsii k ustojchivomu razvitiyu: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 1 aprelya 1996 № 440 [Concerning the Concept of the Transition of the Russian Federation to Sustainable Development: Decree of the President of the Russian Federation No. 440 of April 1, 1996]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9017665>. (In Russ.).
10. Proizvodstvo mineral'nykh udobrenij v Rossii. Sel'khozPortal [Production of mineral fertilizers in Russia. AgriculturalPortal]. URL: <https://xn--80ajgpcpbhks4a4g.xn--p1ai/articles/proizvodstvo-mineralnyh-udobrenij-v-rossii>. (In Russ.).
11. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). Ofitsial'nyj sajt. Statistika [Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Statistics]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).
12. Federal'naya tamozhennaya sluzhba. Ofitsial'nyj sajt. Dokumenty [Federal Customs Service. Official website. Documents]. URL: <https://customs.gov.ru/documents-projects>. (In Russ.).
13. Dessart F.J., Barreiro-Hurlé J., Van Bavel R. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. *European Review of Agricultural Economics*. 2019;46(3):417–471. DOI:10.1093/erae/jbz019.
14. Dubovitski A., Klimentova E., Nikitin A. et al. Ecological and Economic Aspects of Efficiency of the Use of Land Resources. E3S Web of Conferences. Series 8. Innovative Technologies in Science and Education, ITSE 2020 (Rostov-on-Don, August 19-30, 2020). EDP Sciences; 2020;210:11004. DOI: 10.1051/e3sconf/202021011004.
15. Dubovitski A.A., Konovalova M.E., Strelnikova T.D. et al. Assessment of the impact of climate risks on agriculture in the context of global warming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Agricultural Science and Engineering, ASAE 2021 (Michurinsk, April 12, 2021). IOP Publishing Ltd; 2021;845(1):167-180. DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0\_17.
16. Eurostat. Official website of the European Union. Documents. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>.
17. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 2020;44(8):973-974. DOI:10.1080/21683565.2020.1774110.
18. Montanarella L., Panagos P. The relevance of sustainable soil management within the European green deal. *Land Use Policy*. 2021;100:104950. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104950.
19. Regulation (EU) No. 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 On support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Council Regulation (EC) No. 1698/2005. URL: <https://lexpency.org/eu/32013R1305/>.
20. Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 3-14 June, 1992). Vol. 1. Resolutions Adopted by the Conference. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/55/PDF/N9283655.pdf?OpenElement>.
21. Status of the World's Soil Resources (SWSR). Main Report. FAO and ITPS, Rome, 2015. URL: <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>.
22. The Sustainable Development Goals Report 2020. Official website of United Nations. URL: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>.

### Информация об авторах

Э.А. Климентова – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и коммерции ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [klim1-408@yandex.ru](mailto:klim1-408@yandex.ru).

А.А. Дубовицкий – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и коммерции ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», [daa1-408@yandex.ru](mailto:daa1-408@yandex.ru).

О.Ю. Смылова – доктор экономических наук, доцент, зам. директора по научной работе Липецкого филиала ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», [OYSmyslova@fa.ru](mailto:OYSmyslova@fa.ru).

### Information about the authors

E.A. Klimentova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Commerce, Michurinsk State Agrarian University, [klim1-408@yandex.ru](mailto:klim1-408@yandex.ru).

A.A. Dubovitski, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Commerce, Michurinsk State Agrarian University, [daa1-408@yandex.ru](mailto:daa1-408@yandex.ru).

O.Yu. Smyslova, Doctor of Economic Sciences, Docent, Deputy Director for Research, Financial University under the Government of the Russian Federation – Lipetsk Branch, [OYSmyslova@fa.ru](mailto:OYSmyslova@fa.ru).

Статья поступила в редакцию 20.02.2023; одобрена после рецензирования 23.03.2023; принята к публикации 26.03.2023.

The article was submitted 20.02.2023; approved after reviewing 23.03.2023; accepted for publication 26.03.2023.

© Климентова Э.А., Дубовицкий А.А., Смылова О.Ю., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.021

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_156

#### **Эффективность использования земельных ресурсов хозяйствующими субъектами аграрной сферы Воронежской области и направления ее повышения**

**Зинаида Петровна Меделяева<sup>1✉</sup>, Екатерина Борисовна Трунова<sup>2</sup>, Максим Евгеньевич Киселев<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова – Воронежский филиал, Воронеж, Россия

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

**Аннотация.** В условиях, когда практически все земли находятся в частной собственности, и государство, и собственники земельных участков должны стремиться к повышению эффективности использования всех земель сельскохозяйственного назначения. Несмотря на жестко регламентированный порядок использования земель сельскохозяйственного назначения со стороны государственных органов, на практике имеет место нерациональное их использование. Это проявляется в наличии залежных земель, неиспользовании определенных сельскохозяйственных угодий (сенокосов, пастбищ), нарушении научно обоснованных систем земледелия, снижении плодородия из-за деградации почв, а также в низкой рентабельности инвестиций в сельскохозяйственное производство. В этой связи актуальными становятся вопросы повышения эффективности использования имеющегося потенциала земель сельскохозяйственного назначения с целью формирования условий их устойчивого воспроизводства как в рамках отдельного хозяйствующего субъекта, так и на уровне страны в целом. Представлены результаты проведенного анализа эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения по зонам Воронежской области, позволившего выявить факторы, влияющие на натуральные и стоимостные показатели эффективности, определить их роль в формировании результативности отрасли растениеводства. Приведены отраслевые особенности организации молочного скотоводства на современном этапе, не всегда положительно влияющие на использование сельскохозяйственных угодий. Предложены рекомендации по более полному использованию естественных угодий региона с целью повышения экономической эффективности за счет развития на небольших молочно-товарных фермах молочного скотоводства в степных районах области – мясного животноводства и овцеводства.

**Ключевые слова:** земли сельскохозяйственного назначения, эффективность использования, показатели эффективности, молочное скотоводство, овцеводство

**Для цитирования:** Меделяева З.П., Трунова Е.Б., Киселев М.Е. Эффективность использования земельных ресурсов хозяйствующими субъектами аграрной сферы Воронежской области и направления ее повышения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 156–165. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_156-165](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_156-165).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### **Efficiency of use of land resources by agrarian economic entities in Voronezh Oblast and measures for its improvement**

**Zinaida P. Medelyaeva<sup>1✉</sup>, Ekaterina B. Trunova<sup>2</sup>, Maksim E. Kiselev<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>Plekhanov Russian University of Economics – Voronezh Branch, Voronezh, Russia

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

**Abstract.** In the conditions when almost all land is privately owned, both the state and land owners should strive to improve the efficiency of using all agricultural lands. Despite the strict state regulation of the procedure for using agricultural lands, in practice their irrational use is quite common. This can be seen through the presence of long-fallow fields and unused agricultural lands of certain purpose (e.g. hayfields, pastures), the violation of scientifically based farming systems of agriculture, a decrease in fertility due to soil degradation, as well as a decrease in the efficiency of investments in agricultural production. In this regard, there is an urgent problem of increasing the efficiency of use of the existing potential of agricultural lands in order to create the conditions for their sustainable reproduction both within a separate economic entity and at the country level. The authors have analyzed the efficiency of use of agricultural lands in the zones of Voronezh Oblast and identified the factors that affect the natural

and cost performance indicators. Their role in the performance of crop farming has also been determined. The authors have noted the industry features of organization of dairy cattle breeding at the present stage, the influence of which on the use of agricultural lands is not always positive. Recommendations are proposed for a more complete use of natural lands in the region in order to increase the economic efficiency through the development of dairy cattle breeding in small dairy farms, beef cattle breeding and sheep breeding in the steppe regions of Voronezh Oblast.

**Key words:** agricultural lands, efficiency of use, efficiency indicators, dairy cattle breeding, sheep breeding

**For citation:** Medelyaeva Z.P., Trunova E.B., Kiselev M.E. Efficiency of use of land resources by agrarian economic entities in Voronezh Oblast and measures for its improvement. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):156-165. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_156-165](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_156-165).

**З**емля как природный объект является основным национальным богатством России, а также главным средством производства в сельском хозяйстве, поэтому рациональное использование земельных ресурсов имеет большое значение для экономики, от которого зависит в первую очередь объем производства сельскохозяйственной продукции и, как следствие, продовольственная безопасность страны. Значение земельных ресурсов для предприятий и организаций аграрной сферы трудно переоценить, поскольку именно земля дает большую часть добавленной стоимости и создает предпосылки эффективного функционирования и успешного развития. Вот почему рациональное использование земельных ресурсов приобретает для каждого производителя особое значение и выступает решающим фактором в конкурентной борьбе. Результаты сельскохозяйственного производства зависят не только от размеров и местоположения земельного участка, а в главной степени от эффективности использования земельных ресурсов.

Эффективность – категория, отражающая результативность использования имеющихся ресурсов (земельных, трудовых, основных и оборотных средств). Так как земля в сельскохозяйственном производстве является главным средством производства, сельхозтоваропроизводители уделяют особое внимание эффективности использования данного ресурса и определению направлений ее повышения [5].

Для оценки эффективности использования земельных ресурсов по зонам Воронежской области авторами выполнен анализ существующей системы показателей, сгруппированных по видам эффективности. В процессе исследования использовались такие общенаучные методы исследования, как системность и комплексность, анализ и синтез, обобщение, аналогия, классификация, конкретизация, индукция и дедукция, сравнение, описание объектов исследования и полученных результатов. Также применялись элементы монографического, статистико-экономического и расчетно-конструктивного методов проведения экономических исследований.

На экономическую эффективность сельхозпроизводства влияют многие и разнообразные факторы (природные, экономические и др.). Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства может быть выражена через ее критерии и показатели. В сельском хозяйстве критерием эффективности является увеличение выхода сельскохозяйственной продукции с единицы земельной площади при наименьших затратах трудовых и материально-денежных ресурсов. Показатели экономической эффективности использования земель в сельском хозяйстве можно разделить на три группы: натуральные, стоимостные и относительные.

Натуральные показатели характеризуют производительность лишь определенной части сельскохозяйственных угодий, а стоимостные – всей их площади. Эти две группы показателей целесообразно рассчитывать как на гектар физической площади, так и с учетом денежной оценки гектара сельскохозяйственных угодий. Кроме экономических показателей применяют показатели, характеризующие эколого-экономическую и социальную эффективность использования сельскохозяйственных угодий (табл. 1).

Таблица 1. Система показателей, характеризующих эффективность использования земельных ресурсов

| Виды эффективности    | Характеристика показателей   |
|-----------------------|--|
| Экономическая         | <p><i>Натуральные:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- урожайность;</li> <li>- производство зерна, сахарной свеклы, подсолнечника и других видов продукции растениеводства в расчете на 100 га пашни;</li> <li>- производство молока, прироста живой массы скота в расчете на 100 га сельхозугодий;</li> <li>- производство мяса свинины в расчете на 100 га пашни;</li> <li>- производство мяса птицы в расчете на 100 га зерновых</li> </ul> <p><i>Стоимостные:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получено прибыли в расчете на 1 га посевной площади по сельскохозяйственным культурам;</li> <li>- получено прибыли в расчете на 100 га площади пашни или сельскохозяйственных угодий;</li> <li>- получено прибыли в расчете на 1 ц продукции растениеводства;</li> <li>- стоимость валовой продукции в расчете на один балло-гектар;</li> <li>- себестоимость 1 ц продукции растениеводства</li> </ul> <p><i>Относительные:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изменение в динамике распаханности сельскохозяйственных угодий;</li> <li>- удельный вес залежи в площади пашни;</li> <li>- удельный вес орошаемых земель;</li> <li>- <b>удельный вес улучшенных сенокосов;</b></li> <li>- <b>удельный вес улучшенных пастбищ</b></li> </ul> |
| Эколого-экономическая | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>изменение содержания гумуса в почве;</b></li> <li>- доход в расчете на 1 руб. вложенных средств на экологизацию мероприятий;</li> <li>- изменение динамики штрафов за нарушение экологии в процессе использования земельных ресурсов;</li> <li>- рыночная цена 1 га земли</li> </ul>   |
| Социальная            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>уровень региональной продовольственной независимости;</b></li> <li>- <b>удельный вес экологически чистой продукции в регионе;</b></li> <li>- <b>численность жителей сельских территорий в расчете на 100 га сельхозугодий;</b></li> <li>- <b>численность молодых механизаторов (до 40 лет) в общей численности механизаторов</b></li> </ul>  |

Источник: составлено авторами с учетом проведенных исследований опубликованной литературы.

Выделенные показатели предложены авторами.

Площадь земель сельскохозяйственного назначения в Воронежской области составляет 4,0 млн га, около 2,7 млн га используется сельскохозяйственными предприятиями, из них 90% представлены различными типами черноземов (табл. 2).

Таблица 2. Наличие и структура земель сельскохозяйственного назначения в сельхозпредприятиях Воронежской области

| Показатели             | 2012 г. |       | 2017 г. |       | 2019 г. |       | 2021 г. |       |
|------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                        | тыс. га | %     | тыс. га | %     | тыс. га | %     | тыс. га | %     |
| Общая площадь          | 3142,8  | 100,0 | 2664,8  | 100,0 | 2795,1  | 100,0 | 2784,1  | 100,0 |
| Площадь сельхозугодий  | 2813,5  | 89,5  | 2583,9  | 96,9  | 2702,0  | 96,6  | 2694,2  | 96,8  |
| Площадь пашни          | 2178,8  | 69,3  | 2240,6  | 84,1  | 2337,7  | 83,6  | 2310,0  | 82,9  |
| Площадь сенокосов      | 109,6   | 3,5   | 74,2    | 2,8   | 85,9    | 3,1   | 140,5   | 5,0   |
| в том числе улучшенных | *       |       | 0,2     | 0,007 | 0,2     | 0,007 | 1,0     | 0,03  |
| Площадь пастбищ        | 488,1   | 15,5  | 224,5   | 8,4   | 252,6   | 9,1   | 219,8   | 7,9   |
| в том числе улучшенных | *       |       | 0,3     | 0,007 | 0,8     | 0,007 | 0,3     | 0,01  |

Источник: [2].

Примечание: \* – данные отсутствуют.

Как свидетельствуют данные таблицы 2, за последние 10 лет общая площадь сельхозпредприятий уменьшилась на 358,7 тыс. га, площадь сельхозугодий – на 119,3, пастбищ – на 268,3 тыс. га. При этом посевная площадь в регионе увеличилась по всем категориям производителей (24%), но уменьшилась в сельхозпредприятиях (на 10,4%) (табл. 3).

**Таблица 3. Динамика изменения посевной площади по Воронежской области, тыс. га**

| Показатели                       | Годы   |        |        |        |        |        | 2021 г. в % к 2006 г. |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
|                                  | 2006   | 2011   | 2016   | 2018   | 2019   | 2021   |                       |
| По всем категориям хозяйств      | 2166,7 | 2473,5 | 2532,5 | 2576,9 | 2576,9 | 2685,9 | 124,0                 |
| Сельскохозяйственные предприятия | 2133,7 | 2473,5 | 1839,8 | 1960,6 | 1960,6 | 2070,4 | 89,6                  |

Источник: [2].

В структуре посевных площадей в хозяйствах всех категорий в рассматриваемом периоде на зерновые культуры приходилось более половины посевных площадей области (52,4% в 2021 г.), технические и кормовые культуры занимали соответственно 23 и 12,5%. В последние годы эффективность производственной деятельности предприятий повысилась. По сравнению с 2000–2010 гг. значительно снизилось число убыточных предприятий – с 34,8% в 2010 г. до 5,6% в 2021 г. (табл. 4).

**Таблица 4. Финансовые результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий Воронежской области**

| Показатели  | Годы   |      |      |      |      |      |      |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2000   | 2010 | 2015 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Число сельскохозяйственных предприятий (на конец года), тыс.  | 747    | 584  | 481  | 459  | 441  | 429  | 413  |
| в том числе убыточных   | 386    | 203  | 24   | 54   | 43   | 22   | 24   |
| в процентах от общего числа сельскохозяйственных предприятий  | 51,7   | 34,8 | 5,0  | 11,8 | 9,8  | 5,1  | 5,6  |
| Рентабельность (окупаемость) продукции сельского хозяйства, % | 5,7    | 11,6 | 40,7 | 25,7 | 26,1 | 44,5 | 51,0 |
| В том числе   |        |      |      |      |      |      |      |
| продукции растениеводства                                     | 37,2   | 20,7 | 67,9 | 36,0 | 36,8 | 69,8 | 82,1 |
| продукции животноводства                                      | (75,8) | 1,4  | 13,1 | 13,9 | 14,8 | 14,6 | 24,9 |

Источник: данные приведены на основании отчетности департамента аграрной политики Воронежской области [2].

Значительно выросли показатели рентабельности продукции растениеводства (до 82% в 2021 г.) и животноводства (почти до 25% в 2021 г.).

Основным натуральным показателем, характеризующим эффективность использования земельных ресурсов, является урожайность (табл. 5).

**Таблица 5. Урожайность основных сельскохозяйственных культур в Воронежской области, ц/га**

| Сельскохозяйственные культуры       | Годы  |       |       |       |       |       | 2021 г. в % к 2014 г. |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
|                                     | 2014  | 2015  | 2016  | 2018  | 2019  | 2020  |                       |
| Зерновые культуры (после доработки) | 31,4  | 29,3  | 33,5  | 32,5  | 32,2  | 42,2  | 134,4                 |
| Сахарная свекла                     | 393,0 | 430,0 | 482,0 | 394,0 | 490,4 | 288,6 | 73,5                  |
| Подсолнечник                        | 20,9  | 24,1  | 24,0  | 26,7  | 29,8  | 25,5  | 122,0                 |

Источник: [2].



Анализ показывает, что в исследуемом периоде не выявлено четкой тенденции изменения уровня урожайности, которая главным образом определяется природно-климатическими условиями, при этом можно отметить рост урожайности основных сельскохозяйственных культур и в большей степени сахарной свеклы и подсолнечника.

Проведенное исследование свидетельствует, что во многом натуральные и стоимостные показатели взаимообусловлены: чем выше урожайность, тем больше прибыли в расчете на 100 га пашни, выше рентабельность. Однако указанная зависимость может и не проявляться, что объясняется разным уровнем интенсификации (затрат в расчете на 1 га), разными ценами реализации произведенной продукции. Так, увеличение затрат на 1 га способствует, с одной стороны, росту урожайности, а с другой – увеличению себестоимости производимой продукции, что отрицательно сказывается на финансовом результате (прибыли). Натуральные показатели во многом определяются месторасположением участка, качеством земель, природно-климатическими условиями той или иной зоны, поэтому сравнительную эффективность использования земельных ресурсов предприятия необходимо определять с учетом всех перечисленных факторов.

В Воронежской области выделяются две климатические зоны – лесостепная и степная. В лесостепную зону входят Новоусманский, Хохольский, Семилукский, Рамонский, Нижнедевицкий, Аннинский, Каширский, Бобровский, Репьевский, Панинский, Галовский, Верхнехавский и др. районы. Степная зона включает в себя Подгоренский, Воробьевский, Каменский, Поворинский, частично Лискинский, Острогжский, Павловский, Ольховатский, Новохоперский, Верхнемамонский, Борисоглебский, Бутурлиновский, Кантемировский, Богучарский, части Россошанского, Калачеевского, Ольховатского и Петропавловского районов.

Ранее проведенные сотрудниками Воронежского ГАУ исследования свидетельствуют о более эффективном использовании сельскохозяйственных угодий в лесостепной зоне [1, 3], что объясняется такими положительными факторами для данной зоны, как увлажненность и сумма активных температур [3, 4, 10, 11]. Нами были проанализированы показатели использования земельных ресурсов по отдельным предприятиям Аннинского и Россошанского районов Воронежской области, находящихся в различных климатических зонах. Результаты анализа свидетельствуют о разноплановости показателей урожайности основных сельскохозяйственных культур как по годам, так и по отдельным сельскохозяйственным предприятиям (табл. 6). В целом можно констатировать более высокую урожайность некоторых сельскохозяйственных культур (зерновых, подсолнечника) в Аннинском районе. Однако в 2021 г. урожайность сахарной свеклы – сельскохозяйственной культуры, которая возделывается не во всех сельскохозяйственных предприятиях области – была выше в Россошанском районе – в среднем на 95 ц/га.

Эффективность отрасли определяется не только натуральными, но и стоимостными показателями, в том числе себестоимостью единицы производимой продукции, которая во многом зависит от затрат на 1 га. По данным первого этапа исследований авторов выявлено, что затраты на 1 га выше в сельхозпредприятиях Аннинского района, при этом не всегда выявляется прямая зависимость между более высокими затратами и урожайностью [7]. Следовательно, кроме ресурсных факторов (объемы вносимых удобрений, качество семян, обеспеченность новой техникой) урожайность определяется в том числе применяемыми технологиями и севооборотами, организацией труда [8].

Таблица 6. Натуральные показатели использования земельных ресурсов по отдельным сельхозтоваропроизводителям и районам Воронежской области

| Показатели                           | Аннинский район<br>(лесостепная зона) |                                     |                     | Россошанский район<br>(степная зона) |             |                     | В среднем по<br>Воронежской области |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------------------|
|                                      | ОАО «Новонадежденское»                | ООО «Агротех-Гарант<br>Пугачевский» | В среднем по району | ООО «Россошанская Нива»              | ООО «Берег» | В среднем по району |                                     |
| <b>2018 г.</b>                       |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| Урожайность, ц/га                    |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| зерновые                             | 46,1                                  | 57,8                                | 41,1                | 29,4                                 | 34,9        | 30,1                | 32,5                                |
| сахарная свекла                      | –                                     | 514                                 | 472                 | 204,2                                | 395,6       | 371,2               | 394,0                               |
| подсолнечник                         | 22,1                                  | 29,2                                | 27,3                | 29,0                                 | 30,4        | 25,2                | 26,7                                |
| Произведено зерна на 100 га пашни, ц | 3014                                  | 1947                                | 1667                | 857                                  | 1800        | 1629                | 1565                                |
| <b>2019 г.</b>                       |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| Урожайность, ц/га                    |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| зерновые                             | 32,4                                  | 34,6                                | 35,4                | 29,8                                 | 36,3        | 33,3                | 32,2                                |
| сахарная свекла                      | –                                     | 478                                 | 510,0               | –                                    | 401,2       | 415,6               | 490,4                               |
| подсолнечник                         | 46,0                                  | 28,3                                | 33,0                | 28,7                                 | 23,6        | 24,0                | 29,8                                |
| Произведено зерна на 100 га пашни, ц | 1878                                  | 1517                                | 1462                | 886                                  | 1745        | 1568                | 1708                                |
| <b>2020 г.</b>                       |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| Урожайность, ц/га                    |                                       |                                     |                     |                                      |             |                     |                                     |
| зерновые                             | 50,0                                  | 53,4                                | 49,5                | 29,3                                 | *           | 41,3                | 42,2                                |
| сахарная свекла                      | –                                     | 250,3                               | 261,6               | –                                    | *           | 356,8               | 288,6                               |
| подсолнечник                         | 22,2                                  | 17,6                                | 26,0                | 15,9                                 | *           | 25,6                | 25,5                                |
| Произведено зерна на 100 га пашни, ц | 3343                                  | 2043                                | 2078                | 896                                  | *           | 1481                | 2163                                |

Источник: рассчитано авторами по данным [2];

\* – предприятие реорганизовано.

Урожайность, уровень затрат на 1 га, определяющие себестоимость 1 ц продукции, цены реализации, формируют финансовый результат производства и продажи сельскохозяйственной продукции. Нами проведен сравнительный анализ эффективности отраслей растениеводства анализируемых районов области (табл. 7).

Таблица 7. Результативные показатели уровня эффективности отраслей растениеводства Аннинского и Россошанского районов

| Показатели                | Аннинский район – в среднем |       |       |        | Россошанский район – в среднем |       |       |       |
|---------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|--------------------------------|-------|-------|-------|
|                           | Годы                        |       |       |        |                                |       |       |       |
|                           | 2017                        | 2018  | 2019  | 2020   | 2017                           | 2018  | 2019  | 2020  |
| Прибыль, руб., в расчете: |                             |       |       |        |                                |       |       |       |
| на 1 га пашни             | 4 314                       | 6 619 | 6 000 | 15 359 | 3 437                          | 6 362 | 3 555 | 9 349 |
| на 1 чел.-ч затрат труда  | 343                         | 410   | 367   | 969    | 259                            | 551   | 349   | 911   |
| на 100 руб. затрат        | 15,8                        | 20,0  | 16,9  | 61,9   | 15,70                          | 288,6 | 15,4  | 63,1  |
| Уровень рентабельности, % | 21,2                        | 27,4  | 20,5  | 43,1   | 18,7                           | 32,1  | 20,4  | 46,9  |

Источник: рассчитано авторами по данным годовых отчетов сельхозпредприятий [2].

За анализируемые годы в растениеводстве не выявлено четкой тенденции изменения прибыли в расчете на 1 га пашни. В 2019 г. эти показатели снизились на 26% по Аннинскому и на 44% по Россошанскому районам по сравнению с 2018 г. В 2020 г. отмечен самый высокий уровень прибыльности ресурсных показателей и рентабельности (в 2 раза выше показателей 2019 г.). Необходимо отметить высокую зависимость эффективности производства от цен реализации сельскохозяйственной продукции.

Эффективность производства отрасли в целом во многом определяется структурой производства продукции, увеличением объемов производства высоко маржинальных видов продукции, полным использованием всех видов имеющихся сельскохозяйственных угодий [6]. На современном этапе эффективность использования сельскохозяйственных угодий напрямую определяется использованием пашни. Несмотря на то что пашня является наиболее интенсивно используемым видом угодий, необходимо включать в производство и другие виды земель сельскохозяйственного назначения, в частности сенокосы и пастбища.

Строительство крупных комплексов, перевод крупного рогатого скота на круглогодичное стойловое содержание привело к недоиспользованию данных видов сельскохозяйственных угодий. Площадь пастбищ, во-первых, сократилась более чем в два раза, во-вторых, снизились их потребительские свойства. Без выпаса скота травостой пастбищ изменяется – пропадает мелкотравье и появляются высокостебельные сорняки. Сельхозтоваропроизводители, не занимающиеся животноводством, не заинтересованы проводить мероприятия по улучшению сенокосов и пастбищ.

Нами определены следующие направления повышения эффективности использования сенокосов и пастбищ:

- строительство типовых молочно-товарных ферм с поголовьем дойного стада 600–1000 голов;
- создание семейных молочных ферм;
- развитие мясного скотоводства в сельхозорганизациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах;
- строительство типовых комплексов по откорму молодняка овец.

Два первых направления применимы для всех районов Воронежской области, последние – больше для степной зоны региона. Выпас коров на культурных пастбищах является обязательным требованием сохранения их продуктивных свойств за счет формирования пастбищно-устойчивой дернины и сомкнутого травостоя. В некоторых странах, например в Киргизии, данные аспекты закреплены в законодательных актах (закон «О пастбищах» [9]). О полном и эффективном использовании сельскохозяйственных угодий говорится и в Земельном кодексе Российской Федерации.

Для увеличения поголовья животных, объемов производства продукции, устойчивого развития животноводства необходимо создавать различные потребительские кооперативы (снабженческие, заготовительные, перерабатывающие и др.), объединяющие крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения, что поможет, с одной стороны, составить конкуренцию крупным молочным комплексам, которые в настоящее время зачастую имеют собственную сырьевую базу, а с другой – упростить процессы заготовки кормов, приобретения различных добавок, ветмедикаментов и других необходимых оборотных средств для обеспечения жизнедеятельности животных.

Наличие поголовья животных в малых формах хозяйствования (в частности, в крестьянских (фермерских) хозяйствах) будет способствовать улучшению структуры посевных площадей, введению в севообороты кормовых культур, которые являются хорошими предшественниками в отличие от подсолнечника и зерновых культур, которыми в настоящее время все больше насыщаются севообороты в сельскохозяйственных предприятиях, не занимающихся животноводством.

В ходе проведения исследований авторами определена потребность и структура кормов для различных видов животных. На основании проведенных расчетов установлена следующая потребность в кормах на комплекс с закрытым оборотом стада: при расходе кормов 60 ц к. ед. на одну голову молочного стада и 22 ц к. ед. на одну голову молодняка крупного рогатого скота при поголовье дойного стада до 1000 гол. и молодняка до 1200 гол. потребуется 86,4 тыс. ц к. ед.

В соответствии с расчетными данными, площадь кормовых культур (с учетом зерновых культур на фуражные цели) на 1 голову крупного рогатого скота составит 2,4 га, овец – 1,8 га. Так как предусматривается полное использование пастбищ, то, с учетом имеющихся рекомендаций, определена потребность поголовья в данном виде угодий:

- на взрослую голову крупного рогатого скота – 1 га;
- на голову молодняка – 0,7 га;
- на голову овец – 0,4 га.

При этом следует иметь в виду, что нагрузка скота на пастбища зависит, в первую очередь, от урожайности.

При расчете возможного поголовья животных учитывалось количество необходимого пастбищного зеленого корма в расчете на 1 голову в сутки, а также продолжительность использования пастбищ, средняя урожайность, наличие фактического поголовья животных по группам скота, система содержания животных и др. Расчетные данные по двум районам Воронежской области представлены в таблице 8.

**Таблица 8. Наличие поголовья сельскохозяйственных животных по Аннинскому и Россошанскому районам Воронежской области и возможное увеличение его численности**

| Показатели  | Аннинский район                   | Россошанский район               |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| Площадь сенокосов:, га  | 1 043                             | 3 990                            |
| в т. ч. используемых<br>из них улучшенных   | 1 101<br>353                      | 3 641<br>707                     |
| Площадь пастбищ:, га  | 9 674                             | 14 785                           |
| в т. ч. используемых<br>из них улучшенных   | 6 411<br>–                        | 11 683<br>–                      |
| Поголовье крупного рогатого скота:<br>в т. ч. молочного направления<br>из них на крупных комплексах без выпаса<br>мясного направления | 21 108<br>20 404<br>18 600<br>704 | 17 120<br>17 120<br>–13 900<br>– |
| Поголовье овец  | 726                               | –                                |
| Площадь используемых пастбищ, га  | 2 280                             | 3 200                            |
| Площадь неиспользуемых пастбищ, га  | 4 131                             | 8 483                            |
| Возможное увеличение численности поголовья скота, гол.:   |                                   |                                  |
| коров   | 2 000                             | 4 000                            |
| молодняка мясного направления   | 700                               | 2 000                            |
| овец  | 4 000                             | 7 700                            |

Источник: рассчитано авторами по данным годовых отчетов сельхозпредприятий [2].

## Выводы

С целью более полного использования естественных угодий Воронежской области целесообразно:

- в Аннинском районе – строительство пяти молочно-товарных ферм с поголовьем 400 гол. и увеличение общей численности поголовья скота мясного направления, а также овец;

- в Россошанском районе – строительство десяти молочно-товарных ферм с поголовьем 400 гол., а также возобновление овцеводства.

Развитие отрасли животноводства в Воронежской области будет способствовать более полному использованию сельскохозяйственных угодий, повышению их экономической эффективности, диверсификации производственной деятельности сельхозтоваропроизводителей.

## Список источников

1. Бухтояров Н.И., Терновых К.С., Зотова К.Ю. Анализ состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63, № 2. С. 11. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10154.
2. Департамент аграрной политики Воронежской области // Официальный сайт. Документы. URL: <https://www.govrn.ru/organizacia/-/~id/844324> (дата обращения: 29.07.2022).
3. Зотова К.Ю., Бухтояров Н.И., Недикова Е.В. Эффективность использования сельскохозяйственных угодий Воронежской области в разрезе природно-сельскохозяйственных зон // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 3(66). С. 209–215. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.209.
4. Климат Воронежской области. Климатические районы [Электронный ресурс]. URL: <https://priroda36.ru/klimat-voronezhskoj-oblasti/klimaticheskie-rajony> (дата обращения: 29.07.2022).
5. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Маслов В.А. Оценка различных способов использования черноземов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 3. С. 27–30.
6. Ляшко С.М., Пашков В.В. Диверсификация производства как фактор повышения эффективности деятельности организации // Управленческие и маркетинговые аспекты развития субъектов АПК и агропродовольственного рынка: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 09–11 ноября 2016 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. С. 124–127.
7. Медеяева З.П., Киселев М.Е. Конкуренентоспособность, диверсификация сельскохозяйственного производства и эффективность использования земельных ресурсов // Новые векторы развития АПК и сельских территорий: материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 90-летию института (Воронеж, 25 ноября 2020 г.). Воронеж: НИИЭОАПК ЦЧР, 2021. С. 67–71.
8. Медеяева З.П., Киселев М.Е. Сравнительная оценка эффективности использования земельных ресурсов хозяйствующими субъектами аграрной сферы Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 4(71). С. 110–117. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_110.
9. О пастбищах: Закон Кыргызской Республики от 26 января 2009 г. № 30 [Электронный ресурс]. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/202594> (дата обращения: 22.10.2022).
10. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Последствия изменений климата. Москва: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2008. 288 с.
11. Трофименко Л.Т., Коршунова Н.Н., Аристова Л.Н. Влияние изменения климата на развитие растениеводства в Воронежской области // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (Труды ВНИИГМИ-МЦД). 2014. № 178. С. 25–34.

## References

1. Bukhtoiarov N.I., Ternovykh K.S., Zotova K.Yu. Analiz sostoyaniya i ispol'zovaniya zemel' sel'skokhozyajstvennogo naznacheniya Voronezhskoj oblasti [Analysis of the state and use of agricultural land in the Voronezh Region]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = International Agricultural Journal*. 2020;63(2):11. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10154. (In Russ.).
2. Departament agrarnoj politiki Voronezhskoj oblasti. Ofitsial'nyj sajt. Dokumenty [Department of Agrarian Policy for Voronezh Oblast. Official website. Documents]. URL: <https://www.govrn.ru/organizacia/-/~id/844324>. (In Russ.).

3. Zotova K.Yu., Bukhtoiarov N.I., Nedikova E.V. Effektivnost' ispol'zovaniya sel'skokhozyajstvennykh ugodij Voronezhskoj oblasti v razreze prirodno-sel'skokhozyajstvennykh zon [Efficiency of the use of agricultural land in Voronezh Oblast in the context of natural and agricultural zones]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(3):209-215. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.209. (In Russ.).

4. Klimat Voronezhskoj oblasti. Klimaticheskie rajony [The climate of Voronezh Oblast. Climatic areas]. URL: <https://priroda36.ru/klimat-voronezhskoj-oblasti/klimaticheskie-rajony>.

5. Korzhov S.I., Trofimova T.A., Maslov V.A. Otsenka razlichnykh sposobov ispol'zovaniya chernozemov [Evaluation of various ways of using chernozem soil]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk = Vestnik of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2011;3:27-30. (In Russ.).

6. Lyashko S.M., Pashkov V.V. Diversifikatsiya proizvodstva kak faktor povysheniya effektivnosti deyatel'nosti organizatsii [Diversification of production as a factor of increasing the operating efficiency of the organization]. Upravlencheskie i marketingovy aspektы razvitiya sub'ektov APK i agroproduktov'stvennogo rynka: materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 09-11 noyabrya 2016) [Managerial and marketing aspects of the development of Agro-Industrial Complex and agro-food market: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (Voronezh, November 09-11, 2016)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2016:124-127. (In Russ.).

7. Medelyaeva Z.P., Kiselev M.E. Konkurentosposobnost', diversifikatsiya sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva i effektivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov [Competitiveness, diversification of agricultural production and efficiency of land resources use]. Novye vektory razvitiya APK i sel'skikh territorij: materialy natsional'noj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 90-letiyu instituta (Voronezh, 25 noyabrya 2020 g.) [New vectors of Agro-Industrial Complex and rural territories development: Proceedings of the national scientific and practical conference dedicated to the 90<sup>th</sup> anniversary of the Institute (Voronezh, November 25, 2020)]. Voronezh: Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region Press; 2021:67-71. (In Russ.).

8. Medelyaeva Z.P., Kiselev M.E. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti ispol'zovaniya zemel'nykh resursov khozyajstvuyushchimi sub'ktami agrarnoj sfery Voronezhskoj oblasti [Comparative assessment of the efficiency of land resources use by economic entities of the agrarian sector of Voronezh Oblast]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(4):110-117. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2021\_4\_110. (In Russ.).

9. O pastbishchakh: Zakon Kyrgyzskoj Respubliki ot 26 yanvarya 2009 g. № 30 [On Pastures: Law of the Kyrgyz Republic of January 26, 2009 No. 30]. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/202594>. (In Russ.).

10. Otsenochnyj doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoj Federatsii. Tom II. Posledstviya izmenenij klimata [Assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General Summary. Vol. II. Effects of climate change]. Moscow: Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet) Press; 2008. 288 p. (In Russ.).

11. Trofimenko L.T., Korshunova N.N., Aristova L.N. Vliyaniye izmeneniya klimata na razvitie rastenievodstva v Voronezhskoj oblasti [Climate changes impact on the plant cultivation development in Voronezh Oblast]. Trudy Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrometeorologicheskoy informatsii – Mirovogo tsentra dannykh (Trudy VNIIGMI). 2014;178:25-34. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

З.П. Меделяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

Е.Б. Трунова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» – Воронежский филиал, [trunova.caterina@yandex.ru](mailto:trunova.caterina@yandex.ru).

М.Е. Киселев – соискатель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [mkiselev446@gmail.com](mailto:mkiselev446@gmail.com).

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

Z.P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

E.B. Trunova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting, Analysis and Audit, Plekhanov Russian University of Economics – Voronezh Branch, [trunova.caterina@yandex.ru](mailto:trunova.caterina@yandex.ru).

M.E. Kiselev, Candidate Degree-Seeking Student, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [mkiselev446@gmail.com](mailto:mkiselev446@gmail.com).

**Статья поступила в редакцию 20.12.2022; одобрена после рецензирования 28.01.2023; принята к публикации 11.02.2023.**

**The article was submitted 20.12.2022; approved after reviewing 28.01.2023; accepted for publication 11.02.2023.**

© Меделяева З.П., Трунова Е.Б., Киселев М.Е., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.15

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_166

#### Диагностика обеспечения и использования производственных ресурсов в сельскохозяйственных организациях

Наталья Николаевна Бондина<sup>1</sup>, Игорь Александрович Бондин<sup>2✉</sup>,  
Ирина Валентиновна Павлова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

<sup>2</sup>igor\_bondin@mail.ru✉

**Аннотация.** В условиях действия антироссийских экономических санкций и курса страны на импортозамещение особую актуальность для экономических субъектов приобретают вопросы, связанные с обеспечением и эффективным использованием производственных ресурсов, при этом важным фактором устойчивого функционирования сельских товаропроизводителей является совокупный эффект от комплексного применения имеющихся производственных ресурсов. Предложен алгоритм проведения диагностики производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций, который представляет собой последовательность таких диагностических процедур, как организация и подготовка к проведению диагностики; выбор методического обеспечения диагностики; определение информационного и технического обеспечения диагностики; непосредственное диагностическое обследование; формирование диагностического заключения; разработка рекомендаций по использованию результатов диагностики. Представленная последовательность диагностических процедур определяет общий подход к организации диагностики производственных ресурсов. Для проведения работ в рамках выделенных этапов диагностики определена система ключевых индикаторов, позволяющих оценить эффективность использования элементов производственного потенциала организации. Установлено три уровня эффективности производственных ресурсов (А – высокий; В – средний; С – низкий), определены максимальные и минимальные балльные значения для каждого уровня. На основании принятой балльной шкалы определены пороговые значения, которые отображают уровень каждого отдельно взятого элемента (А – 20–30; В – 15–19; С – 6–14) и в целом уровень всего производственного потенциала организации (А – 99–120; В – 68–98; С – 12–67). Для документирования результатов диагностических процедур предложена форма Отчета о диагностике производственных ресурсов, позволяющая сформировать не только детализированную и обобщенную оценку эффективности использования имеющихся в организации производственных ресурсов, но и предложения по обеспечению рационального соотношения всех элементов на перспективу.

**Ключевые слова:** производственные ресурсы, диагностика, индикатор оценки эффективности, инструментарий диагностики, уровень эффективности, внутренний отчет

**Для цитирования:** Бондина Н.Н., Бондин И.А., Павлова И.В. Диагностика обеспечения и использования производственных ресурсов в сельскохозяйственных организациях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 166–176. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_166-176](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_166-176).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Diagnostics of supply and use of productive resources in agricultural organizations

Natalia N. Bondina<sup>1</sup>, Igor A. Bondin<sup>2✉</sup>, Irina V. Pavlova<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>igor\_bondin@mail.ru✉

**Abstract.** In the context of anti-Russian economic sanctions and the country's course towards import substitution, the issues related to the supply and efficient use of productive resources are of particular relevance for economic entities. Moreover, the cumulative effect from combined use of available productive resources is an important condition for the sustainable functioning of rural producers. In this regard, the authors have proposed an algorithm for diagnosing the productive resources of agricultural organizations that represents a sequence of such diagnostic procedures as organizing and preparing for diagnostics; choice of methodological support for diagnostics; determination of information and technical support for diagnostics; direct diagnostic assessment; formation of a conclusion and development of recommendations on the use of the obtained results. The presented sequence of diagnostic procedures determines the general approach to organizing the diagnostics of

productive resources. In order to work within the selected stages of diagnostics, the authors have defined a system of key indicators to assess the efficiency of use of elements of the organization's productive potential. Three levels of efficiency of productive resources have been established (where A is high; B is medium; and C is low) with maximum and minimum scores set for each level. On the basis of the accepted scoring scale threshold values were determined that reflect the level of each individual element (20-30 for A; 15-19 for B; and 6-14 for C) and the level of the entire productive potential of the organization as a whole (99-120 for A; 68-98 for B; and 12-67 for C). To document the results of diagnostic procedures the authors have proposed a form of Report on Diagnostics of Productive Resources, which allows giving a detailed and generalized assessment of efficiency of use of productive resources available in the organization, as well as proposals for ensuring a balanced ratio of all elements in the long term.

**Key words:** productive resources, diagnostics, efficiency assessing indicator, diagnostic tools, level of efficiency, internal report

**For citation:** Bondina N.N., Bondin I.A., Pavlova I.V. Diagnostics of supply and use of productive resources in agricultural organizations. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):166-176. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_166-176](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_166-176).

**В** условиях действия антироссийских экономических санкций и курса экономики на импортозамещение особую актуальность приобретает проблема продовольственной безопасности страны, решение которой во многом зависит от успешности функционирования агропромышленного комплекса в целом и эффективности работы каждого его звена, каждого хозяйствующего субъекта.

Необходимым условием устойчивого функционирования сельскохозяйственных организаций является сбалансированность в обеспечении производственными ресурсами, поэтому количественная характеристика и качественная идентификация состояния производственных ресурсов является необходимым условием грамотного управления ими.

Распознавание проблем организаций и обозначение возможных вариантов их решения достигается путем диагностики обеспечения и результативности использования производственных ресурсов. Этот процесс включает в себя сбор необходимой информации, анализ сформированного объема данных и подготовку аргументированных выводов для выбора корректирующих действий на основе принятой системы показателей диагностики использования производственных ресурсов и их пороговых значений.

Целью исследования стала оценка современного состояния и эффективности использования производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций, обоснование предложений по совершенствованию методического инструментария для диагностики обеспечения и использования производственных ресурсов.

В качестве объекта исследования выбраны сельскохозяйственные организации Пензенской области.

Для анализа современного состояния и эффективности использования производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций Пензенской области, диагностики элементов производственного потенциала использованы системный подход, абстрактно-логический, аналитический, статистико-экономический, расчетно-конструктивный, экспертный методы.

Изучение обозначенной проблемы проводилось на основе показателей обеспеченности производственными ресурсами сельскохозяйственных организаций Пензенской области за период с 2016 по 2021 г. по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области, Министерства сельского хозяйства Пензенской области. Теоретической и методологической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных экономистов.

Успешность деятельности хозяйствующих субъектов в сложившейся экономической ситуации во многом зависит от эффективности управления имеющимися ресурсами [3]. В широком смысле понятие «ресурсы» многоаспектно и универсально. Обобщение существующих подходов к классификации ресурсов производственных организаций с учетом отраслевых особенностей позволило сделать вывод о наиболее характерных их видах в отношении сферы сельского хозяйства (рис. 1).



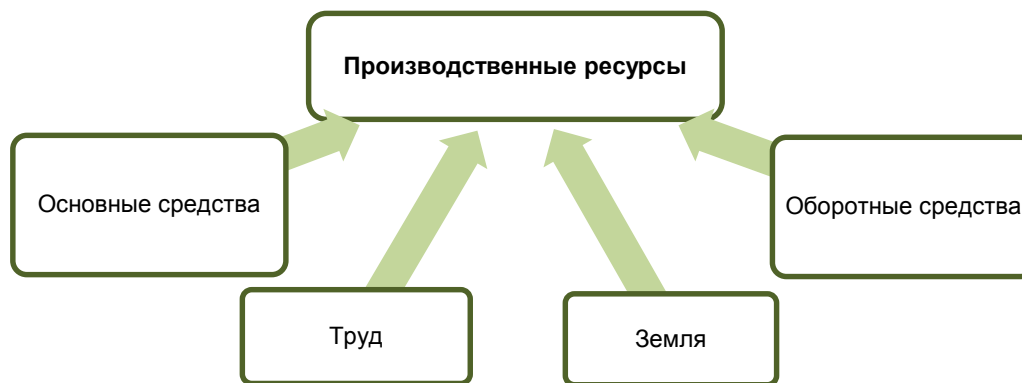


Рис. 1. Структура производственных ресурсов

Применительно к деятельности сельскохозяйственных организаций производственные ресурсы представляют собой совокупность таких ресурсных элементов, как труд, земля, основные и оборотные средства, позволяющих осуществлять непрерывный процесс производства с целью обеспечения устойчивого развития хозяйствующих субъектов. Одновременно следует отметить многофункциональность производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций. Их использование не ограничивается только собственными потребностями сельских товаропроизводителей, а является обязательным условием для наиболее полного обеспечения населения продуктами питания и перерабатывающих отраслей сырьем.

Все ресурсные элементы сельскохозяйственных организаций находятся в постоянном взаимодействии и только в тандеме определяют реальные производственные возможности каждого хозяйствующего субъекта. При этом должно быть достигнуто рациональное соотношение взаимодействующих компонентов, нарушение которого ведет к снижению эффективности управления ресурсами, поэтому в каждой сельскохозяйственной организации необходимо осуществлять постоянный контроль использования производственных ресурсов [1, 6, 7].

В первую очередь речь идет о предварительных контрольных действиях, основанных на диагностике состояния и использования земельных угодий, основных средств, оборотных активов, трудовых ресурсов. В связи с этим обоснованно встает вопрос о выборе наиболее рационального инструментария диагностики, который позволит оперативно определять слабые стороны организации, обнаруживать внутренние возможности и скрытые резервы в целях повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности.

Влияние ресурсного потенциала на эффективность сельскохозяйственного производства проявляется не в виде простого суммирующего действия каждого вида ресурсов в отдельности, а через их сложное взаимодействие, что обосновывает необходимость поддерживать их на оптимальном уровне с соблюдением определенной пропорции [8, 10, 12]. Таким образом, диагностика производственной системы с целью обеспечения эффективного использования всех элементов производственных ресурсов должна быть направлена на изучение вклада каждой ресурсной составляющей в их совокупное влияние на результативность хозяйствующего субъекта с учетом воздействия на них различных внутренних обстоятельств и факторов внешней среды, что обеспечит выявление проблемных ситуаций в ходе производственной деятельности.

Предлагаемый алгоритм проведения диагностики производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Алгоритм диагностики производственных ресурсов

В ходе проведения диагностики производственного потенциала должны быть сформированы данные, отражающие:

- фактические параметры и соотношение ресурсных элементов организации;
- эффективность использования имеющихся в наличии ресурсов;
- факторы повышения эффективности использования производственных ресурсов в условиях отдельно взятого хозяйствующего субъекта.

Представленная последовательность диагностических процедур определяет общий подход к организации диагностики производственных ресурсов. В условиях реальной практической деятельности организационные подходы к осуществлению диагностических процедур могут корректироваться в зависимости от специфики и производственной направленности в каждом конкретном случае [2].

В рамках проведенного исследования дана оценка эффективности использования производственных ресурсов сельскохозяйственными организациями Пензенской области в 2016–2021 гг.

Отмечена общая положительная тенденция в динамике показателей, характеризующих состояние отрасли растениеводства. Данные региональной статистики по производству зерна в расчете на 100 га пашни демонстрируют рост показателя за анализируемый период с 708,7 до 1116,2 ц. Производство подсолнечника по сравнению с базисным годом увеличилось более чем на 40%. Несмотря на общую отрицательную динамику показателей животноводческой отрасли региона, в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий достигнут рост объемов производства основных видов продукции животноводства. Отмечен рост выручки от продажи продукции сельского хозяйства в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий и пашни.

Важной составляющей производственных ресурсов в сельском хозяйстве является труд, а основным индикатором оценки его эффективности – производительность труда. Базовые показатели эффективности использования трудовых ресурсов в сельскохозяйственных организациях Пензенской области представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Анализ обеспеченности и эффективности использования трудовых ресурсов в сельскохозяйственных организациях Пензенской области**

| Показатель   | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Отклонение 2021 г. от 2016 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| Среднегодовая численность работников, занятых в с.-х. производстве, чел.           | 14 597  | 14 382  | 14 103  | 13 892  | 14 148  | 14 325  | -272                          |
| Трудообеспеченность  | 4,80    | 4,73    | 4,64    | 4,57    | 4,66    | 4,70    | -0,11                         |
| Среднегодовая выработка одного работника, занятого в с.-х. производстве, тыс. руб. | 2992,20 | 2991,40 | 3623,80 | 4092,50 | 5267,10 | 6249,27 | 3257,07                       |

Анализ представленных в таблице 1 данных свидетельствует о снижении среднегодовой численности работников сельского хозяйства и, как следствие, показателя трудообеспеченности, при этом сумма среднегодовой выработки в расчете на одного рабочего за период выросла и составила 6249,27 тыс. руб.

Особую роль в оценке эффективности производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций играют показатели использования основных производственных фондов [4, 5]. Данные об эффективности использования основных средств в организациях сельскохозяйственной направленности деятельности в Пензенской области представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Динамика обеспеченности и эффективности использования основных средств в сельскохозяйственных организациях Пензенской области**

| Показатель  | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Отклонение 2021 г. от 2016 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| Фондообеспеченность на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.       | 1169    | 1399    | 1764    | 2095    | 2666    | 2943    | +1774                         |
| Фондовооруженность на 1 среднегодового работника, тыс. руб. | 2493    | 2958    | 3928    | 4581    | 4914    | 6239    | +3746                         |
| Фондорентабельность   | 1,08    | 3,07    | 0,52    | 0,99    | 1,27    | 2,22    | +1,14                         |

По данным таблицы 2 можно отметить рост всех показателей. В отчетном периоде фондообеспеченность на 100 га сельскохозяйственных угодий была выше уровня базисного года в 2,5 раза. Показатель фондовооруженности в расчете на 1 среднегодового работника также превышал значение 2016 г. практически в 2,5 раза. Расчетная величина фондорентабельности в 2021 г. составила 2,22 ед., превысив величину базисного периода на 1,14 ед. Значительное снижение данного показателя в 2018 г. (до 0,52 ед.) сменилось постепенным его ростом в последующие годы анализируемого периода, что свидетельствует о тенденции роста эффективности использования основных фондов.

Весомая роль в осуществлении производственной деятельности сельскохозяйственных организаций отведена оборотным средствам, которые обеспечивают бесперебойность процесса производства, а следовательно, и реализации продукции [9, 11]. Показатели, характеризующие эффективность использования оборотных средств в сельскохозяйственных организациях Пензенской области, представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Анализ обеспеченности и эффективности использования оборотных средств в сельскохозяйственных организациях Пензенской области**

| Показатель                                    | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Отклонение 2021 г. от 2016 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------|
| Коэффициент оборачиваемости оборотных средств | 0,98    | 1,01    | 1,07    | 1,17    | 1,27    | 1,22    | +0,24                         |
| Продолжительность одного оборота, дней        | 367     | 356     | 336     | 308     | 287     | 299     | -68                           |
| Коэффициент загрузки оборотных средств        | 1,02    | 0,99    | 0,93    | 0,85    | 0,79    | 0,82    | -0,2                          |

Анализ показателей эффективности использования оборотных средств демонстрирует положительную динамику:

1) изменение коэффициента оборачиваемости оборотных средств имеет тенденцию незначительного, но все же ускорения: в 2021 г. он составил 1,22 ед., или на 0,24 ед. больше 2016 г.;

2) продолжительность одного оборота сократилась с 367 до 299 дней;

3) коэффициент загрузки оборотных средств в 2021 г. снизился на 0,2 ед. по сравнению с 2016 г., что свидетельствует об эффективном использовании оборотных средств.

Рассмотренные выше показатели, характеризующие производственную деятельность сельскохозяйственных организаций Пензенской области, в целом позволяют сделать вывод об эффективности использования производственных ресурсов. Дальнейшее исследование, направленное на диагностику обеспечения и использования производственных ресурсов в определенных условиях, характерных для конкретного хозяйствующего субъекта, проведено на примере эффективно работающей сельскохозяйственной организации Пензенской области – ООО Агрофирма «Биокор-С».

Местоположение организации и природно-климатические условия способствуют высокой результативности ведения сельскохозяйственного производства. Основными направлениями деятельности ООО Агрофирма «Биокор-С» являются выращивание зерновых и масличных культур, а также первичная переработка растениеводческого сырья, поэтому диагностика производственных ресурсов данной организации должна проводиться с учетом установленной направленности деятельности.

Важнейшей составляющей алгоритма диагностики использования производственных ресурсов организации после проведения подготовительной работы, выбора методического обеспечения и определения информационного и технического обеспечения является непосредственно диагностическое обследование. Для его грамотного проведения необходима система ключевых индикаторов, позволяющих оценить эффективность использования элементов производственного потенциала организации.

Обеспеченность и эффективность использования земельных ресурсов ООО Агрофирма «Биокор-С» можно оценить с помощью следующих индикаторов:

- выход товарной продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий;
- прибыль от продажи продукции растениеводства на 100 га пашни;
- прибыль от продажи продукции сельского хозяйства на 100 га сельскохозяйственных угодий.

Обеспеченность и эффективность использования трудовых ресурсов характеризуются следующими показателями:

- трудообеспеченность;
- среднегодовая выработка одного работника, занятого в сельском хозяйстве.

Проблемные аспекты использования оборотных активов организации выявляются при анализе таких показателей, как:

- коэффициент оборачиваемости оборотных средств;
- продолжительность одного оборота;
- коэффициент загрузки оборотных средств.

Обеспеченность и эффективность использования основных средств характеризуются следующими показателями:

- фондообеспеченность на 100 га сельскохозяйственных угодий;
- фондовооруженность на 1 среднегодового работника, занятого в сельском хозяйстве;
- фондорентабельность.

Приведенный перечень показателей положен в основу предлагаемой методики определения уровня использования производственных ресурсов как инструментария диагностики, что позволит полнее обобщить сформированные данные и сделать аргументированные выводы о направлениях повышения эффективности использования элементов производственного потенциала организации.

Авторы посчитали целесообразным установить три уровня эффективности использования производственного потенциала организации, которые следует выделить в зависимости от выявляемых нарушений в процессе производственной деятельности хозяйствующего субъекта (табл. 4).

**Таблица 4. Характеристика уровней производственного потенциала сельскохозяйственных организаций**

| Уровень | Обозначение | Характеристика   |
|---------|-------------|--|
| Высокий | A           | Организация использует производственные ресурсы эффективно, находится в состоянии абсолютного равновесия по всем составляющим, т. е. обеспечена основными производственными фондами, оборотными средствами, земельными и трудовыми ресурсами   |
| Средний | B           | Организация использует производственные ресурсы достаточно эффективно, но существуют нарушения в отношении одного или двух показателей (менее 50%)   |
| Низкий  | C           | Организация использует производственные ресурсы неэффективно. Имеют место систематические нарушения по большинству параметров каждого элемента производственных ресурсов (проблемы с обеспечением организации основными средствами, сырьем, материалами, трудовыми и земельными ресурсами) |

Высокий уровень эффективности подтверждается сбалансированностью всех элементов производственных ресурсов, т. е. сельскохозяйственная организация обеспечена основными производственными фондами, оборотными средствами, земельными и трудовыми ресурсами.

Средний уровень показывает, что производственные ресурсы используются достаточно эффективно, но существуют отдельные нарушения в отношении менее 50% показателей.

Низкий уровень эффективности характеризуется наличием нарушений большинства параметров функциональных составляющих производственных ресурсов. Следовательно, у хозяйствующего субъекта имеются серьезные проблемы с обеспечением основными средствами, сырьем, материалами, трудовыми и земельными ресурсами.

Принимаемые пороговые значения для каждого элемента производственных ресурсов сельскохозяйственных организаций представлены в таблице 5.

**Таблица 5. Пороговые значения по каждому элементу анализа эффективности использования производственных ресурсов**

| Наименование показателя  | Условное обозначение | А          | В         | С          |
|--|----------------------|------------|-----------|------------|
| <b>Земельные ресурсы</b>   |                      |            |           |            |
| Выход товарной продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.          | 31                   | свыше 1100 | 800–1099  | до 799     |
| Прибыль на 100 га пашни, тыс. руб.   | 32                   | 170 и выше | 87–170    | до 87      |
| Прибыль на 100 га сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.                           | 33                   | 170 и выше | 87–170    | до 87      |
| <b>Трудовые ресурсы</b>  |                      |            |           |            |
| Трудообеспеченность  | Т1                   | < 1        | 1,0–2,0   | > 2        |
| Среднегодовая выработка одного работника, занятого в с.-х. производстве, тыс. руб. | Т2                   | свыше 1500 | 900–1499  | до 899     |
| <b>Оборотные средства</b>  |                      |            |           |            |
| Коэффициент оборачиваемости  | ОБ1                  | > 1        | = 1       | < 1        |
| Продолжительность одного оборота, дни  | ОБ2                  | до 300     | 301–470   | свыше 471  |
| Коэффициент загрузки оборотных средств   | ОБ3                  | < 1        | 1,0–2,0   | > 2        |
| <b>Основные средства</b>   |                      |            |           |            |
| Фондообеспеченность  | ОС1                  | более 2000 | 1000–2000 | менее 1000 |
| Фондовооруженность   | ОС2                  | более 2000 | 1000–2000 | менее 1000 |
| Фондорентабельность  | ОС3                  | > 0,5      | 0,2–0,5   | < 0,2      |

Для обобщения результатов диагностики в пределах используемой группы показателей определены максимальные и минимальные балльные значения для каждого уровня:

- коэффициенты уровня А – 10 баллов;
- коэффициенты уровня В – 6 баллов;
- коэффициенты уровня С – 2 балла.

На основании принятой балльной шкалы определены пороговые значения, которые отображают уровень каждого отдельно взятого элемента и в целом уровень всего производственного потенциала сельскохозяйственной организации (табл. 6).

**Таблица 6. Пороговое значение балльной шкалы при детализированной и общей оценке**

| Вид оценки              | Уровни |       |       |
|-------------------------|--------|-------|-------|
|                         | А      | В     | С     |
| Детализированная оценка | 20–30  | 15–19 | 6–14  |
| Общая оценка            | 99–120 | 68–98 | 12–67 |

Для комплексной оценки результатов, полученных в рамках диагностического обследования, целесообразно формирование внутреннего отчета о проведенной работе («Отчет о диагностике производственных ресурсов»). Форма отчета и его содержание по данным диагностического обследования ООО Агрофирма «Биокор-С» представлены в таблице 7.

**Таблица 7. Пример заполнения Отчета о диагностике производственных ресурсов ООО Агрофирма «Биокор-С»**

| <b>Земельные ресурсы</b>  |         |         |        |         |                |         |                |         |
|---|---------|---------|--------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| Период  | 31      |         | 32     |         | 33             |         | Общее значение |         |
|   | Оценка  | Уровень | Оценка | Уровень | Оценка         | Уровень | Оценка         | Уровень |
| 2020 г.   | 6       | В       | 10     | А       | 2              | С       | 18             | В       |
| 2021 г.   | 6       | В       | 10     | А       | 2              | С       | 18             | В       |
| <i>Выводы:</i> анализ показал, что земельные ресурсы используются достаточно эффективно.  |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <b>Трудовые ресурсы</b>   |         |         |        |         |                |         |                |         |
| Период  | Т1      |         | Т2     |         | Общее значение |         |                |         |
|   | Оценка  | Уровень | Оценка | Уровень | Оценка         | Уровень | Оценка         | Уровень |
| 2020 г.   | 10      | А       | 10     | А       | 20             | А       | 20             | А       |
| 2021 г.   | 10      | А       | 10     | А       | 20             | А       | 20             | А       |
| <i>Выводы:</i> организация полностью обеспечена трудовыми ресурсами, использует их максимально эффективно.  |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <b>Оборотные средства</b>   |         |         |        |         |                |         |                |         |
| Период  | ОБ1     |         | ОБ2    |         | ОБ3            |         | Общее значение |         |
|   | Оценка  | Уровень | Оценка | Уровень | Оценка         | Уровень | Оценка         | Уровень |
| 2020 г.   | 2       | С       | 6      | В       | 6              | В       | 14             | С       |
| 2021 г.   | 2       | С       | 6      | В       | 6              | В       | 14             | С       |
| <i>Выводы:</i> низкая эффективность использования оборотных средств объясняется увеличением запасов и финансовых вложений.  |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <b>Основные средства</b>  |         |         |        |         |                |         |                |         |
| Период  | ОС1     |         | ОС2    |         | ОС3            |         | Общее значение |         |
|   | Оценка  | Уровень | Оценка | Уровень | Оценка         | Уровень | Оценка         | Уровень |
| 2020 г.   | 6       | В       | 10     | А       | 6              | В       | 22             | В       |
| 2021 г.   | 6       | В       | 10     | А       | 6              | В       | 22             | В       |
| <i>Выводы:</i> использование основных средств остается на среднем уровне эффективности.   |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <b>Обобщение данных</b>   |         |         |        |         |                |         |                |         |
| Сфера   | 2020 г. |         |        |         | 2021 г.        |         |                |         |
|   | Оценка  | Уровень | Оценка | Уровень | Оценка         | Уровень | Оценка         | Уровень |
| Земельные ресурсы   | 18      | В       | 18     | В       | 18             | В       | 18             | В       |
| Трудовые ресурсы  | 20      | А       | 20     | А       | 20             | А       | 20             | А       |
| Оборотные средства  | 14      | С       | 14     | С       | 14             | С       | 14             | С       |
| Основные средства   | 22      | В       | 22     | В       | 22             | В       | 22             | В       |
| Общая оценка  | 74      | В       | 74     | В       | 74             | В       | 74             | В       |
| <i>Общий вывод.</i> По данным проведенной диагностики можно сделать вывод о достаточно эффективном использовании производственных ресурсов.   |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <i>Факторы, позволяющие улучшить состояние использования производственного потенциала:</i>  |         |         |        |         |                |         |                |         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормирование оборотных средств;</li> <li>- рационализация использования имеющейся техники, оборудования и производственных помещений;</li> <li>- повышение культуры земледелия;</li> <li>- субсидирование строительства и реконструкции мощностей для первичной переработки и хранения зерна.</li> </ul> |         |         |        |         |                |         |                |         |

В Отчете о диагностике производственных ресурсов отражается детальная информация о показателях эффективности каждого вида ресурсов, формируется обобщенная оценка и определяется соответствующий уровень эффективности их совокупного использования, что позволяет выявить факторы, способные улучшить состояние производственных ресурсов сельскохозяйственной организации, наметить мероприятия по обеспечению их рационального соотношения на будущие периоды.

Эффективность производственной деятельности хозяйствующих субъектов в аграрной сфере должна обеспечиваться не только и не столько за счет количественного наращивания производственных ресурсов, а прежде всего за счет их более рационального использования. Поэтому своевременная диагностика производственных ресурсов в разрезе соответствующих элементов и в комплексном их взаимодействии, в условиях определенной ограниченности ресурсного потенциала, способствует повышению эффективности использования производственных ресурсов и наиболее полному удовлетворению спроса покупателей на сельскохозяйственную продукцию и сырье для переработки.

---

**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. Бондина Н.Н., Бондин И.А. Методический инструментарий диагностики производственного потенциала // Аграрный научный журнал. 2017. № 3. С. 81–87.
3. Бондина Н.Н., Бондин И.А. Обеспеченность производственными ресурсами – основа устойчивого развития сельскохозяйственного производства: монография. Пенза: РИО Пензенского государственного аграрного университета, 2022. 206 с.
4. Бочаров В.П. Направления анализа эффективности использования основных фондов // Экономический анализ: теория и практика. 2012. Т. 11, № 15(270). С. 22–26.
5. Дусаева Е.М., Иванова Ю.О. Основные средства сельского хозяйства: проблемы воспроизводства, учет, анализ и аудит: монография. Оренбург: Издательский центр Оренбургского государственного аграрного университета, 2012. 200 с.
6. Завьялова З.М. Комплексный анализ эффективности ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций Оренбургской области: монография. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2014. 110 с.
7. Зубкова Н.В. Анализ использования производственных ресурсов с целью оптимизации системы планирования // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 3(71). С. 323–328.
8. Ильин С.Ю. Комплексная оценка эффективности использования производственных ресурсов (на примере сельского хозяйства Удмуртской Республики) // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 31(262). С. 49–53.
9. Кожин В.А., Шагалова Т.В. Ресурсы предприятия и оценка эффективности их использования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. Т. 3. С. 411–415.
10. Соснина С.О. Повышение эффективности использования производственных ресурсов // NovalInfo.Ru. 2016. Т. 2, № 57. С. 296–300.
11. Трунов М.С., Улезько А.В. Концептуальный подход к развитию адаптационного механизма сельскохозяйственных производителей // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 2(69). С. 71–80. DOI: 10.17238/issn2071-2243\_2021\_2\_71.
12. Эффективность использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве: монография; под общ. ред. проф. Парамонова В.Ф. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2014. 244 с.

**References**

1. Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V. Stsenarnyj podkhod k razrabotke strategii razvitiya sel'skikh territorij [Scenario approach to setting strategy for rural sustainable development]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(3): 94-102. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3.94. (In Russ.).



2. Bondina N.N., Bondin I.A. Metodicheskiy instrumentarij diagnostiki proizvodstvennogo potentsiala [Methodical tools for productive potential diagnostics]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2017;3:81-87. (In Russ.).
3. Bondina N.N., Bondin I.A. Obespechennost' proizvodstvennymi resursami – osnova ustojchivogo razvitiya sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva: monografiya [Provision with production resources is the basis of sustainable development of agricultural production: monograph]. Penza: Penza State Agrarian University Press; 2022. 206 p. (In Russ.).
4. Bocharov V.P. Napravleniya analiza effektivnosti ispol'zovaniya osnovnykh fondov [Directions of analysis of the efficiency of fixed assets use]. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*. 2012;15(270):22-26. (In Russ.).
5. Dusaeva E.M., Ivanova Yu.O. Osnovnye sredstva sel'skogo khozyajstva: problemy vosproizvodstva, uchet, analiz i audit: monografiya [Fixed assets of agriculture: reproduction problems, accounting, analysis and audit: monograph]. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Press; 2012. 200 p. (In Russ.).
6. Zavialova Z.M. Kompleksnyj analiz effektivnosti resursnogo potentsiala sel'skokhozyajstvennykh organizatsij Orenburgskoj oblasti: monografiya [Wide-ranging analysis of the efficiency of the resource potential of agricultural organizations of Orenburg Oblast: monograph]. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Press; 2014. 110 p. (In Russ.).
7. Zubkova N.V. Analiz ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov s tsel'yu optimizatsii sistemy planirovaniya [Analysis of the use of production resources in order to optimize the planning system]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii = Modern Scientific Researches and Innovations*. 2017;3(71):323-328. (In Russ.).
8. Il'in S.Yu. Kompleksnaya otsenka effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov (na primere sel'skogo khozyajstva Udmurtskoj Respubliki) [Integrated assessment of the efficiency of production resources use (on the example of agriculture of the Udmurt Republic)]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*. 2012;31(262):47-53. (In Russ.).
9. Kozhin V.A., Shagalova T.V. Resursy predpriyatiya i otsenka effektivnosti ikh ispol'zovaniya [Resources of the enterprise and assessment of efficiency of their use]. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyj zhurnal «Koncept» = Scientific and Methodical Electronic Journal "Koncept"*. 2013;3:411-415. (In Russ.).
10. Sosnina S.O. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov [Increasing the efficiency of production resources use]. *NovalInfo.Ru = NovalInfo.Ru*. 2016;2(57):296-300. (In Russ.).
11. Trunov M.S., Ulez'ko A.V. Konceptual'nyj podkhod k razvitiyu adaptatsionnogo mekhanizma sel'skokhozyajstvennykh proizvoditelej [Conceptual approach to the development of an adaptation mechanism for agricultural producers]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2021;14(2):71-80. DOI: 10.17238/issn2071-2243\_2021\_2\_71. (In Russ.).
12. Effektivnost' ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov v sel'skom khozyajstve: monografiya; pod obshchey redaktsiej professora Paramonova V.F. [Efficiency of the use of production resources in agriculture: monograph edited by Professor Paramonov V.F.]. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Press; 2014. 244 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Н.Н. Бондина – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», natalya\_bondina@mail.ru.

И.А. Бондин – доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», igor\_bondin@mail.ru.

И.В. Павлова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», pavlova\_iv\_12345@mail.ru.

#### Information about the authors

N.N. Bondina, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Accounting, Analysis and Audit, Penza State Agrarian University, natalya\_bondina@mail.ru.

I.A. Bondin, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Accounting, Analysis and Audit, Penza State Agrarian University, igor\_bondin@mail.ru.

I.V. Pavlova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting, Analysis and Audit, Penza State Agrarian University, pavlova\_iv\_12345@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 12.01.2023; одобрена после рецензирования 14.02.2023; принята к публикации 26.02.2023.

The article was submitted 12.01.2023; approved after reviewing 14.02.2023; accepted for publication 26.02.2023.

© Бондина Н.Н., Бондин И.А., Павлова И.В., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 316.3:338.2:338.4  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_177

**Институциональная среда и институты  
цифрового развития сельского хозяйства**

**Дмитрий Валерьевич Хмелев<sup>1</sup>, Андрей Валерьевич Улезько<sup>2✉</sup>**

<sup>1,2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>2</sup>arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru✉

**Аннотация.** Цифровая трансформация представляется как эволюционный этап развития всей системы общественного производства, в том числе ее отдельных элементов, обусловленный направлением научно-технического прогресса и развитием технических средств реализации информационных технологий. Специфика сельского хозяйства как элемента системы общественного производства объективно обуславливает наличие институциональной среды, адекватной задачам цифровой трансформации как самой отрасли, так и формирующих ее субъектов, и учитывающей технико-технологические и организационно-экономические особенности аграрного сектора и агропродовольственного комплекса. Локализация институциональной среды цифровой трансформации требует выделения специфической институциональной экосистемы, объединяющей не только общесистемные, но и узкоспециализированные институты, ориентированные на регламентацию процессов цифрового развития. В рамках функционального подхода к классификации институтов, формирующих институциональную среду процессов цифрового развития, предлагается выделять: институты регулирования и стимулирования процессов цифрового развития, инфраструктурного обеспечения, формирования цифровых компетенций, обеспечения цифровых взаимодействий и безопасности использования цифровых технологий. Корректировка функционала уже существующих институтов и формирование специфических институтов цифрового развития происходит как в виде реакций институциональной среды на трансформацию системы общественного производства, так и в виде предтрансформационных институциональных преобразований. Важнейшим условием организации процессов предтрансформационных институциональных преобразований является наличие полноценной стратегии развития макроэкономической системы. В контексте инициации процессов цифровой трансформации базовым этапом предтрансформационных институциональных преобразований можно считать разработку стратегии цифрового развития экономики и формирование нормативно-правовой базы цифровизации в рамках институтов правового и нормативного регулирования процессов цифрового развития.

**Ключевые слова:** институциональная среда, цифровая трансформация, цифровое развитие, институты цифрового развития, сельское хозяйство

**Для цитирования:** Хмелев Д.В., Улезько А.В. Институциональная среда и институты цифрового развития сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 177–184. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_177-184](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_177-184).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Institutional environment and institutions for digital development of agriculture**

**Dmitry V. Khmelev<sup>1</sup>, Andrey V. Ulez'ko<sup>2✉</sup>**

<sup>1,2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>2</sup>arle187@rambler.ru✉

**Abstract.** Digital transformation is viewed as an evolutionary stage in the development of both the entire system of social production and its individual elements, due to the direction of scientific and technological progress and the development of technical means for implementing information technologies. The specificity of agriculture as an element of the social production system objectively determines the presence of an institutional environment that is adequate to the tasks of digital transformation of both the industry itself and the entities that form it, and that takes into account the technical, technological, organizational, and economic features of the agricultural sector and the agro-food complex. Localization of the institutional environment of digital transformation requires the allocation of a specific institutional ecosystem that unites not only system-wide institutions, but also highly specialized institutions focused on the regulation of digital development processes. As part of the functional approach to the classification of institutions that form the institutional environment for digital development processes, it is proposed to mark out: institutions for regulating and stimulating digital development processes, infrastructure support, the formation of digital competencies, ensuring digital

interactions and the security of using digital technologies. The adjustment of the functionality of the already existing institutions and the formation of specific institutions of digital development takes place both in the form of reactions of the institutional environment to the transformation of the system of social production, and in the form of preventient institutional transformations. The most important condition for organizing the processes of preventient institutional transformations is the existence of a robust strategy for the development of the macroeconomic system. In the context of the initiation of digital transformation processes, the basic stage of preventient institutional transformations can be considered the design of a strategy for the digital development of the economy and the formation of a regulatory framework for digitalization within the framework of the institutions of legal and normative regulation of digital development processes.

**Keywords:** institutional environment, digital transformation, digital development, institutions for digital development, agriculture

**For citation:** Khmelev D.V., Ulez'ko A.V. Institutional environment and institutions for digital development of agriculture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):177-184. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_177-184](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_177-184).

**В**ведение  
Современный этап развития системы общественного производства характеризуется опережающими темпами модернизации технико-технологического базиса при определенном отставании темпов обновления институциональной среды, что объективно порождает возникновение определенных противоречий и дисфункций, ограничивающих возможности цифровой трансформации экономических систем различного уровня и их отдельных элементов, которая является естественным этапом их эволюции. В широком смысле институциональная среда представляет собой совокупность формальных и неформальных норм и правил, определяющих порядок функционирования экономических субъектов всех уровней и взаимодействий между ними, а также механизмов принуждения субъектов к их соблюдению.

Специфика сельского хозяйства как элемента системы общественного производства объективно обуславливает наличие институциональной среды, адекватной задачам цифровой трансформации как самой отрасли, так и формирующих ее субъектов и учитывающей технико-технологические и организационно-экономические особенности аграрного сектора и агропродовольственного комплекса.

Цель исследования заключается в раскрытии функций институтов цифрового развития сельского хозяйства и их систематизации.

#### **Методы и материалы**

Исследования базируются на обобщении научных подходов к изучению содержания категорий «институциональная среда» и «институты цифрового развития» и их систематизации.

#### **Результаты исследования**

Функционирование экономических систем традиционно рассматривается в контексте их развития и воспроизводства, обеспечивающих достижение поставленных целей. При этом цифровая трансформация представляется как эволюционный этап развития всей системы общественного производства, в том числе ее отдельных элементов, обусловленный направлением научно-технического прогресса и развитием технических средств реализации информационных технологий.

Мы разделяем мнение Н. Симченко и Е. Нестеренко [9] о том, что к базовым институтам, определяющим институциональные условия цифрового развития, следует относить:

- институты правового и нормативного регулирования, обеспечивающие нормативно-правовую базу инициации процессов цифровой трансформации и межсубъектных взаимодействий в условиях цифровой экономики;

- институты образования, формирующие систему подготовки, переподготовки и непрерывного повышения квалификации кадров, владеющих цифровыми компетенциями;

- институты культуры, ориентированные на цифровизацию произведений искусства, обеспечение доступа пользователей к достижениям культуры и творчества, организацию культурных коммуникаций в рамках социума;

- институты науки, создающие условия активизации исследовательской деятельности в сфере разработки и совершенствования цифровых технологий и их внедрения во все сферы деятельности;

- институты занятости, решающие проблемы изменения уровня и структуры занятости населения в условиях цифровой трансформации экономики, модернизации системы трудовых отношений.

Следует подчеркнуть, что указанные институты формируют общий базис всех процессов экономического развития, тогда как локализация институциональной среды цифровой трансформации требует выделения специфической институциональной экосистемы, объединяющей не только общесистемные, но и узкоспециализированные институты, ориентированные на регламентацию процессов цифрового развития.

Многообразие институтов, формирующих институциональную среду развития экономических систем, объективно обусловлено множественностью реализуемых ими функций. В современной экономической литературе [2, 3, 11–13] в качестве ключевых функций, реализуемых экономическими институтами, наиболее часто выделяются:

- организующая (ориентирована на обеспечение устойчивости внутри- и межсубъектных взаимодействий, на балансирование интересов взаимодействующих экономических субъектов);

- регулирующая (устанавливает формальные и неформальные нормы и правила поведения экономических субъектов и их взаимодействия, доступа к ресурсам и их использования);

- координирующая (обеспечивает рациональность и согласованность взаимодействий экономических субъектов и минимизацию затрат, связанных с их обеспечением);

- стимулирующая (предполагает воздействие различных институтов на поведение экономических субъектов для корректировки направлений и темпов их развития);

- ограничительная (определяет границы и рамки свободы действий взаимосвязанных экономических субъектов и устанавливает правила их поведения на локализованных экономических и информационных пространствах);

- инфраструктурная (регламентирует процессы формирования информационной, сетевой, производственной, рыночной инфраструктуры, необходимой для развития экономических систем и их воспроизводства);

- информационная (формирует информационный базис систем принятия управленческих решений и регламенты информационных взаимодействий экономических субъектов) и др.

Совокупность данных функций определяет функционал институциональной среды, формирующейся через интеграцию разнородных институтов, дифференцируемых как по направлениям и степени воздействия на экономические субъекты, так и по количеству реализуемых функций.

Используя функциональный подход к классификации институтов, формирующих институциональную среду процессов цифрового развития, предложенный А.С. Погорельцевым [6], можно выделить следующие группы:

- институты регулирования процессов цифрового развития (институты правового, нормативного, административного и экономического регулирования);

- институты стимулирования процессов цифрового развития (институты государственной поддержки, финансовые институты, институты государственно-частного партнерства, институты нематериального стимулирования и др.);

- институты инфраструктурного обеспечения (институты информационной, сетевой, производственной и рыночной инфраструктуры);

- институты формирования цифровых компетенций (институты формирования профессиональных, научных, технологических, коммуникационных и других цифровых компетенций);

- институты обеспечения цифровых взаимодействий (институты организации общего информационного пространства, коммуникаций на базе цифровых платформ, коммуникаций в рамках цифровых экосистем, сетевых коммуникаций);

- институты обеспечения безопасности цифровых технологий (институты экономической, общественной, информационной, технологической и других видов безопасности) и др. (см. рис.).

Неразвитость институциональной среды порождает возникновение определенных барьеров, ограничивающих интенсивность и глубину процессов цифровой трансформации. Так, например, в качестве естественных причин появления таких институциональных ловушек Т.Д. Санникова [7] определяет:

- разрыв в скорости создания и внедрения в практическую деятельность цифровых технологий и актуализации нормативно-правовой базы процессов цифровизации;

- рассогласованность темпов формирования актуальных институциональных норм, генерируемых формальными и неформальными институтами, определяющими институциональную среду цифрового развития;

- несбалансированность интересов государства, науки, бизнеса и отдельных индивидов при разработке стратегии цифровой трансформации системы общественного производства и выборе приоритетов цифрового развития;

- развитость институтов компенсации отрицательных эффектов цифровой трансформации и управления рисками, связанными с массовым внедрением цифровых технологий во все сферы жизнедеятельности человека;

- сохранение структурно-компетентностных дисбалансов между потребностями субъектов цифровой экономики и существующей системой подготовки работников, способных эффективно использовать цифровые технологии и др.

Очевидно, что сфера институционального воздействия на экономические субъекты охватывает процессы как территориального, так и отраслевого развития, учитывая специфику организации этих процессов и особенности объектов управления процессами развития. К числу основных особенностей сельского хозяйства как объекта цифровой трансформации можно отнести: более низкий уровень технико-технологического развития по сравнению с другими отраслями общественного производства, отставание в уровне информатизации и автоматизации производственных процессов и качестве информационной инфраструктуры, отсутствие необходимых цифровых компетенций у значительной части работников, фрагментарность инновационной системы АПК и др.

Корректировка функционала уже существующих институтов и формирование специфических институтов цифрового развития происходит как в виде реакций институциональной среды на трансформацию системы общественного производства, так и в виде предтрансформационных институциональных преобразований. Важнейшим условием организации процессов предтрансформационных институциональных преобразований является наличие полноценной стратегии развития макроэкономической системы, отражающей цели трансформации, ее основные направления, масштабы и глубину трансформационных процессов и планируемую скорость их протекания, возможные сценарии достижения поставленных целей и др. В контексте инициации процессов цифровой трансформации ключевым этапом предтрансформационных институциональных преобразований можно считать разработку стратегии цифрового развития экономики и формирование нормативно-правовой базы цифровизации в рамках институтов правового и нормативного регулирования процессов цифрового развития.

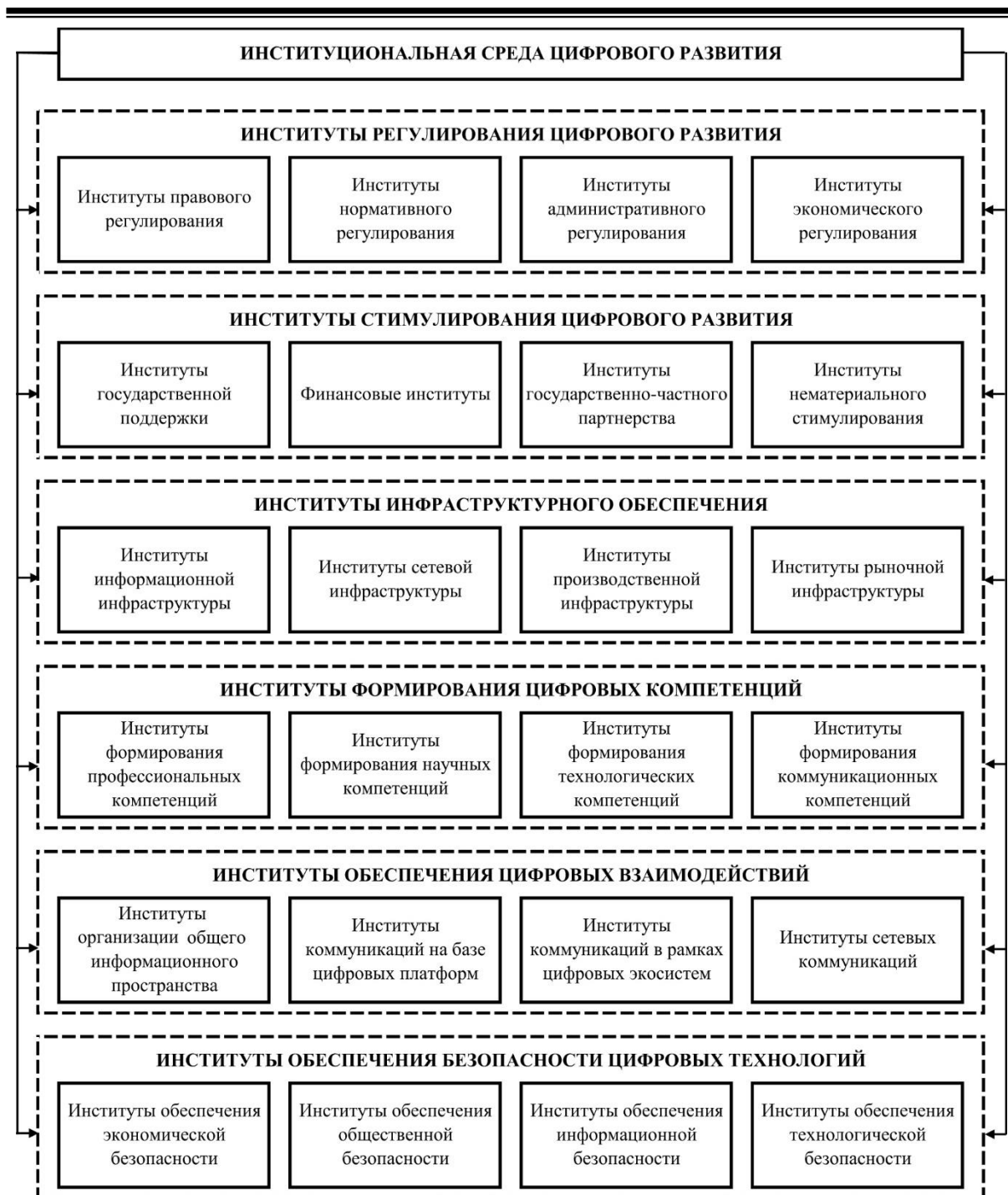


Рис. 1. Систематизация основных институтов, формирующих институциональную среду цифрового развития

Совокупность идей и планов по переходу к модели цифрового развития была реализована в виде программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (2017 г.), позднее трансформировавшейся в национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации» (2018 г.) [5]. При этом следует отметить, что стратегические направления цифровой трансформации экономики РФ были одобрены президиумом правительственной комиссии по цифровому развитию лишь в июне 2021 г. В число 13 ключевых направлений цифровой трансформации было включено и сельское хозяйство (до этого момента вопросы цифрового развития аграрного сектора регулировались ведомственным проектом «Цифровое сельское хозяйство», разработанным Министерством сельского хозяйства РФ в 2019 г. [1]).

В рамках стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г. (утверждено в декабре 2021 г.) [8] был разработан проект «Цифровая трансформация агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов».

В Воронежской области в рамках национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» была разработана и реализуется региональная Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Воронежской области (утверждена в августе 2021 г.) [10], реализацию которой планируется осуществить до конца 2024 г. В качестве основных вызовов цифровому развитию сельского хозяйства региона в этом документе декларируются: необходимость ускоренного совершенствования механизмов государственного управления отраслью на основе широкого использования цифровых технологий, а также преодоление существенных различий в уровне готовности к цифровой трансформации территорий, отраслей и отдельных субъектов регионального агропродовольственного комплекса.

Оценивая значимые для реализации данного программного документа риски, его разработчики выделяют только два ключевых момента: во-первых, нарушения правил информационной безопасности при сборе и обработке персональных данных; во-вторых, потерю управляемости в критических для общества сферах вследствие возможных сбоев в системах цифровых коммуникаций. Такой узкий перечень возможных рисков объясняется ограниченностью перечня проектов цифровизации по направлению «Сельское хозяйство», в который вошли только два проекта: создание Геоаналитического центра АПК и системы личных кабинетов сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В рамках первого проекта, ориентированного на организацию работы с цифровыми документами всех типов и цифровую обработку отраслевых показателей, акцент делается на автоматизацию сбора различных видов отчетности и внедрение цифровых технологий оперативного анализа, обеспечивающих повышение качества и скорости принятия управленческих решений; в рамках второго проекта, связанного с реализацией технологии «одного окна» для дистанционной подачи пакета документов, необходимого для получения субсидий, предоставляемых производителям сельскохозяйственной продукции, обеспечивается прозрачность процедур выделения субсидий.

Узость и мелкомасштабность целей цифрового развития сельского хозяйства Воронежской области вынуждают констатировать определенные несоответствия Стратегии цифровизации аграрного сектора региона стратегическим направлениям в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ. Это несоответствие можно объяснить, в первую очередь, разными сроками реализации Стратегий (соответственно до 2025 г. и до 2030 г.), но при этом остается открытым вопрос о перспективах внедрения цифровых технологий не только в систему управления региональным агропродовольственным комплексом, но и на уровне отдельных хозяйствующих субъектов, интегрированных в различные продуктовые цепочки, обеспечивающие производство продовольственных ресурсов.

Сознательный уход разработчиков региональной стратегии цифрового развития сельского хозяйства от вопросов цифровизации процессов производства сельскохозяйственной продукции и ее переработки свидетельствует либо о неготовности хозяйствующих субъектов агропродовольственного комплекса Воронежской области к массовому внедрению цифровых технологий, либо об отсутствии у региональных органов управления сельским хозяйством средств на государственную поддержку процессов цифровой трансформации в условиях существенной ограниченности собственных инвестиционных ресурсов у подавляющей части сельскохозяйственных производителей региона.

Следует также отметить неразвитость в регионе системы институтов цифрового развития и отсутствие целевых региональных программ поддержки инвестиций в цифровизацию производственных процессов и стимулирования внедрения в производство цифровых инноваций.

### **Заключение**

Для инициация процессов цифровой трансформации требуется проведение предтрансформационных изменений институциональной среды, ориентированных на формирование необходимых институциональных условий реализации стратегии цифрового развития экономики в целом и ее отдельных отраслей и сфер.

Стратегия цифрового развития отдельных секторов экономики, в том числе и аграрного сектора, должна исходить как из общесистемных целей цифровизации, так и из уровня технико-технологической готовности отраслей к масштабной цифровой трансформации, финансовых возможностей хозяйствующих субъектов, качества инновационной системы и институтов отраслевого развития.

---

### **Список источников**

1. Гордеев А.В., Патрушев Д.Н., Лебедев И.В. и др. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. Москва: Росинформагротех, 2019. 46 с.
2. Жукова М.А., Улезько А.В. Институциональные условия инициации процессов цифровой трансформации // Организационно-экономический механизм агропромышленного комплекса: состояние, проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2019. С. 14–22.
3. Карпушин Е.С., Шкодина В.Р. Сущность и функции институтов // Биржа интеллектуальной собственности. 2018. Т. 17, № 4. С. 27–30.
4. Криштаносов В.Б. Формирование институциональной экосистемы цифровой экономики в ЕС и ЕАЭС: сравнительный анализ // Социальные новации и социальные науки. 2022. № 2. С. 140–154. DOI: 10.31249/snsn/2022.02.10.
5. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства России. URL: <http://government.ru/info/35568/> (дата обращения: 20.11.2022).
6. Погорельцев А.С. Большие данные и характеристика институтов в цифровой экономике // Инновационная деятельность. 2021. № 3(58). С. 30–39.
7. Санникова Т.Д. Институциональные и ресурсные ограничения на пути решения задачи перехода к цифровой экономике // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9, № 3. С. 633–646. DOI: 10.18334/vines.9.3.41059.
8. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.: утверждено распоряжением Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. № 3971-р [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства России. URL: <http://government.ru/docs/all/138637/> (дата обращения: 20.11.2022).
9. Симченко Н., Нестеренко Е. Структурные особенности социальных институтов развития цифровой экономики // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2018. № 3(87). С. 24–33. DOI: 10.24866/2311-2271/2017-4/24-33.
10. Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Воронежской области: утверждена губернатором Воронежской области А.В. Гусевым 18.08.2021 [Электронный ресурс] // Сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/d45485620.pdf> (дата обращения: 15.11.2022).
11. Фархутдинова А.У. Институты развития: определение, сущность, функции // Актуальные вопросы в науке и практике: сборник статей по материалам XIII международной научно-практической конференции (Самара, 10 декабря 2018 г.). Уфа: ООО «Дендра», 2018. Т. 2(4). С. 93–99.
12. Цветкова Г.С. К вопросу о сущности и функциях институтов рынка // Инновационные технологии управления и права. 2013. № 3. С. 10–16.
13. Чаусовский А.М., Гончарова И.В., Дедух Т.М. Формальные институты: сущность, структура, функции // Финансы. Учет. Банки. 2016. № 2(21). С. 112–116.

### **References**

1. Gordeev A.V., Patrushev D.N., Lebedev I.V. et al. Vedomstvennyj proekt "Tsifrovoe sel'skoe hkozyajstvo": ofitsial'noe izdanie [Departmental project "Digital Agriculture": official publication]. Moscow: Rosinformagrotekh Press; 2019. 46 p (In Russ.).
2. Zhukova M.A., Ulez'ko A.V. Institutstional'nye usloviya initsiatsii protsessov tsifrovoy transformatsii [Institutional conditions for the initiation of digital transformation processes]. Organizatsionno-ekonomicheskij mekhanizm agropromyshlennogo kompleksa: sostoyanie, problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh trudov [Organizational and economic mechanism of the Agro-Industrial Complex: current state, problems and trends: collection of scientific papers]. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University Press; 2019:14-22. (In Russ.).



3. Karpushin E.S., Shkodina V.R. Sushchnost' i funktsii institutov [Essence and functions of institutes]. *Birzha intellektual'noj sobstvennosti = Intellectual Property Exchange*. 2018;17(4):27-30. (In Russ.).
4. Krishtanosov V.B. Formirovanie institutsional'noj ekosistemy tsifrovoj ekonomiki v ES i EAES: sravnitel'nyj analiz [Formation of the institutional ecosystem of the digital economy in the EU and the EAEU: a comparative analysis]. *Sotsial'nye novatsii i sotsial'nye nauki = Social Novelties and Social Sciences*. 2022;2:140-154. DOI: 10.31249/snsn/2022.02.10. (In Russ.).
5. Pasport natsional'noj programmy "Tsifrovaya ekonomika Rossijskoj Federatsii": utverzhden prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proektam (protokol ot 24 dekabrya 2018 g. № 16). Ofitsial'nyj sayt Pravitel'stva Rossii [Passport of the National Program "Digital Economy of the Russian Federation": approved by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects (Protocol No. 16 of December 24, 2018). Official website of the Government of Russia]. URL: <http://government.ru/info/35568/>. (In Russ.).
6. Pogoreltsev A.S. Bol'shie dannye i kharakteristika institutov v tsifrovoj ekonomike [Big data and characteristics of institutions in the digital economy]. *Innovatsionnaya deyatel'nost' = Innovation Activity*. 2021;3(58):30-39. (In Russ.).
7. Sannikova T.D. Institutsional'nye i resursnye ogranicheniya na puti resheniya zadachi perekhoda k tsifrovoj ekonomike [Institutional and resource constraints on the way to solving the problem of transition to a digital economy]. *Voprosy innovatsionnoj ekonomiki = Russian Journal of Innovation Economics*. 2019;9(3):633-646. DOI: 10.18334/vinec.9.3.41059. (In Russ.).
8. Strategicheskoe napravlenie v oblasti tsifrovoj transformatsii otraslej agropromyshlennogo i rybkhozyajstvennogo kompleksov RF na period do 2030 g.: utverzhdeno rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 29 dekabrya 2021 g. № 3971-r. Ofitsial'nyj sayt Pravitel'stva Rossii [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: approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 3971-r of December 29, 2021. Official website of the Government of Russia]. URL: <http://government.ru/docs/all/138637/>. (In Russ.).
9. Simchenko N., Nesterenko E. Strukturnye osobennosti sotsial'nykh institutov razvitiya tsifrovoj ekonomiki [Structural features of social institutions influencing the development of the digital economy]. *Izvestiya Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management*. 2018;3(87):24-33. DOI: 10.24866/2311-2271/2017-4/24-33. (In Russ.).
10. Strategiya v oblasti tsifrovoj transformatsii otraslej ekonomiki, sotsial'noj sfery i gosudarstvennogo upravleniya Voronezhskoj oblasti: utverzhdena Gubernatorom Voronezhskoj oblasti A.V. Gusevym 18.08.2021. Sajt Ministerstva tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsij Rossijskoj Federatsii [Strategy in the field of digital transformation of economic sectors, social sphere and public administration of Voronezh Oblast: approved by the Governor of Voronezh Oblast A.V. Gusev on 18.08.2021. Website of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation]. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/d45485620.pdf>. (In Russ.).
11. Farkhutdinova A.U. Instituty razvitiya: opredelenie, sushchnost', funktsii [Institutes of development: definition, essence, functions]. Aktual'nye voprosy v nauke i praktike: sbornik statej po materialam XIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Samara, 10 dekabrya 2018 g.) [Actual issues in science and practice: collection of articles based on the materials of the XIII International Scientific and Practical Conference (Samara, December 10, 2018)]. Ufa: OOO "Dendra" Press. 2018;2(4):93-99. (In Russ.).
12. Tsvetkova G.S. K voprosu o sushchnosti i funktsiyakh institutov rynka [On the question of the essence and functions of market institutions]. *Innovatsionnye tekhnologii upravleniya i prava = Innovative Technologies of Management and Law*. 2013.;3:10-16. (In Russ.).
13. Chauovski A.M., Goncharova I.V., Dedukh T.M. Formal'nye instituty: sushchnost', struktura, funktsii [Formal institutions: essence, structure, functions]. *Finansy. Uchet. Banki = Finance. Accounting. Banking*. 2016;2(21):112-116. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Д.В. Хмелев – аспирант кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [dmitry.khmelev@mail.ru](mailto:dmitry.khmelev@mail.ru).

А.В. Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [arle187@rambler.ru](mailto:arle187@rambler.ru).

#### Information about the authors

D.V. Khmelev, Postgraduate Student, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [dmitry.khmelev@mail.ru](mailto:dmitry.khmelev@mail.ru).

A.V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [arle187@rambler.ru](mailto:arle187@rambler.ru).

Статья поступила в редакцию 18.01.2023; одобрена после рецензирования 20.02.2023; принята к публикации 26.02.2023.

The article was submitted 18.01.2023; approved after reviewing 20.02.2023; accepted for publication 26.02.2023.

© Хмелев Д.В., Улезько А.В., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 351:004  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_185

**Разработка показателя готовности органов государственной власти  
к внедрению цифровых технологий и платформенных решений  
в сферах госуправления и оказания госуслуг  
на основе анализа стейкхолдеров**

Нияз Азатович Сафиуллин<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия  
<sup>1</sup>nsafiullin@outlook.com<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В современных условиях цифровизации экономики России органы государственной власти проводят глубокие преобразования в сфере оказания услуг населению и бизнесу, основанные на использовании информационно-коммуникационных технологий и цифровых решений. В настоящее время макросреда органов государственной власти может быть разделена на внешнюю среду косвенного взаимодействия, в которой заинтересованные лица влияют на организацию опосредованно и неявно, и на внешнюю среду прямого воздействия, где влияние заинтересованных лиц значительно. Кроме того, во внутренней среде органов власти присутствуют стейкхолдеры, которые могут препятствовать изменениям или поддерживать их на должном уровне. Однако государственные учреждения находятся на разных уровнях цифровой зрелости, так как процессы цифровизации начинались в них в разное время и в различных условиях. Проведен анализ современного состояния оценки цифровой зрелости органов государственной власти и выделены основные недостатки существующих методик. Автором разработан показатель готовности органов государственной власти к внедрению цифровых технологий и платформенных решений в сферах госуправления и оказания госуслуг на основе анализа стейкхолдеров или заинтересованных лиц, которые отличаются степенью влияния на реализацию цифровой стратегии и качество воздействия. В качестве примера была составлена карта стейкхолдеров цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан и предложено использовать такой показатель, как «Влияние стейкхолдеров на цифровую трансформацию в сфере оказания государственных или муниципальных услуг», который может варьироваться в значениях от 0 до 5 баллов, отражая степень заинтересованности стейкхолдеров в цифровой трансформации. Предложенный показатель можно использовать в деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации при проведении цифровых преобразований в сфере оказания госуслуг.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, государственные и муниципальные услуги, стейкхолдеры, микросреда, макросреда, сельское хозяйство, госуслуги

**Для цитирования:** Сафиуллин Н.А. Разработка показателя готовности органов государственной власти к внедрению цифровых технологий и платформенных решений в сферах госуправления и оказания госуслуг на основе анализа стейкхолдеров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 185–193. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_185-193](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_185-193).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Development of an indicator of the readiness of public authorities  
to implement digital technologies and platform solutions  
in the areas of public administration and public services  
based on the analysis of stakeholders**

Niyaz A. Safiullin<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia  
<sup>1</sup>nsafiullin@outlook.com<sup>✉</sup>

**Abstract.** In modern conditions of digitalization of the economy, public authorities are carrying out profound transformations in the provision of services to the public and business, which are based on the use of information and communication technologies and digital solutions. Currently, the macroenvironment of public authorities can be

divided into an external environment of indirect interaction, in which the relevant persons influence the organization indirectly and implicitly, and an external environment of direct influence, where the influence of the relevant persons is significant. In addition, there are stakeholders in the internal environment of the authorities who can prevent changes or maintain them at the proper level. However, state institutions were at different levels of digital maturity, and they initiated the processes of digitalization at different times and under different conditions. The analysis of the current state of digital maturity assessment of public authorities is carried out and the main disadvantages of existing methods are highlighted. The author has developed an indicator of the readiness of public authorities to implement digital technologies and platform solutions in the areas of public administration and public services based on the analysis of stakeholders or relevant persons who differently influenced the implementation of the digital strategy and the quality of impact. As an example, a map of stakeholders of the digital transformation of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Tatarstan was compiled and it was proposed to use such an indicator as "The influence of stakeholders on digital transformation in the provision of state or municipal services", which can vary in values from 0 to 5 points, reflecting the degree of interest of stakeholders in digital transformation. The proposed indicator can be used in the activities of the executive authorities of the subjects of the Russian Federation in carrying out digital transformations in the provision of public services.

**Keywords:** digital transformation, state and municipal services, stakeholders, microenvironment, macroenvironment, agriculture, public services

**For citation:** Safiullin N.A. Development of an indicator of the readiness of public authorities to implement digital technologies and platform solutions in the areas of public administration and public services based on the analysis of stakeholders. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):185-193. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_185-193](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_185-193).

В рамках реализации Указов Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», в том числе с целью решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере, Правительством РФ сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в состав которой входит федеральный проект «Цифровое государственное управление» [8, 9].

Ключевым целевым индикатором, приведенным в проекте, является увеличение к 2030 г. доли оказываемых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95%. Федеральный проект включает мероприятия цифровой трансформации системы государственного управления, которые призваны обеспечить новый уровень предоставления услуг, необходимых для повышения качества жизни граждан и развития бизнеса, создать возможности для перехода на цифровое взаимодействие граждан, бизнеса и государства.

В 2020 г. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации утвердило несколько методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация», в том числе:

- методику расчета целевого показателя «Достижение “цифровой зрелости” ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления»;
- методику расчета целевого показателя «Увеличение доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95 процентов»;
- методику расчета целевого показателя «Увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий» на уровне субъектов Российской Федерации.

В частности, достижение «цифровой зрелости» государственного управления предлагается определять, используя такие показатели, как:

- эффективность разработки систем и сервисов оказания государственных услуг при высоком уровне надежности, безопасности и масштабируемости;

- уровень цифровой зрелости мировых судов;
- качество оказания государственных и муниципальных услуг за счет сокращения сроков обработки исходящей и входящей корреспонденции (в т. ч. обращения граждан и организаций), кратного снижения трудовых и логистических затрат на организацию внутреннего и внешнего делопроизводства и документооборота;
- уровень автоматизации кадровых процессов в органах государственной власти Российской Федерации;
- уровень контрольно-надзорных мероприятий, выполняемых с применением дистанционных методов контроля;
- качество оказания государственных услуг и выполнения государственных функций за счет систематизации и гармонизации государственных данных и сокращения времени их предоставления пользователю.

Анализ существующих методик оценки качества оказываемых государственных услуг позволил выявить основные проблемы, препятствующие повышению эффективности деятельности органов исполнительной власти: дефицит законодательных стандартов в данной сфере, отсутствие общих правил оценки качества государственных услуг, недостаточное нормативно-правовое обеспечение и др. [11].

В современных условиях макросреда органов государственной власти может быть разделена на внешнюю среду косвенного взаимодействия, в которой заинтересованные лица влияют на организацию опосредованно и неявно, и на внешнюю среду прямого воздействия, где влияние заинтересованных лиц значительно. Кроме того, во внутренней среде органов власти присутствуют стейкхолдеры, которые могут препятствовать изменениям или поддерживать их на должном уровне. Однако государственные учреждения находятся на разных уровнях цифровой зрелости, так как процессы цифровизации начинались в них в разное время и в различных условиях.

Прежде чем приступать к цифровой трансформации системы оказания государственных услуг, необходимо детально проанализировать ее текущее состояние. На первоначальном этапе необходимо определить стейкхолдеров, заинтересованных в цифровой трансформации, сформировать перечень услуг, подлежащих цифровизации, а также обозначить показатели, в соответствии с которыми будут определять эффективность проводимых мероприятий.

Цифровая зрелость организации является ключевым показателем степени готовности государства и компаний к внедрению цифровых решений в их процессы [5]. В настоящее время Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации использует методику расчета показателя «Цифровая зрелость» органов государственной власти субъектов Российской Федерации [6, 10].

Существующая методика оценки качества оказания электронных государственных услуг направлена на выявление типовых и частных проблем перевода государственных и муниципальных услуг в электронную форму, их систематизацию и анализ, обеспечение руководителей ведомств, осуществляющих перевод государственных и муниципальных услуг в электронную форму, информацией, необходимой для принятия управленческих решений.

Согласно методике, органам государственной власти предлагается оценить условия доступности государственной или муниципальной услуги по разработанной матрице. В зависимости от степени доступности выставляется пороговое значение зрелости услуг, которое определяет стадию цифровой зрелости (см. рис.).

|           |   |
|-----------|---|
| <b>С</b>  | <b>Уровень зрелости «Супер»</b>   |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Услуга предоставляется на основе электронного запроса в проактивном режиме</li> <li>• Заявление оформляется через ЕПГУ или МФЦ</li> <li>• Результат оказания услуги предоставляется в виде электронного документа</li> <li>• На ЕПГУ функционирует чат-бот по данной услуге</li> </ul>                                 |
| <b>Б</b>  | <b>Уровень зрелости «Базовый»</b>   |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Услуга предоставляется на основе бумажного или электронного заявления</li> <li>• Заявление оформляется либо очно, либо через ЕПГУ / МФЦ</li> <li>• Результат оказания услуги оформляется или на бумажном носителе, или в электронном виде</li> <li>• На ЕПГУ присутствует административный регламент услуги</li> </ul> |
| <b>Н</b>  | <b>Уровень зрелости «Начальный»</b>   |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Услуга предоставляется на основе бумажного или электронного заявления</li> <li>• Комплект документов подается очно или через ЕПГУ</li> <li>• Результат оказания услуги оформляется на бумажном носителе на основе очного обращения</li> <li>• На ЕПГУ описаны основные условия получения услуги</li> </ul>             |
| <b>0</b>  | <b>Уровень зрелости «Нулевой»</b>   |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Услуга предоставляется на основе бумажного заявления</li> <li>• Комплект документов подается очно</li> <li>• Результат оказания услуги предоставляется на бумажном носителе</li> <li>• На ЕПГУ описаны основные условия получения услуги</li> </ul>  |
| <b>-1</b> | <b>Уровень зрелости «-1»</b>  |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Услуга предоставляется на основе бумажного заявления</li> <li>• Комплект документов подается очно</li> <li>• Результат оказания услуги предоставляется на бумажном носителе после очного обращения</li> <li>• На ЕПГУ описаны основные условия получения услуги</li> </ul>   |

#### Оценка цифровой зрелости государственных и муниципальных услуг

В представленной методике ведомственные организации самостоятельно осуществляют оценку функционирования ведомственных информационных систем при принятии решений по предоставлению государственной или муниципальной услуги. В условия принятия решений входит:

- 1) способ регистрации документов заявителя;
- 2) способ формирования запросов в системе межведомственного электронного взаимодействия;
- 3) механизм регистрации и ведение реестра принятого решения;
- 4) степень автоматизации предоставления сведений из реестра принятых решений;
- 5) наличие или отсутствие возможности информирования о готовности результата оказания услуги.

В проактивном режиме на стадии уровня зрелости «Супер» в ведомственной информационной системе прием, обработка и исполнение запросов осуществляются с автоматическим принятием решения и уведомлением заявителя.

Описанная методика не учитывает множество факторов, которые могут оказывать влияние на степень готовности органов государственной власти к цифровой трансформации в сфере оказания государственных услуг.

Стратегия внедрения цифровых механизмов в деятельность государственных учреждений должна учитывать:

- 1) наличие заинтересованных сторон и их отношение к цифровой трансформации, а также степень влияния на реализацию стратегии;
- 2) процесс и способ оказания государственных услуг, который включает в себя изучение поведения клиентов;
- 3) кадровый потенциал рынка ИТ-специалистов, которые должны осуществлять цифровую трансформацию;

4) состояние информационной инфраструктуры, сервисов и данных, используемых в органе государственной власти;

5) организационную культуру конкретного ведомства, которое оказывает государственные или муниципальные услуги населению и бизнесу;

6) нормативно-правовое регулирование оказания конкретных государственных услуг, включающее в себя наличие административных регламентов и правил межведомственного взаимодействия.

Глубокие преобразования деятельности органов государственной власти в сфере оказания государственных услуг на основе информационно-коммуникационных технологий оказывают влияние непосредственно и опосредованно. Для выявления степени воздействия заинтересованных лиц автор предлагает составить карту стейкхолдеров, на которой необходимо отразить внешний и внутренний контуры заинтересованных лиц, а также возможный тип воздействия: положительный или отрицательный.

В качестве примера составлена так называемая карта стейкхолдеров, вовлекаемых в процесс цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан.

**Таблица 1. Карта стейкхолдеров, вовлекаемых в процесс цифровой трансформации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан**

| <b>Среда</b>                         | <b>Стейкхолдеры</b>               | <b>Описание</b>  |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Внутренняя среда                     | Сотрудники министерства           | Большая часть сотрудников сопротивляется изменениям, связанным с цифровой трансформацией.<br>Меньшая часть сотрудников поддерживает организационные изменения  |
|                                      | Начальник сектора цифровизации    | Отвечает за цифровую трансформацию в министерстве.<br>Обладает необходимыми компетенциями.<br>Заинтересован в скорейших цифровых преобразованиях   |
| Внешняя среда прямого воздействия    | Разработчики услуг                | Разрабатывают цифровые услуги в соответствии с техническим заданием министерства.<br>Заинтересованы в постоянном процессе цифровизации деятельности министерства   |
|                                      | Научные организации               | Проводят научные исследования в сфере цифровой трансформации самостоятельно или совместно с министерством.<br>Заинтересованы во внедрении современных научных достижений в деятельность министерства                           |
|                                      | Профильные министерства           | Сотрудничают с министерством по широкому кругу вопросов.<br>Заинтересованы в совместной реализации проектов по цифровой трансформации  |
|                                      | Операторы доступа к сети Интернет | Получают коммерческую выгоду от обеспечения доступа к сети Интернет.<br>Заинтересованы в экономической эффективности реализации совместных проектов с министерством  |
| Внешняя среда косвенного воздействия | Сельскохозяйственные организации  | Слабо заинтересованы во внедрении современных цифровых технологий в свою деятельность ввиду высокого уровня затрат.<br>Крупные организации активно внедряют цифровые инструменты с целью повышения экономической эффективности |
|                                      | Образовательные организации       | Готовят специалистов в сфере сельского хозяйства с учетом требований министерства [1].<br>Заинтересованы в организации образовательного процесса с использованием цифровых технологий  |
|                                      | Контрольно-надзорные органы       | Заинтересованы в эффективном использовании информационно-коммуникационных технологий объектов контроля   |
|                                      | Сельские жители                   | Слабо обеспечены цифровыми инструментами.<br>Не обладают необходимыми цифровыми компетенциями.<br>Трудно принимают изменения в укладе жизни  |
|                                      | Городские жители                  | Являются активными пользователями современных технологий.<br>Предъявляют высокие требования к качеству продукции.<br>Слабо разбираются в особенностях сельскохозяйственного производства                                       |

Как видно из представленной карты, положительно к цифровой трансформации государственных услуг относятся руководители организации, которые ответственны за внедрение цифровых решений, сотрудники министерства, готовые к изменениям в своей работе, такие операторы услуг, как Единый портал государственных и муниципальных услуг, региональный портал и многофункциональные центры оказания услуг, работники услуг, которые переводят государственные услуги в электронный вид, а также научные организации, проводящие исследования в данной сфере.

Цифровая трансформация сельского хозяйства является частью федеральной стратегии [10]. Цифровая трансформация государственных услуг Министерства положительно повлияет на некоторые сельскохозяйственные организации, которые получают преимущества при взаимодействии с органами государственной власти, а также на население, особенно сельское, так как это снизит цифровой разрыв в местах их проживания [4]. Контролирующие органы (ФНС, Счетная палата и др.) также получают более широкий набор механизмов для контроля и надзора за деятельностью Министерства. Положительно заинтересованы в цифровой трансформации образовательные учреждения, готовые обучать специалистов министерства. Высшие учебные заведения готовят не просто бакалавров и магистров по экономическим направлениям подготовки, а формируют совершенно новый социальный слой, являющийся важным элементом современной социальной структуры российского общества [2].

Отрицательно к цифровой трансформации сферы государственных услуг могут относиться сотрудники министерства, которые в силу консерватизма сопротивляются изменениям в организации или не обладают цифровыми навыками [3]. Во внешней среде посредники, которые ранее были связующим звеном между государственным учреждением и сельхозорганизациями, не заинтересованы в переводе государственных услуг в электронный вид, так как они потеряют значительную часть своих доходов. Также некоторые сельскохозяйственные организации, которые способны монополизировать рынок, могут отрицательно отнестись к цифровой трансформации, так как это потребует переобучения сотрудников и затрат на цифровизацию бизнес-процессов. Кроме того, оказывать сопротивление изменениям может часть сельского населения, имеющая личные подсобные хозяйства [7] и привыкшая предоставлять в контролирующие органы отчетность по ранее утвержденным каналам и формам, от которых, безусловно, придется отказаться. Также существует определенное количество населения, которое не готово к внедрению информационных технологий при взаимодействии с органами государственной власти.

Исходя из анализа внешней и внутренней среды организации, автор предлагает использовать такой показатель цифровой трансформации, как «Влияние стейкхолдеров на цифровую трансформацию в сфере государственных или муниципальных услуг», который рассчитывается по следующей формуле:

$$ЦТ_c = 3 \times \frac{\sum_i k \times C_{\text{внут}}}{i} + 2 \times \frac{\sum_i k \times C_{\text{прям}}}{i} + 1 \times \frac{\sum_i k \times C_{\text{косв}}}{i},$$

где  $k$  – коэффициент положительного или отрицательного отношения, при этом  $k = -1$  при отрицательном отношении,

$k = 0$  при нейтральном отношении,

$k = 1$  при положительном отношении;

$C_{\text{внут}}$  – выявленные стейкхолдеры внутренней среды организации;

$C_{\text{прям}}$  – выявленные стейкхолдеры внешней среды организации прямого воздействия;

$C_{\text{косв}}$  – выявленные стейкхолдеры внешней среды организации косвенного воздействия.

Максимальное значение показателя составляет 9 баллов, что означает высокую заинтересованность стейкхолдеров в цифровой трансформации государственных услуг исследуемой организации. Степень заинтересованности предлагается ранжировать следующим образом (табл. 2).

**Таблица 2. Степень заинтересованности стейкхолдеров в цифровой трансформации государственных или муниципальных услуг**

| Значение | Степень заинтересованности |
|----------|----------------------------|
| 0–0,9    | Низкая                     |
| 1–2,9    | Средняя                    |
| 3–9      | Высокая                    |

Значение предложенного автором показателя «Влияние стейкхолдеров на цифровую трансформацию в сфере государственных или муниципальных услуг» в Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан составляет 1,8, что говорит о средней степени заинтересованности и сотрудников, и стейкхолдеров, поэтому необходимо активизировать разъяснительную работу среди заинтересованных лиц, информировать их об эффективности цифровой трансформации, приводя положительные примеры реализации различных цифровых технологий.

Цифровая трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений должна обеспечить технологический прорыв агропромышленного комплекса.

Оценка степени заинтересованности стейкхолдеров как один из множества показателей цифровой зрелости организации свидетельствует о степени готовности к цифровой трансформации органов государственной власти в сфере регулирования сельского хозяйства [6].

Предлагаемая методика оценки готовности органов исполнительной власти к цифровой трансформации государственных услуг по степени заинтересованности стейкхолдеров позволяет выявить субъекты внешней и внутренней среды организации, которые могут отрицательно относиться к процессам внедрения цифровых решений. Для нейтрализации их негативного отношения необходимо использовать различные механизмы воздействия. В некоторых случаях имеет смысл исключить таких субъектов (стейкхолдеров) из окружения, если они несут угрозу цифровой трансформации. Отрицательно относящихся к изменениям собственных сотрудников, если не получится убедить в необходимости таких перемен, можно либо переместить на другие должности, либо расторгнуть в одностороннем порядке действие их трудовых договоров. Различного рода посредники, которые могут сопротивляться цифровизации, должны будут приспособиться к новым условиям функционирования и перестроить свою деятельность.

Предложенный автором показатель «Влияние стейкхолдеров на цифровую трансформацию в сфере государственных или муниципальных услуг» и апробированный при оценке деятельности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан могут использовать не только сотрудники органов власти, регулирующие деятельность субъектов агропромышленного комплекса, но и в других сферах. При этом следует построить иную карту стейкхолдеров цифровой трансформации с учетом особенностей организации.



### Список источников

1. Амирова Э.Ф. Государственное регулирование аграрного сектора в условиях международных санкций // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции (Междуреченск, 03–04 апреля 2019 г.). Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. С. 204.1–204.5.
2. Ахметов В.Я., Галикеев Р.Н. Перспективы социально-экономического развития сельских территорий в условиях цифровизации экономики // Вестник Евразийской науки. 2019. Т. 11, № 6. DOI: 10.15862/03ECVN619.
3. Двинских Д.Ю., Дмитриева Н.Е., Жулин А.Б. и др. Цифровая трансформация государственного управления: мифы и реальность. Доклад НИУ к XX Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества (Москва, 9–12 апреля 2019 г.). Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. 43 с.
4. Добринская Д.Е., Мартыненко Т.С. Перспективы российского информационного общества: уровни цифрового разрыва // Вестник РУДН. Серия: социология. 2019. Т. 19, № 1. С. 108–120. DOI: 10.22363/2313-2272-2019-19-1-108-120.
5. Лузгин В.И. Роль цифровой зрелости в процессе цифровой трансформации // Национальная концепция качества: подготовка управленческих кадров: сборник тезисов докладов Национальной научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 02–06 октября 2020 г.). Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского гос. экономического университета, 2020. С. 357–361.
6. Матрица оценки «цифровой» зрелости государственных и муниципальных услуг // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [digital.gov.ru/uploaded/files/matrixa-otsenki-tsifrovoy-zrelosti.pdf](http://digital.gov.ru/uploaded/files/matrixa-otsenki-tsifrovoy-zrelosti.pdf) (дата обращения: 03.04.2022).
7. Миронкина А.Ю. Современный технологический формат развития сельского хозяйства // Цифровые технологии – основа современного развития АПК: сборник материалов международной научной конференции (Смоленск, 10 ноября 2020 г.). Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 216–220.
8. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 28.09.2022).
9. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 28.09.2022).
10. 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: 28.09.2022).
11. Сафиуллин Н.А., Файзрахманов Д.И., Савушкина Л.Н. и др. Оценка качества предоставления электронных государственных и муниципальных услуг на примере Министерства сельского хозяйства Российской Федерации // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры: Научные труды международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье (Казань, 13–14 ноября 2019 г.). Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2019. С. 746–750.
12. Krupina G., Safiullin N., Faizrahmanov D. et al. Main directions of popularization of electronic state and municipal services among rural population // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). EDP Sciences; 2020. Vol. 27. Article no. 00088.
13. Mentsiev A.U., Amirova E.F., Afanasev N.V. Digitalization and mechanization in agriculture industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Volgograd, Krasnoyarsk, June 18-20, 2020). Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. Vol. 548. P. 32031. DOI: 10.1088/1755-1315/548/3/032031.

### References

1. Amirova E.F. Gosudarstvennoe regulirovanie agrarnogo sektora v usloviyakh mezhdunarodnykh sanktsij [State regulation of the agrarian sector in the conditions of international sanctions]. *Sovremennye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve: sbornik materialov VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Mezhdurechensk, 03-04 aprelya 2019 g.)* [Modern trends and innovations in science and production: Collection of papers of the VIII International scientific-practical conference (Mezhdurechensk, April 03-04, 2019)]. Kemerovo: Kuzbass State Technical University Press; 2019:204.1-204.5. (In Russ.).
2. Akhmetov V.Ya., Galikeev R.N. Prospects for the socio-economic development of rural areas in the context of digitalization of the economy. *Vestnik Evrazijskoj nauki = The Eurasian Scientific Journal*. 2019;11(6). DOI: 10.15862/03ECVN619. (In Russ.).
3. Dvinskikh D.Yu., Dmitrieva N.E., Zhulin A.B. et al. Tsifrovaya transformatsiya gosudarstvennogo upravleniya: mify i real'nost' [Digital transformation of public administration: myths and reality]. *Doklad k XX Aprel'skoj mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva (Moskva, 9-12 aprelya 2019 g.)* [Report of the Higher School of Economics for the XX April International Scientific Conference on the Problems of Economic and Social Development (Moscow, April 9-12, 2019)]. Moscow: National Research University Higher School of Economics; 2019. 43p. (In Russ.).

4. Dobrinskaya D.E., Martynenko T.S. Perspektivy rossijskogo informatsionnogo obshchestva: urovni tsifrovogo razryva [Perspectives of the Russian information society: Digital divide levels]. *Vestnik RUDN. Seriya: sotsiologiya = RUDN Journal of Sociology*. 2019;19(1):108-120. DOI: 10.22363/2313-2272-2019-19-1-108-120. (In Russ.)

5. Luzgin V.I. Rol' tsifrovoy zrelosti v processe tsifrovoy transformatsii [Role of digital maturity in the process of digital transformation]. *Natsional'naya kontsepciya kachestva: podgotovka upravlencheskikh kadrov: sbornik tezisev dokladov natsional'noj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [National concept of quality: training of managerial personnel: collection of abstracts of reports of the National scientific and practical conference with international participation]*. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Economics Press; 2020:357-361. (In Russ.).

6. Matritsa otsenki "tsifrovoy" zrelosti gosudarstvennykh i munitsipal'nykh uslug [Matrix for evaluating the "digital" maturity of public and municipal services]. *Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsij Rossijskoj Federatsii [Ministry of Digital Development, Telecommunications and Mass Media of the Russian Federation]*. URL: [digi-tal.gov.ru/uploaded/files/matritsa-otsenki-tsifrovoy-zrelosti.pdf](http://digi-tal.gov.ru/uploaded/files/matritsa-otsenki-tsifrovoy-zrelosti.pdf). (In Russ.).

7. Mironkina A.Yu. Sovremennyy tekhnologicheskij format razvitiya sel'skogo khozyajstva [Modern technological format for the development of agriculture]. *Tsifrovye tekhnologii – osnova sovremennogo razvitiya APK: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Digital technologies is a basis of modern development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the International scientific conference]*. Smolensk: Smolensk State Agricultural Academy; 2020:216-220. (In Russ.).

8. O natsionalnykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2024 goda: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 07.05.2018 № 204 [Concerning national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/4302>. (In Russ.).

9. O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 21.07.2020 № 474 [Concerning national goals of the development of the Russian Federation for the period up to 2030: Decree of the President of the Russian Federation of June 21, 2020 No. 474]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>. (In Russ.).

10. O strategii razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossijskoj Federatsii na 2017-2030 gody: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 09.05.2017 № 203 [Concerning the Strategy for the Development of Information Society in the Russian Federation for 2017-2030: Decree of the President of the Russian Federation of 09.05.2017 No. 203]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919>. (In Russ.).

11. Safiullin N.A., Faizrahmanov D.I., Savushkina L.N. et al. Otsenka kachestva predostavleniya elektronnykh gosudarstvennykh i munitsipal'nykh uslug na primere Ministerstva sel'skogo khozyajstva Rossijskoj Federatsii [Quality assessment of provision of electronic public and municipal services in the Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. *Sel'skoe khozyajstvo i prodovol'stvennaya bezopasnost': tekhnologii, innovatsii, rynki, kadry: nauchnye trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 100-letiyu agrarnoy nauki, obrazovaniya i prosveshcheniya v Srednem Povolzh'e [Agriculture and food security: technologies, innovations, markets, personnel: proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of agricultural science and education in the Middle Volga region]*. Kazan: Kazan State Agrarian University; 2019:746-750. (In Russ.).

12. Krupina G., Safiullin N., Faizrahmanov D. et al. Main directions of popularization of electronic state and municipal services among rural population. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020)*. EDP Sciences; 2020;27:00088.

13. Mentsiev A.U., Amirova E.F., Afanasev N.V. Digitalization and mechanization in agriculture industry // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Volgograd, Krasnoyarsk, June 18-20, 2020)*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Institute of Physics and IOP Publishing Limited; 2020;548:32031. DOI: 10.1088/1755-1315/548/3/ 032031.

#### **Информация об авторе**

Н.А. Сафиуллин – старший преподаватель кафедры управления сельскохозяйственным производством ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», [nsafiullin@outlook.com](mailto:nsafiullin@outlook.com).

#### **Information about the author**

N.A. Safiullin, Senior Lecturer, the Dept. of Agricultural Production Management, Kazan State Agrarian University, [nsafiullin@outlook.com](mailto:nsafiullin@outlook.com).

**Статья поступила в редакцию 29.10.2022; одобрена после рецензирования 20.12.2022; принята к публикации 15.01.2023.**

**The article was submitted 29.10.2022; approved after reviewing 20.12.2022; accepted for publication 15.01.2023.**

© Сафиуллин Н.А., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 330.35:63

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_194

#### Теоретические и прикладные аспекты экономического роста и развития сельского хозяйства

Иван Михайлович Четвертаков<sup>1✉</sup>, Валентина Петровна Четвертакова<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Воронежский институт экономики и социального управления, Воронеж, Россия

<sup>1</sup>926559@list.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, выполненных с целью уточнения теоретических основ и прикладных аспектов экономического роста и развития сельского хозяйства России. Учитывая, что экономический рост и развитие сельского хозяйства активизируют многие другие отрасли национальной экономики, увеличение объемов сельскохозяйственного производства будет способствовать достижению продовольственной безопасности, более полной занятости населения, росту экономической эффективности производства и прогрессивным социальным изменениям. Гармоничное социально-экономическое развитие повышает доходы сельскохозяйственных производителей и улучшает качество жизни сельского населения. Показано, что темпы экономического роста сельского хозяйства в последние годы выше, чем в экономике РФ в целом, но они остаются низкими и не способствуют полному использованию имеющихся резервов и достижению продовольственной безопасности по всем видам производимой продукции. В ходе выполнения работы применялись системный подход, диалектический, абстрактно-логический, экономико-статистический, прогнозный и расчетно-конструктивный методы исследования. Уточнены понятия «экономический рост» и «экономическое развитие», определены пути их достижения, выявлены основные факторы, условия и механизмы обеспечения и поддержания. На основе сбалансированного использования как интенсивных, так и экстенсивных факторов экономического роста и развития прогнозируется за 8–10 лет удвоить объемы производства продукции растениеводства и животноводства. При этом будут решаться не только материально-технические, технологические, но и демографические проблемы, улучшится качество жизни, образования, что будет способствовать накоплению человеческого капитала как одной из целей и средств социально-экономического развития. Современное сельское хозяйство РФ имеет большие резервы и потенциал для устойчивого развития, что может стать триггером развития экономики в целом.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, факторы и резервы роста, материально-техническая база, объемы производства, социально-экономическое развитие

**Для цитирования:** Четвертаков И.М., Четвертакова В.П. Теоретические и прикладные аспекты экономического роста и развития сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 194–200. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_194-200](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_194-200).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Theoretical and applied aspects of economic growth and agricultural development

Ivan M. Chetvertakov<sup>1✉</sup>, Valentina P. Chetvertakova<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Voronezh Institute of Economics and Social Management, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>926559@list.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The results of research carried out to clarify theoretical foundations and applied aspects of economic growth and development of agriculture in Russia are presented. Considering that economic growth and development of agriculture activate many other sectors of national economy, an increase in agricultural production will contribute to achieving food security, higher employment of the population, the growth of economic efficiency of production and progressive social changes. Harmonious socio-economic development increases labor productivity, incomes of agricultural producers and improves the quality of life of the rural population. It is shown that the rates of economic growth of agriculture in recent years are higher than in the economy of the Russian Federation as a whole, but they remain low and do not contribute to the full use of available reserves and the achievement of food security by all types of products. Through the use of a systematic approach, dialectical, abstract-logical, economic-statistical, predictive and computational-constructive research methods in the course of the work, the authors clarified the concepts of “economic growth” and “economic development”, defined the ways to achieve them, identified the main factors, conditions and

mechanisms for ensuring and maintaining. Based on the balanced use of both intensive and extensive factors of economic growth and development, it is projected to double the volume of crop and livestock production in 8-10 years. At the same time, not only logistical, technological, but also demographic problems will be solved, the quality of life and education will improve, which will contribute to the accumulation of human capital as one of the goals and means of socio-economic development. Modern agriculture of the Russian Federation has great reserves and potential for its development, which can become a trigger for the development of the economy as a whole.

**Keywords:** agriculture, growth factors and reserves, facilities and equipment, production volumes, socio-economic development

**For citation:** Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P. Theoretical and applied aspects of economic growth and agricultural development. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):194-200. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_194-200](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_194-200).

Достижение устойчивых темпов экономического роста и развития является основной задачей народного хозяйства Российской Федерации, которую оно не может решить последние 15 лет, что сдерживает не только социальное развитие российского общества, но и укрепление роли и влияния страны на мировой арене. Невысокие темпы развития сельского хозяйства не позволяют полностью решить проблему продовольственной безопасности, повысить занятость, уровень доходов и жизни сельского населения.

Цель исследования состоит в уточнении теоретических основ, определении факторов, эффективных направлений и параметров экономического роста и развития сельского хозяйства России. В ходе выполнения работы применялись системный подход, диалектический, абстрактно-логический, экономико-статистический, прогнозный и расчетно-конструктивный методы исследования.

Экономический рост и развитие являются важнейшими процессами трансформации экономических систем и повышения эффективности их функционирования. Экономический рост – это изменение структуры и функций системы того или иного уровня (от предприятия до экономики страны), приводящее к увеличению объемов производства продукции [11].

По нашему мнению, экономический рост может происходить следующими основными способами:

- 1) за счет увеличения количества элементов без изменения их производительности, т. е. экстенсивным путем без качественных изменений;
- 2) при снижении производительности, но опережающем последнюю росте числа элементов, т. е. субэкстенсивным путем;
- 3) за счет повышения производительности неизменного количества элементов производственной системы, т. е. интенсивным путем;
- 4) за счет увеличения как количества элементов, так и их производительности, т. е. комбинационным путем;
- 5) при уменьшении количества элементов, но при более высоком, опережающем сокращение последних, росте производительности, т. е. суперинтенсивным путем [12].

Экономический рост является важнейшей характеристикой экономической системы, поскольку увеличение объемов производства позволяет обеспечить удовлетворение потребностей растущего населения или растущих потребностей постоянного или сокращающегося населения.

Развитие в широком понимании – это процесс прогрессивного качественного преобразования систем, позволяющий улучшить организацию структуры и повысить эффективность функционирования. Экономический рост отражает изменение количественных характеристик, а развитие – качественных, хотя прогресс в экономике чаще всего заключается в их сочетании в том или ином соотношении. Вышеприведенные способы интенсивного экономического роста могут включать и развитие производственных систем в виде усовершенствования технологии, организации и управления или обновления структуры более производительными элементами.

Для достижения успехов в экономическом росте и развитии производства важное значение имеет понимание факторов, условий и механизмов их обеспечения. В истории экономической науки на первый план выдвигались различные понятия, концепции и факторы экономического роста [1–3, 7–10].

Так, в теориях «большого толчка» в качестве главного фактора, определяющего темпы экономического роста, был определен объем инвестиций. Это характерно для моделей Р. Харрода (1939), Е. Домара (конец 40-х гг.), Х. Лейбенштейна, Р. Нурксе (1961), А. Хиршмана (1961), Г. Зингера (1964) и др. [6].

На наш взгляд, при экономическом развитии действительно имеет место структурное реформирование, обновление производственной системы, но они не исчерпывают всей глубины и сложности данного многостороннего процесса. В качестве цели экономического роста в настоящее время в РФ ставится не только увеличение ВВП, но и вытеснение внутренними источниками финансирования внешних, которые широко применялись на первых стадиях становления рыночной экономики. Предполагается замена импортных товаров отечественными и преодоление внешней политической и финансовой зависимости.

Практика показала, что для гармоничного и интенсивного развития общества только экономических мер недостаточно. Это вызвало к жизни институциональные теории модернизации. Подход Г. Мюрдаля имел важное научное и гуманистическое значение, поскольку привел к пониманию развития как повышения степени удовлетворения основных потребностей всех членов общества [4].

Благодаря работам институционалистов, прежде всего трудам Т. Шульца, инвестиции в человеческий капитал стали приоритетными даже по сравнению с вложениями в производственные фонды. С точки зрения неоклассической теории, развитие означает полное использование сравнительных преимуществ каждой страны в международной торговле, но, как показывает современная практика, это действует при полном соблюдении правил ВТО, а при введении санкционных режимов становится одним из уязвимых мест государства.

Более того, в 70–90-е гг. XX в. появилось немало теорий, где внешняя торговля рассматривается как механизм выкачивания доходов из слаборазвитых в высокоразвитые страны и усиления асимметричной взаимозависимости между группами стран (С. Фуртадо, Р. Пребиш, А. Франк, И. Валлерстайн, А. Эммануэль, С. Амин, Ш. Мишале и др.). Развитие, по их мнению, возможно лишь при условии преодоления неэквивалентного обмена между странами и ограничения эксплуатации со стороны транснациональных корпораций [5].

В классическую модель Р. Солоу вводит такие понятия, как рост нормы сбережения, рост населения и технический прогресс. Последователь Р. Солоу Р. Лукас дополнительно вводит в категорию производственной функции долю затрат труда на создание человеческого капитала, запас человеческого капитала и средний уровень человеческого капитала в экономике. Развитие понимается как накопление человеческого капитала и предпосылок для его использования в народном хозяйстве. При этом имеет значение не только количество обученных, но и их профессиональное мастерство.

Как показала практика многих стран, устойчивое и необратимое экономическое развитие возможно только при комплексном развитии сельских территорий, которое включает совершенствование не только технико-экономических, но и социально-экономических и институциональных составляющих. Сельское хозяйство в результате этого должно быть развито до уровня, сравнимого с промышленностью, чтобы между этими крупными отраслями было гармоничное сочетание. Следовательно, важнейшим направлением развития экономики России должен стать подъем аграрного сектора.

Многими экономистами мирового уровня развитие понимается как комплексное прогрессивное преобразование деревни, позволяющее уменьшить разрыв между городами и сельскими населенными пунктами и создающее гармоничные взаимоотношения отраслей народного хозяйства.

Для использования экстенсивных факторов экономического роста производства растениеводческой продукции в РФ необходимо ежегодно рекультивировать и возвращать в севооборот 1,5–1,7 млн га заброшенных в 90-е годы XX в. пахотных земель. Решение этой задачи позволит уже в ближайшие 8–10 лет увеличить объем производства примерно на 20%. Все это должно сочетаться с восстановлением объемов мелиоративных работ до уровня 90-х годов, а затем и превышением его.

Экономический рост за счет экстенсивных факторов должен дополняться использованием интенсивных факторов. Так, развитие сельского хозяйства России на современном этапе требует улучшения плодородия почв, поскольку дозы внесения органических и минеральных удобрений в нашей стране значительно меньше, чем в развитых странах Запада. Более того, дозы внесения органических удобрений составляют менее 50%, а минеральных – менее 60% от уровня 1990 г. В результате этого в последние 30 лет происходит сокращение содержания гумуса и азота в почве. Для поддержания их баланса, а затем перехода к накоплению необходимо дозы внесения органических удобрений увеличить в 3,0–3,5 раза, а минеральных – в 2,0–2,3 раза. При этом средняя доза последних не превысит 130 кг/га. Увеличение внесения удобрений в совокупности с расширением посевных площадей позволит в ближайшие 8–10 лет увеличить объем производства сельскохозяйственной продукции на 40–42%.

Дефицит сельскохозяйственной техники оказывает негативное влияние на качество выполнения агротехнических работ, производительность труда, урожайность и конкурентоспособность получаемой продукции. Для ликвидации недостатка сельскохозяйственной техники в растениеводстве, а также обработки дополнительных площадей, улучшения качества обработки почвы и выполнения работ в лучшие агротехнические сроки насущной потребностью является увеличение парка основных видов техники в 2,5–3,0 раза. Это требует опережающих темпов восстановления и развития отечественного тракторного и сельскохозяйственного машиностроения с учетом сокращения импорта продукции данных отраслей. Улучшение материально-технической базы в сочетании с выведением новых сортов, гибридов и повышением урожайности культур позволит увеличить объем производства растениеводческой продукции на 40–44%, а в совокупности с расширением посевных площадей и повышением плодородия почв – в 1,9–2,1 раза.

В животноводстве также должны быть задействованы как экстенсивные, так и интенсивные факторы экономического роста и развития. Поскольку за последние 30 лет количество дойных коров уменьшилось в РФ в 2,6 раза, то в ближайшие 8 лет предлагается увеличить их численность в 1,5 раза. Вместе с 38–42% ростом продуктивности коров это позволит в 2,0–2,2 раза увеличить объем производства молока в стране, решить проблему продовольственной безопасности по этому продукту и перейти из импортеров в экспортеры молочной продукции.

Рост поголовья дойных коров позволит увеличить выход сверхремонтного молодняка в 1,6 раза, что даже при 25% росте их мясной продуктивности увеличит производство говядины в 2 раза. Это очень важно, поскольку данный вид мяса составляет всего 6% в мясном рационе россиян, в то время как до начала 90-х гг. XX в. он составлял более 46%. Вместе с тем достижение данных показателей потребует государственной поддержки данной отрасли.

Специализированное мясное скотоводство, по нашим расчетам, может быть эффективным только при среднесуточных приростах сверхремонтного молодняка мясных

пород на 250–330 г выше, чем у молодняка молочных пород. В широкой животноводческой практике России превышение по этому показателю незначительно, а в Воронежской области свехремонтный молодняк молочных пород, который идет на мясо, зачастую дает более высокий среднесуточный прирост живой массы. Перспективным здесь должно стать выведение новых пород специализированного мясного скота с высокой интенсивностью роста и увеличение выхода телят на 100 коров и нетелей минимум на 25–30%. В современных условиях нестабильности желательно сохранить мясное скотоводство в эффективно работающих сельскохозяйственных предприятиях.

Для увеличения в мясном рационе россиян мяса жвачных животных необходимо приложить усилия и выделить финансовые средства для восстановления почти полностью уничтоженного в годы либеральных реформ овцеводства. Это позволит рационально использовать балки и суходолы, послеуборочные потери зерновых и масличных культур. В последние годы отрасль получает развитие в фермерских хозяйствах, но темпы ее восстановительного роста будут зависеть от скорости перевода на интенсивную, промышленную основу ведения и повышения экономической эффективности производства.

Отечественное свиноводство и птицеводство получили достаточно хорошее развитие в начале XXI в., что позволяет им размеренно невысокими темпами увеличивать объемы производства как яиц, так и мяса при их конкурентоспособности на мировых рынках. Это объясняется достижением верхнего предела потребления мяса птицы на внутреннем рынке – 45,9% от всего мясного рациона (77–78 кг на 1 жителя страны в 2020 г.) и высоким уровнем потребления свинины. Основными задачами отраслей на ближайшее десятилетие должны стать снижение затрат кормов на единицу продукции, увеличение производительности труда, рост интенсивности производства и, в конечном счете, снижение себестоимости и розничных цен на продукцию. Желательно улучшить структуру производимого в стране мяса птицы за счет увеличения доли индеек, гусей, уток, перепелов, фазанов, страусов и другой птицы, идущей на мясо, с 10 до 20%.

Вместе с тем необходимо иметь в виду, что размеры сокращения поголовья различных видов животных и уменьшения объемов производства животноводческой продукции в 90-е годы XX в. по регионам России существенно отличались, также как и темпы восстановительного экономического роста в начале XXI в., поэтому в настоящее время резервы увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции имеют различия по субъектам РФ. Даже в Центрально-Черноземном регионе возможности расширения посевных площадей и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, роста поголовья и продуктивности животных по областям, районам и предприятиям многократно отличаются, что требует разработки конкретных индивидуальных перспективных планов социально-экономического развития.

Проведение рекультивации и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, внесение удобрений в необходимых дозах, увеличение поголовья животных и применение научно обоснованных норм кормления, улучшение сортового состава культур и пород животных, расширение машинно-тракторного парка и другие мероприятия по ускорению экономического роста и развития сельского хозяйства требуют притока большого объема инвестиций. В условиях санкционного режима вероятность иностранных вложений в необходимых объемах невелика, поэтому основу должны составлять внутренние инвестиции. Для этого необходимо изменение соотношения между потреблением и накоплением в пользу последнего. При прогнозируемом обострении мировых продовольственных проблем к инвестициям в аграрный сектор, в том числе из других отраслей экономики, будет подталкивать и конъюнктура продовольственного рынка, за счет чего повысится спрос на ценные бумаги аграрных компаний и их доходность.

На увеличение темпов экономического роста и развития сельского хозяйства будет оказывать влияние сокращение неэффективных форм ведения хозяйства. Естественным образом будет уменьшаться удельный вес в производстве продукции хозяйств населения и отдельных отраслей в фермерских хозяйствах. Средние и крупные сельскохозяйственные предприятия должны хорошо знать и использовать свои сильные стороны и преимущества крупного производства, а также нивелировать слабые стороны.

Для ускорения экономического роста и социально-экономического развития более важное значение приобретает накопление человеческого капитала, для чего необходимо решать демографические проблемы, а также проблемы охраны здоровья, увеличения доли населения, ведущего здоровый образ жизни, повышения качества обучения в школах, профтехучилищах, колледжах и вузах с акцентом на развитие творческой направленности личности.

В заключение можно сделать вывод, что экономический рост и развитие сельского хозяйства являются важнейшими процессами трансформации экономических систем, приводящими к увеличению объемов производства и росту его экономической эффективности, более полной занятости населения и прогрессивным социальным изменениям. Современное сельское хозяйство РФ имеет большие резервы и потенциал для своего развития, которое может стать триггером развития экономики в целом. Для этого нами предложено использовать как экстенсивные факторы экономического роста в виде возвращения в севооборот ранее заброшенных земель, увеличения поголовья животных и др., так и интенсивные факторы (внесение удобрений в необходимых дозах, улучшение сортового состава культур и пород животных, модернизация машинно-тракторного парка и др.). При этом в растениеводстве, молочном скотоводстве и овцеводстве предложено в равной мере задействовать как интенсивные, так и экстенсивные факторы, а в свиноводстве, мясном скотоводстве и птицеводстве экономический рост и развитие будут базироваться преимущественно на использовании интенсивных факторов.

Социальное развитие сельских территорий будет являться и целью, и средством экономического роста и развития аграрной сферы, за счет чего прогнозируется достижение продовольственной безопасности России по всем видам производимой сельскохозяйственной продукции.

---

**Список источников**

1. Катуков Д.Д., Малыгин В.Е., Смородинская Н.В. Фактор созидательного разрушения в современных моделях и политике экономического роста // Вопросы экономики. 2019. № 7. С. 95–118. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-7-95-118.
2. Киркорова Л.А., Липницкий Т.В., Трущенко С.Ю., Щетинин С.Д. Модели инновационного развития аграрного сектора в мире и возможности их адаптации в российских условиях // АПК: экономика, управление. 2020. № 6. С. 77–85. DOI: 10.33305/206-77.
3. Кузнецова О., Мельгуй А., Дворецкая Ю. Стимулирование социально-экономического развития сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. 2018. № 8. С. 19–26.
4. Мюрдаль Г. Современные проблемы «третьего мира»; сокр. пер. с англ. Москва: Прогресс, 1972. 767 с.
5. Нуреев Р. Теории развития: дискуссия о внешних факторах становления рыночной экономики (неоклассические модели и их леворадикальная критика) // Вопросы экономики. 2000. № 7. С. 141–156.
6. Нуреев Р. Теории развития: кейнсианские модели становления рыночной экономики // Вопросы экономики. 2000. № 4. С. 137–156.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 1204 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2019: Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 708 с.
9. Россия в цифрах. 2020: Краткий стат. сб. Москва: Росстат, 2020. 550 с.



10. Санто Б. Инновация как средство экономического развития; пер. с венгерского. Москва: Прогресс, 1990. 295 с.
11. Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Четвертаков С.И., Четвертаков Р.И. Теория экономики: монография. Воронеж: Истоки, 2019. 250 с.
12. Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Воробьева А.М. Экономический рост и развитие АПК ЦЧР: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. 122 с.

#### References

1. Katukov D.D., Malygin V.E., Smorodinskaya N.V. Faktor sozidatel'nogo razrusheniya v sovremennykh modelyakh i politike ekonomicheskogo rosta [The factor of creative destruction in modern economic growth models and growth policy]. *Voprosy ekonomiki = Voprosy Ekonomiki*. 2019;7:95-118. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-7-95-118. (In Russ.).
2. Kirkorova L.A., Lipnicky T.V., Trushchenkova S.Yu., Shchetinin S.D. Modeli innovatsionnogo razvitiya agrarnogo sektora v mire i vozmozhnosti ikh adaptatsii v rossiyskikh usloviyakh [Models of innovative development of the agricultural sector in the world and the possibility of their adaptation in Russian conditions]. *APK: ekonomica, upravlenie = AIC: economics, management*. 2020;6:77-85. DOI: 10.33305/206-77. (In Russ.).
3. Kuznetsova O., Melguy A., Dvoretzkaya Yu. Stimulirovaniye sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya sel'skogo khozyaystva Rossii [Stimulation of social and economic development of agriculture of Russia]. *APK: ekonomica, upravlenie = AIC: economics, management*. 2018;8:19-26. (In Russ.).
4. Myrdal G. Asian drama. An Inquiry into the Poverty of Nations (in 3 vols.). N.Y.: Pantheon Publ., 1968. 2284 p. (Russian ed.: Myrdal G. Sovremennye problemy "tret'ego mira"). Moscow: Progress Publishing House, 1972. 767 p.
5. Nureev R. Teorii razvitiya: diskussiya o vneshnikh faktorakh stanovleniya rynochnoj ekonomiki (neoklassicheskie modeli i ikh levoradikal'naya kritika) [Development theories: a discussion on the external factors in the formation of market economy (neoclassical models and their extreme left radical criticism)]. *Voprosy ekonomiki = Voprosy Ekonomiki*. 2000;7:141-156. (In Russ.).
6. Nureev R. Teorii razvitiya: keynsianskiye modeli stanovleniya rynochnoj ekonomiki [Theories of development: Keynesian models of the formation of a market economy]. *Voprosy ekonomiki = Voprosy Ekonomiki*. 2000;4:137-156. (In Russ.).
7. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sbornik [Regions of Russia. Social and Economic Indicators. 2019: Statistical Yearbook]. Moscow: Rosstat Press; 2019. 1204 p.
8. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2019: Stat. sbornik [Russian Statistical Yearbook. 2019: Statistical Yearbook]. Moscow: Rosstat Press; 2019. 708 p. (In Russ.).
9. Rossiya v tsifrakh. 2020: Kratkij stat. sbornik [Russia in figures. 2020: Statistical Handbook. Official Publication]. Moscow: Rosstat Press; 2020. 550 p. (In Russ.).
10. Santo B. Innovatsiya kak sredstvo ekonomicheskogo razvitiya: perevod s vengerskogo [Innovation as a means of economic development: Translated from Hungarian]. Moscow: Progress Press; 1990. 295 p. (In Russ.).
11. Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., Chetvertakov S.I., Chetvertakov R.I. Teoriya ekonomiki [Theory of Economics: monograph]. Voronezh: Istoki Publishing House; 2019. 250 p. (In Russ.).
12. Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., Vorobieva A.M. Ekonomicheskij rost i razvitie APK CChR [Economic growth and development of the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region: monograph]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2022. 122 p. (In Russ.).

#### Информация об авторах

И.М. Четвертаков – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 926559@list.ru.

В.П. Четвертакова – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры региональной экономики и менеджмента МОАУ ВО «Воронежский институт экономики и социального управления», 4668899@list.ru.

#### Information about the authors

I.M. Chetvertakov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 926559@list.ru.

V.P. Chetvertakova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor, the Dept. of Regional Economics and Management, Voronezh Institute of Economics and Social Management, 4668899@list.ru.

Статья поступила в редакцию 06.12.2022; одобрена после рецензирования 15.01.2023; принята к публикации 26.01.2023.

The article was submitted 06.12.2022; approved after reviewing 15.01.2023; accepted for publication 26.01.2023.

© Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 331.101.3:63  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_201

**Диагностика развития человеческого капитала в АПК ЦЧР**

**Евгений Валентинович Авдеев**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>1</sup>avdeev1707@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты диагностики развития человеческого капитала аграрной сферы и отраслей сельского хозяйства в целом по ЦЧР и Воронежской области в частности. Выполнен анализ качественных и количественных показателей развития человеческого капитала аграрной сферы. Делается вывод, что охарактеризовать развитие человеческого капитала в АПК ЦЧР можно как достаточно сложное и неоднозначное явление. С одной стороны, наблюдаются снижение и общей численности населения, и численности сельского населения (причем численность сельского населения снижается более существенными темпами), ухудшается структура населения по трудоспособному возрасту, существенно падают значения коэффициентов естественного прироста и чистого коэффициента воспроизводства населения, сальдо миграции в ряде регионов имеет отрицательные значения, реальные доходы населения также показывают отрицательную динамику. В то же время снижается уровень смертности населения в различных возрастных группах, растет средняя продолжительность жизни населения, что приводит к росту среднего возраста населения, внося дополнительную лепту в ухудшение структуры населения. Все это свидетельствует о том, что создается принципиально новая социально-экономическая ситуация в аграрной сфере, которая уже не отвечает требованиям современной аграрной политики. В данных условиях одним из основных источников преодоления кризисных явлений должен выступать человеческий капитал аграрной сферы. Однако текущий уровень его развития, а также выявленные тенденции его воспроизводства, которое можно охарактеризовать как суженное, пока не позволяют говорить о том, что в среднесрочной и тем более долгосрочной перспективе он будет служить основным инструментом реализации потенциала аграрной сферы РФ, которым он, по сути, должен являться. Все это в конечном итоге предопределяет необходимость разработки и принятия стратегии развития человеческого капитала аграрной сферы, в которой были бы учтены особенности его формирования и использования.

**Ключевые слова:** человеческий капитал, численность сельского населения, диагностика развития, структура и распределение сельского населения, воспроизводство сельского населения

**Для цитирования:** Авдеев Е.В. Диагностика развития человеческого капитала в АПК ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 201–212. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_201-212](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_201-212).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Diagnostics of the development of human capital  
in the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region**

**Evgeniy V. Avdeev**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>1</sup>avdeev1707@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The author presented the results of diagnostics of the development of human capital of agriculture and agricultural industries in the Central Chernozem Region taken as a whole and in Voronezh Oblast in particular, as well as the analysis of the qualitative and quantitative indicators of the development of human capital in the agricultural sector. It is shown that it is possible to characterize the development of human capital in the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region as a complicated and ambiguous phenomenon. On the one hand, there is a decrease in both the total population and the number of rural population (moreover the number of rural population is decreasing at a notably significant rate), the structure of active age population is deteriorating, the values of the indicators of natural growth coefficients and the net coefficient of reproduction of the population are significantly falling, the balance of migration in some regions is negative, and real incomes of the population also show negative dynamics. At the same time, the mortality rate of the population in various age groups is reducing, the average life expectancy of the population is increasing, which leads to an increase in the average age of the population, making an additional contribution to the deterioration of the population structure. All this

indicates that a fundamentally new socio-economic situation is being created in the agricultural sector, which no longer meets the requirements of modern agrarian policy. In these conditions, one of the main sources of overcoming crisis phenomena should become the human capital of the agricultural sector. However, the current level of its development, as well as the identified trends in its reproduction, which can be characterized as narrowed, do not yet permit to propose that in the medium and even longer term prospects they will serve as the main tool for realizing the potential of the agricultural sector of the Russian Federation, which, in fact, it should be. All this, in the end, determines the need to develop and adopt a strategy for the development of human capital in the agricultural sector, which would take into account the peculiarities of its formation and use.

**Keywords:** human capital, rural population, diagnostics of development, structure and distribution of the rural population, reproduction of the rural population

**For citation:** Avdeev E.V. Diagnostics of the development of human capital in the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):201-212. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_201-212](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_201-212).

**Т**ерриториальные параметры размещения производительных сил относятся к числу основополагающих при разработке и реализации социально-экономической политики любой страны или региональной системы. Российская Федерация, обладая самой большой территорией в мире, имеет огромный ресурсный потенциал, который при этом характеризуется неравномерностью распределения между различными территориальными субъектами, что в конечном итоге предопределяет наличие неодинаковых региональных условий для обеспечения уровня и качества жизни населения.

Региональная экономическая политика многоаспектна. Данный тезис в полной степени актуален и в части формирования региональной политики в отношении регулирования формирования и использования человеческого капитала аграрной сферы. Региональная политика в аграрной сфере представляет собой обоснование системы целей и задач органов государственной власти по управлению политическим, экономическим и социальным развитием регионов, учитывающих в том числе формирование и использование механизма их реализации. В этой связи важное значение, по объективным причинам, приобретает исследование и качественных, и количественных характеристик развития человеческого капитала аграрной сферы и отраслей сельского хозяйства не только Воронежской области, но и макрорегиона, к которому она относится – ЦЧР [7].

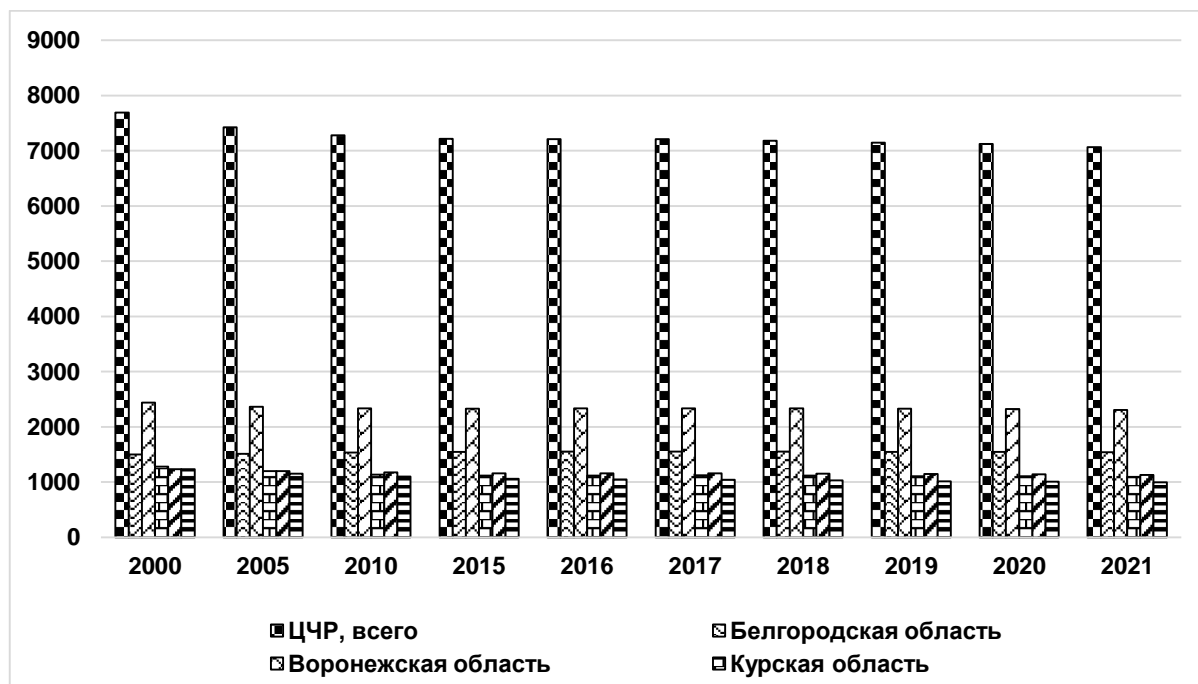


Рис. 1. Численность населения в областях ЦЧР (по состоянию на 01 января), тыс. чел.

Источник: составлено автором по данным [2, 3, 4, 5, 11].

Для углубленного изучения особенностей формирования и использования человеческого капитала аграрной сферы в качестве объекта исследования выбран ЦЧР, который в отношении географического положения и природно-климатических условий, благоприятных для ведения сельского хозяйства, располагает значительными общепризнанными конкурентными преимуществами.

Анализ изменения численности всего населения ЦЧР показал, что в исследуемом периоде наблюдалось снижение численности в целом по макрорегиону на 622 тыс. чел., или на 8,1% (рис. 1). Наихудшая ситуация сложилась в Тамбовской и Курской областях, в которых снижение составило соответственно 236 и 185 тыс. чел., или 19,2 и 14,4%. Прирост численности населения отмечен лишь в одном субъекте – Белгородской области, в которой за период с 2000 по 2021 г. произошел рост на 39 тыс. чел., или на 2,6%.

Что касается изменения численности сельского населения, то в этом плане можно отметить еще более высокие темпы снижения (рис. 2).

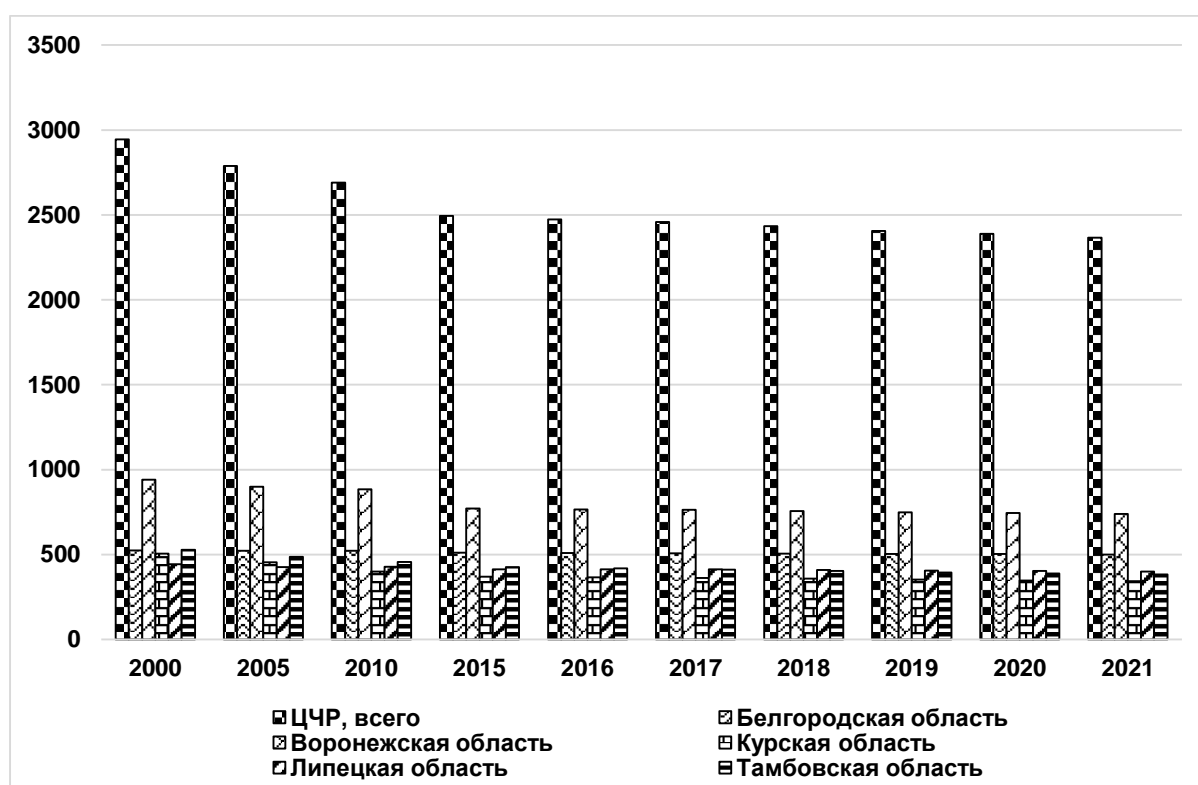


Рис. 2. Численность сельского населения в областях ЦЧР (по состоянию на 01 января), тыс. чел.

Источник: составлено автором по данным [5].

В целом по ЦЧР численность сельского населения сократилась на 579 тыс. чел., или на 19,7%. При этом «лидерами» данного антирейтинга (в относительном выражении) также являются Курская и Тамбовская области: сельское население уменьшилось соответственно на 162 и 145 тыс. чел., или на 32,0 и 27,5%. В абсолютных показателях лидером является Воронежская область, где за исследуемый период численность уменьшилась на 202 тыс. чел., или на 21,5%.

Отмеченные выше тенденции изменения численности населения нашли отражение в изменении структуры населения (рис. 3). В целом по ЦЧР доля населения, проживающего в сельской местности, уменьшилась на 4,8 п.п. – с 38,3% в 2000 г. до 33,5% в 2021 г. Наиболее значительные негативные изменения отмечаются в Курской и Воронежской областях, где этот показатель снизился соответственно на 8,1 и 6,5 п.п.

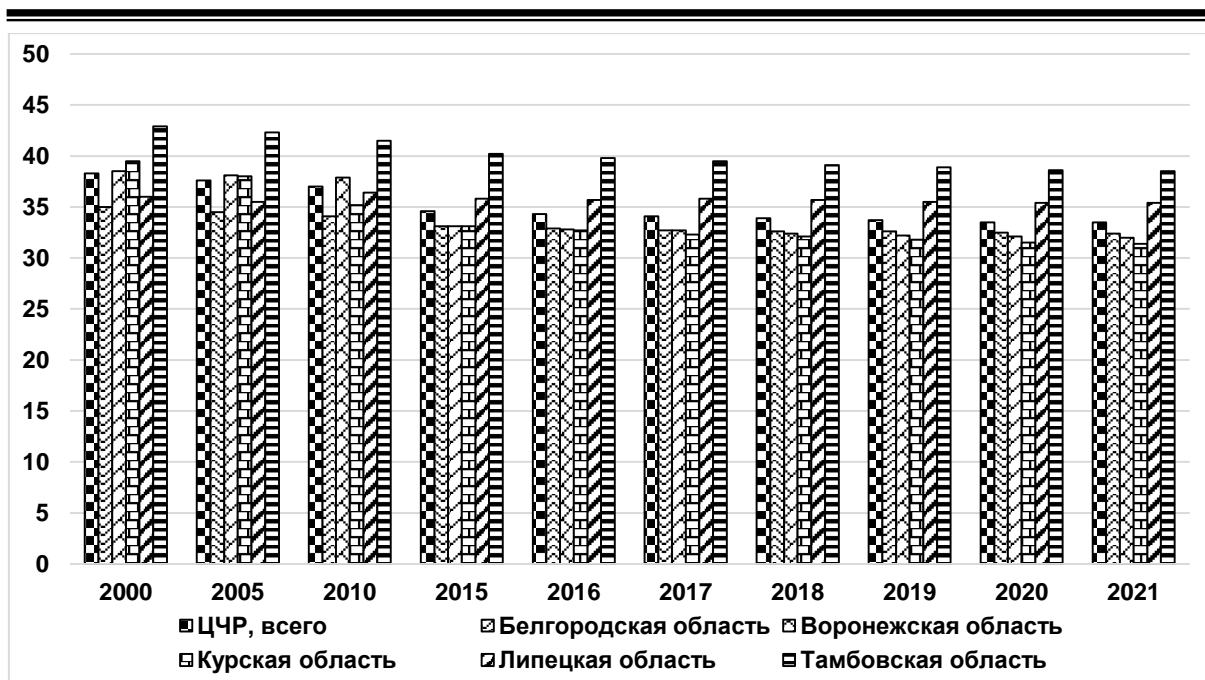


Рис. 3. Доля сельского населения в общей численности населения в областях ЦФР (по состоянию на 01 января), %

Источник: составлено автором по данным [5].

Негативные проявления также нашли свое отражение в изменении структуры населения по трудоспособному возрасту (табл. 1). В частности, в Воронежской области доли населения моложе трудоспособного возраста и в трудоспособном возрасте сократились соответственно на 1,5 и 1,4 п.п. Худшая ситуация, с анализируемой точки зрения, отмечается в Тамбовской и Липецкой областях, в которых за период с 2000 по 2020 г. произошло увеличение доли населения старше трудоспособного возраста соответственно на 5,3 и 4,4 п.п. Отметим, что в отношении изменения структуры сельского населения по трудоспособному возрасту в целом наблюдаются аналогичные тенденции [11].

Таблица 1. Структура всего населения по трудоспособному возрасту в областях ЦФР, %

| Области ЦФР                                      | Годы |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|  | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |  |
| <b>Население моложе трудоспособного возраста</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Белгородская                                     | 19,0 | 15,6 | 15,1 | 16,4 | 16,6 | 16,9 | 16,9 | 16,9 | 16,9 |  |
| Воронежская                                      | 17,5 | 14,5 | 13,8 | 15,1 | 15,4 | 15,6 | 15,8 | 15,9 | 16,0 |  |
| Курская  | 18,2 | 15,2 | 14,8 | 16,4 | 16,6 | 16,8 | 16,9 | 16,9 | 16,9 |  |
| Липецкая   | 18,0 | 15,2 | 15,1 | 16,5 | 16,9 | 17,1 | 17,2 | 17,2 | 17,2 |  |
| Тамбовская                                       | 17,9 | 14,8 | 13,9 | 14,8 | 15,0 | 15,0 | 15,1 | 15,1 | 15,1 |  |
| <b>Население в трудоспособном возрасте</b>       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Белгородская                                     | 57,8 | 61,6 | 60,8 | 57,0 | 56,2 | 55,4 | 54,9 | 55,9 | 55,6 |  |
| Воронежская                                      | 56,8 | 60,4 | 60,0 | 56,8 | 56,1 | 55,5 | 54,9 | 55,8 | 55,4 |  |
| Курская  | 56,8 | 60,5 | 59,6 | 55,8 | 55,2 | 54,4 | 53,7 | 54,8 | 54,4 |  |
| Липецкая   | 58,1 | 61,3 | 60,0 | 56,0 | 55,2 | 54,4 | 53,7 | 54,7 | 54,5 |  |
| Тамбовская                                       | 56,7 | 60,2 | 59,4 | 55,9 | 55,1 | 54,5 | 53,6 | 54,6 | 54,2 |  |
| <b>Население старше трудоспособного возраста</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Белгородская                                     | 23,2 | 22,8 | 24,1 | 26,6 | 27,2 | 27,7 | 28,2 | 27,2 | 27,5 |  |
| Воронежская                                      | 25,7 | 25,1 | 26,2 | 28,1 | 28,5 | 28,9 | 29,3 | 28,3 | 28,6 |  |
| Курская  | 25,0 | 24,3 | 25,6 | 27,8 | 28,2 | 28,8 | 29,4 | 28,3 | 28,7 |  |
| Липецкая   | 23,9 | 23,5 | 24,9 | 27,5 | 27,9 | 28,5 | 29,1 | 28,1 | 28,3 |  |
| Тамбовская                                       | 25,4 | 25,0 | 26,7 | 29,3 | 29,9 | 30,5 | 31,3 | 30,3 | 30,7 |  |

Источник: составлено автором по данным [11].

Сформировался устойчивый тренд увеличения среднего возраста населения, проживающего на территории ЦЧР (табл. 2). При этом тенденции таковы, что в большинстве анализируемых областей увеличение среднего возраста сельского населения происходит более быстрыми темпами, чем всего населения. Так, если в Воронежской области в 2015 г. разница между средним возрастом сельского населения и всего населения составляла 1,6 лет, то в 2021 г. – уже 1,9 лет. Отметим, что наиболее существенный прирост среднего возраста всего населения и населения, проживающего в сельской местности, наблюдался в Тамбовской области – соответственно 1,2 и 1,9 лет.

**Таблица 2. Средний возраст населения в областях ЦЧР  
(по состоянию на 01 января), лет**

| Области ЦЧР  | 2015 г.           |         |         |                    |         |         | 2017 г.           |         |         |                    |         |         |
|--------------|-------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
|              | Все население     |         |         | Сельское население |         |         | Все население     |         |         | Сельское население |         |         |
|              | мужчины и женщины | мужчины | женщины | мужчины и женщины  | мужчины | женщины | мужчины и женщины | мужчины | женщины | мужчины и женщины  | мужчины | женщины |
| Белгородская | 40,9              | 38,2    | 43,1    | 42,8               | 39,9    | 45,4    | 41,1              | 38,4    | 43,4    | 43,0               | 40,1    | 45,6    |
| Воронежская  | 41,8              | 38,8    | 44,4    | 43,4               | 40,2    | 46,1    | 41,9              | 38,8    | 44,6    | 43,6               | 40,6    | 46,3    |
| Курская      | 41,5              | 38,5    | 44,1    | 44,0               | 40,5    | 47,0    | 41,6              | 38,5    | 44,1    | 44,1               | 40,7    | 47,1    |
| Липецкая     | 41,4              | 38,3    | 43,9    | 42,6               | 39,5    | 45,3    | 41,6              | 38,5    | 44,2    | 42,8               | 39,7    | 45,5    |
| Тамбовская   | 42,6              | 39,3    | 45,4    | 43,4               | 40,2    | 46,4    | 42,9              | 39,6    | 45,7    | 44,0               | 40,8    | 46,9    |
| Области ЦЧР  | 2019 г.           |         |         |                    |         |         | 2021 г.           |         |         |                    |         |         |
|              | Все население     |         |         | Сельское население |         |         | Все население     |         |         | Сельское население |         |         |
|              | мужчины и женщины | мужчины | женщины | мужчины и женщины  | мужчины | женщины | мужчины и женщины | мужчины | женщины | мужчины и женщины  | мужчины | женщины |
| Белгородская | 41,5              | 38,8    | 43,8    | 43,3               | 40,4    | 45,9    | 41,9              | 39,1    | 44,2    | 43,6               | 40,8    | 46,2    |
| Воронежская  | 42,2              | 39,1    | 44,8    | 44,0               | 41,1    | 46,7    | 42,5              | 39,5    | 45,1    | 44,5               | 41,5    | 47,1    |
| Курская      | 42,0              | 38,9    | 44,5    | 44,5               | 41,1    | 47,5    | 42,3              | 39,1    | 44,9    | 44,9               | 41,6    | 47,9    |
| Липецкая     | 41,9              | 38,9    | 44,5    | 43,3               | 40,2    | 46,0    | 42,3              | 39,2    | 44,9    | 43,6               | 40,6    | 46,3    |
| Тамбовская   | 43,4              | 40,1    | 46,2    | 44,8               | 41,6    | 47,7    | 43,8              | 40,5    | 46,6    | 45,4               | 42,2    | 48,2    |

Источник: составлено автором по данным [9, 10, 11].

При изучении демографических особенностей развития того или иного регионального субъекта или групп населения особое место отводится изучению уровня смертности населения. Основной абсолютный показатель смертности – это число умерших на определенной территории в определенный календарный период.

К абсолютным показателям смертности относятся данные о числе умерших:

- в целом во всей совокупности населения;
- в определенной возрастной группе населения;
- в группе того или иного пола;
- в определенной половозрастной группе населения;
- от определенной причины смерти и др. [6].

Однако итоговые значения данных показателей существенно зависят от ряда факторов: общей численности населения и его гендерного состава; возрастно-половой структуры и т. п. В связи с этим для сравнения регионов между собой использовать абсолютные показатели нельзя. Анализ целесообразно вести с использованием сравнительных показателей, которые позволяют нивелировать вышеназванные ограничения и произвести исследование интенсивности данного демографического процесса в определенной среде и условиях.

Как показывает проведенное исследование, в период с 2000 по 2019 г. в целом прослеживалась положительная динамика снижения уровня смертности всего населения с некоторыми колебаниями по годам (различной интенсивности в зависимости от регионального территориального субъекта) (рис. 4). Однако в 2020 г. произошел существенный прирост значений показателя по сравнению с 2019 г. Данный факт, в первую очередь, объясняется пандемией новой коронавирусной инфекции, оказавшей существенное негативное влияние на здоровье граждан России. Наиболее значительный рост коэффициента смертности по итогам 2020 г. отмечался в Липецкой и Тамбовской областях – соответственно на 3,5 и 2,8‰.

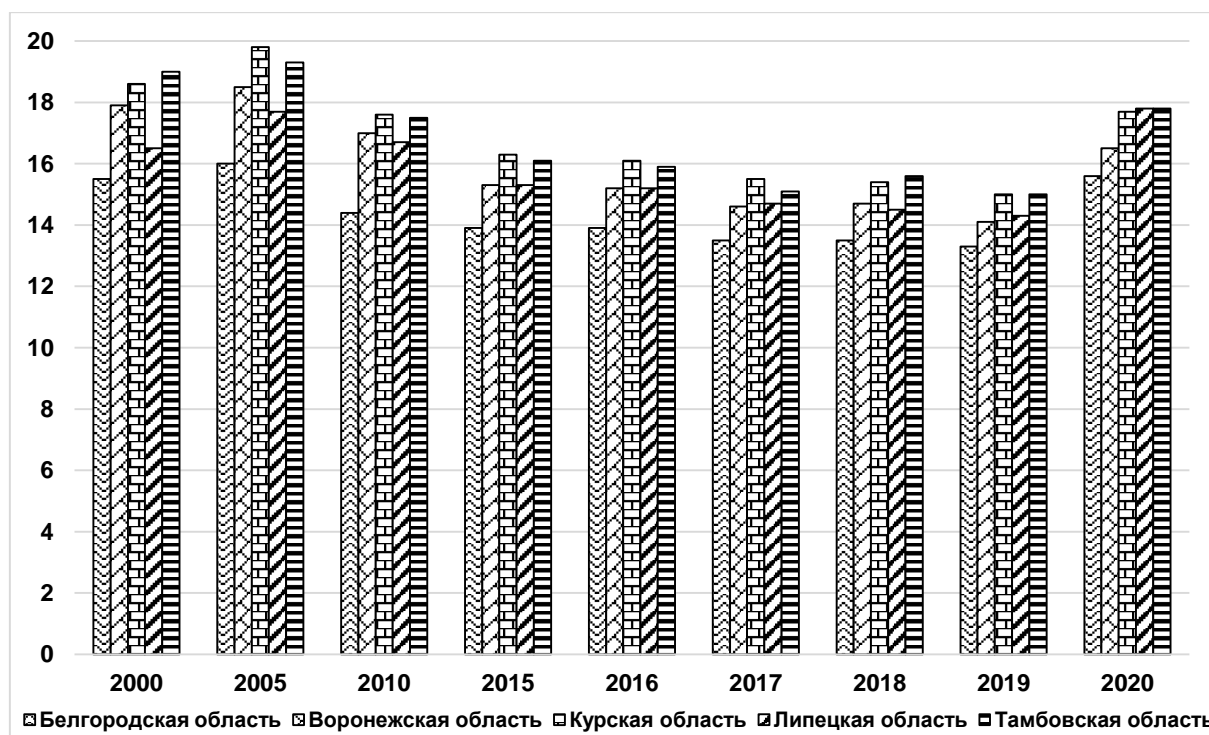


Рис. 4. Общие коэффициенты смертности\* в областях ЦФР, ‰

\* число умерших на 1000 человек населения.

Источник: составлено автором по данным [5].

Особое место в вопросах изучения смертности населения отводится анализу младенческой смертности ввиду того, что этот показатель, по своей сути, является производным множества факторов (таких как уровень здравоохранения, развитие перинатальной медицины, здоровье родителей, качество жизни и др.), определяющих уровень здоровья нации в перспективе,

В анализируемом периоде наблюдалась тенденция снижения уровня младенческой смертности с некоторыми колебаниями по годам (рис. 5). Наиболее существенное снижение этого показателя с 2000 г. отмечено в Курской и Липецкой областях, где к 2020 г. он достиг значений соответственно 4,6 и 3,7‰ (снижение на 11,8 и 11,0‰).

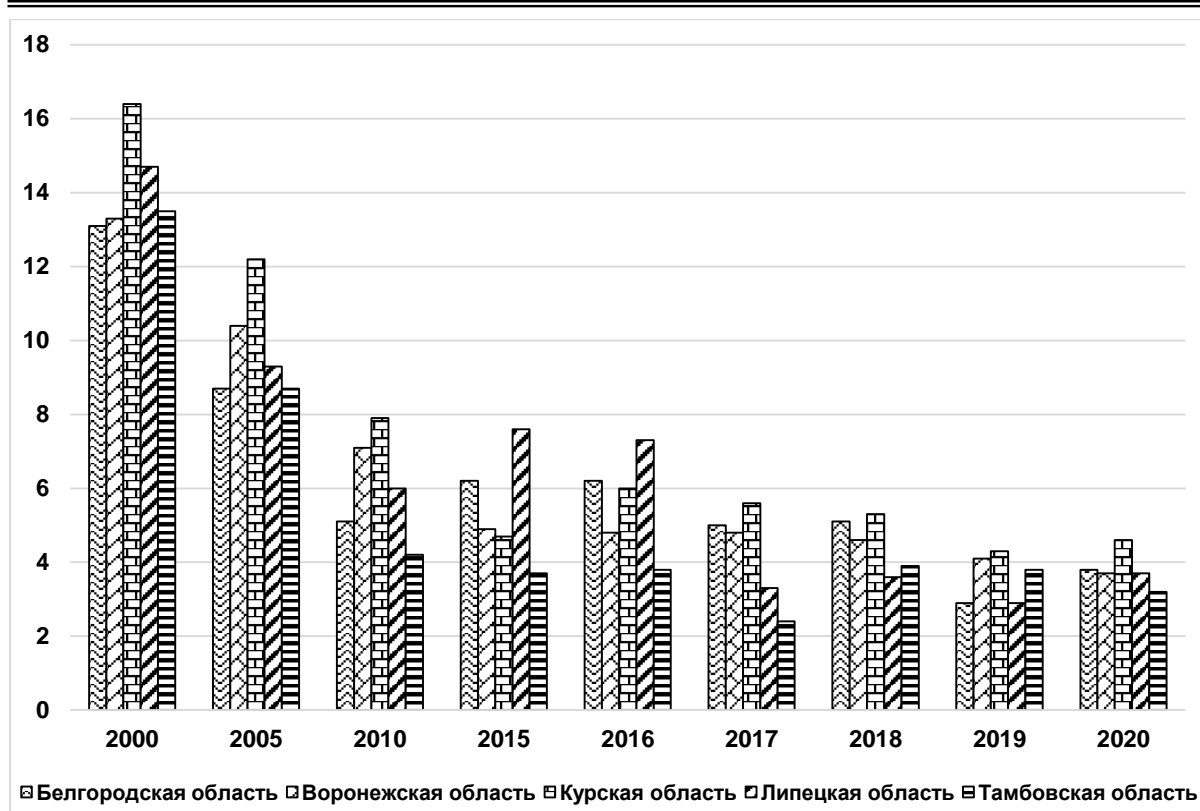


Рис. 5. Коэффициенты младенческой смертности\* в областях ЦЧР, ‰

\* число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся живыми.

Источник: составлено автором по данным [5].

Анализ показателей смертности населения был бы не достаточно полным без исследования уровня смертности населения трудоспособного возраста вследствие нескольких причин:

во-первых, исходя из самой сущности категории «человеческий капитал», непосредственно носителями человеческого капитала выступает население, обладающее способностями к труду, используя которые индивид создает прибавочную стоимость;

во-вторых, трудоспособное население выполняет одну из ключевых функций в системе естественного воспроизводства населения – репродуктивную;

в-третьих, уровень смертности населения трудоспособного возраста является отражением таких важных с социальной точки зрения аспектов развития общества, как здоровье нации, режим труда и отдыха на рабочих местах, криминогенная обстановка, экологическая безопасность окружающей среды и др.

Соответственно с позиции воспроизводства общественного человеческого капитала изучению вопросов, связанных со смертностью населения трудоспособного возраста, должно быть уделено особое внимание.

Проведенный анализ позволил установить, что за период с 2000 по 2019 г. отмечалась устойчивая тенденция снижения уровня смертности населения в трудоспособном возрасте с некоторыми колебаниями по годам (рис. 6). Особо стоит отметить ситуацию в Тамбовской области, где к 2019 г. кардинально изменилось положение, появилась положительная динамика снижения показателя смертности с 834,4‰ в 2000 г. до 495,3‰. При этом уже отмеченная ранее негативная санитарно-эпидемиологическая обстановка в стране, вызванная пандемией новой коронавирусной инфекции, также отрицательно повлияла и на значения показателей смертности в анализируемой возрастной группе с 2019 по 2020 г.



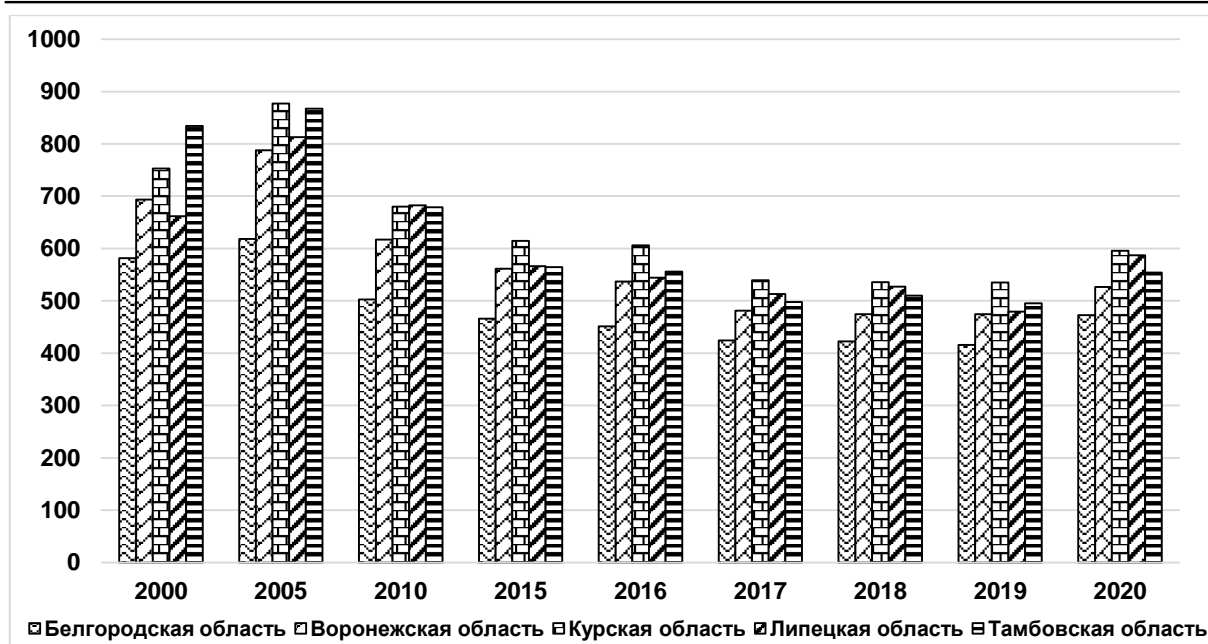


Рис. 6. Смертность населения в трудоспособном возрасте\* в областях ЦФР, ‰

\* число умерших на 100 000 чел. соответствующего возраста.

Источник: составлено автором по данным [5].

В большинстве регионов ЦФР отмечается негативная тенденция динамики значений естественного прироста всего населения (табл. 3). Так, если с 2000 по 2015 г. в Воронежской области, несмотря на отрицательные значения этого показателя, отмечено замедление убыли численности населения на 6,1‰ (до -4,2‰), то с 2015 по 2020 г. происходит обратное снижение значений на 4,1‰ (до -8,3‰). Данный факт отражает сформировавшийся негативный тренд в части убыли численности населения ввиду естественных причин (уровень смертности превалирует над уровнем рождаемости).

Таблица 3. Коэффициенты естественного прироста всего населения\* в областях ЦФР, ‰

| Области ЦФР          | Годы  |       |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                      | 2000  | 2005  | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020  |
| Белгородская область | -7,5  | -7,1  | -3,5 | -2,4 | -2,8 | -3,8 | -4,3 | -4,8 | -7,6  |
| Воронежская область  | -10,3 | -10,3 | -6,8 | -4,2 | -4,5 | -5,0 | -5,5 | -5,7 | -8,3  |
| Курская область      | -10,4 | -11,2 | -6,5 | -4,7 | -5,0 | -5,9 | -6,2 | -6,6 | -9,4  |
| Липецкая область     | -8,7  | -8,5  | -5,8 | -3,7 | -3,9 | -4,7 | -5,0 | -5,7 | -9,5  |
| Тамбовская область   | -11,0 | -10,9 | -8,0 | -6,3 | -6,3 | -6,5 | -7,5 | -7,3 | -10,4 |

\* на 1000 человек населения.

Источник: составлено автором по данным [5].

Значения коэффициента естественного прироста сельского населения показывают еще более удручающую картину (табл. 4). Коэффициент естественного прироста сельского населения по всем без исключения регионам в 2020 г. оказался существенно ниже, чем по всему населению, что потенциально может свидетельствовать о перспективном дисбалансе на рынке труда сельских территорий. Наиболее существенные негативные тенденции наблюдаются в Липецкой и Белгородской областях, в которых за анализируемый период произошло снижение соответственно на 5,4 и 5,1‰. Самая сложная ситуация имеет место в Курской области, которая на протяжении всего исследуемого периода являлась лидером антирейтинга, а по итогам 2020 г. значение этого показателя составило -14,2‰.

Таблица 4. Коэффициенты естественного прироста сельского населения\* в областях ЦЧР, ‰

| Области ЦЧР          | Годы |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 2013 | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
| Белгородская область | -5,9 | -6,4  | -6,7  | -7,4  | -8,2  | -8,1  | -8,3  | -11,0 |
| Воронежская область  | -8,3 | -8,4  | -9,7  | -9,5  | -9,5  | -10,1 | -9,6  | -11,9 |
| Курская область      | -9,8 | -10,9 | -11,6 | -12,4 | -12,0 | -11,9 | -12,5 | -14,2 |
| Липецкая область     | -6,2 | -6,6  | -7,8  | -8,1  | -8,0  | -8,2  | -8,7  | -11,6 |
| Тамбовская область   | -8,6 | -8,5  | -9,2  | -9,3  | -9,1  | -10,0 | -9,4  | -12,5 |

\* на 1000 человек населения.

Источник: составлено автором по данным [5].

Наряду с коэффициентом естественного прироста необходимо проследить динамику так называемого чистого коэффициента воспроизводства населения (нетто-коэффициент воспроизводства населения), позволяющих произвести интегральную оценку существующих уровней рождаемости и смертности и отражающих потенциальные тенденции в изменении структуры населения на перспективу при условии сохранения текущего положения в регулировании сложившихся демографических процессов.

Воспроизводство населения – постоянное возобновление определенной совокупности людей путем непрерывного замещения одних поколений другими. Иными словами, оно представляет собой процесс замены населения родителей поколением детей или процесс непрерывного возобновления населения в результате рождений и смертей [6, с. 177].

Выделяют три типа воспроизводства населения:

1) суженное, когда живущее поколение не воспроизводит себе замену. Абсолютная численность уходящих поколений превышает численность вступающих в жизнь поколений. Такому населению грозит депопуляция;

2) простое, означающее, что уходящие поколения и вступающие в жизнь равны по своей абсолютной численности. В таком случае формируется постоянная возрастно-половая структура населения (стационарный тип). Общая численность населения не увеличивается, при неблагоприятных условиях велика вероятность перехода к суженному воспроизводству;

3) расширенное воспроизводство, характеризующееся увеличением каждого вновь вступающего в жизнь поколения по сравнению с численностью уходящих поколений, когда формируется прогрессивный тип возрастно-половой структуры населения, растет его численность [8, с. 87].

Использование нетто-коэффициента воспроизводства населения позволяет определить, сколько в среднем девочек, рожденных одной женщиной на протяжении всей ее жизни, дожило бы до возраста матери при их рождении, если бы в каждом возрасте сохранялись уровни рождаемости и смертности данного периода [8].

Проведенный анализ чистого коэффициента воспроизводства всего населения показал, что к 2020 г. сформировался устойчивый тренд его снижения (табл. 5). При этом худшая ситуация наблюдалась в Курской и Белгородской областях, в которых за период с 2013 по 2020 г. произошло снижение значений нетто-коэффициента соответственно на 0,149 и 0,127‰, а его значение на конец анализируемого периода достигло 0,638 и 0,599‰. Иными словами, каждая женщина, дожившая до конца репродуктивного периода жизни, при условии что на всем протяжении этого периода возрастные коэффициенты рождаемости и смертности оставались неизменными, в этих областях родила соответственно 0,638 и 0,599 девочки, возместив поколение матерей лишь на 63,8 и 59,9%, то есть с каждым новым поколением численность населения уменьшалась на 36,2 и 40,1%, что свидетельствует о суженном характере воспроизводства.

Таблица 5. Чистый коэффициент воспроизводства населения в областях ЦЧР, ‰

| Области ЦЧР               | Годы  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  |
| <b>Все население</b>      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Белгородская область      | 0,726 | 0,749 | 0,743 | 0,740 | 0,655 | 0,651 | 0,609 | 0,599 |
| Воронежская область       | 0,690 | 0,707 | 0,719 | 0,708 | 0,654 | 0,645 | 0,601 | 0,615 |
| Курская область           | 0,787 | 0,808 | 0,832 | 0,789 | 0,700 | 0,689 | 0,641 | 0,638 |
| Липецкая область          | 0,755 | 0,794 | 0,812 | 0,809 | 0,735 | 0,715 | 0,671 | 0,651 |
| Тамбовская область        | 0,687 | 0,702 | 0,714 | 0,715 | 0,655 | 0,650 | 0,616 | 0,608 |
| <b>Сельское население</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Белгородская область      | 0,875 | 0,921 | 0,835 | 0,758 | 0,711 | 0,702 | 0,649 | 0,639 |
| Воронежская область       | 0,857 | 0,870 | 0,748 | 0,755 | 0,708 | 0,665 | 0,621 | 0,653 |
| Курская область           | 1,051 | 1,089 | 1,002 | 0,937 | 0,854 | 0,856 | 0,758 | 0,799 |
| Липецкая область          | 0,910 | 0,936 | 0,829 | 0,808 | 0,738 | 0,752 | 0,700 | 0,709 |
| Тамбовская область        | 0,756 | 0,780 | 0,724 | 0,747 | 0,654 | 0,697 | 0,626 | 0,607 |

Источник: составлено автором по данным [5].

Динамика снижения нетто-коэффициента по сельскому населению существенно выше. Так, за аналогичный период в Курской и Белгородской областях значения этого показателя уменьшились соответственно на 0,252 и 0,236‰. Однако итоговый уровень чистого коэффициента воспроизводства населения в абсолютных числах по сельскому населению показал несколько более высокие значения, чем по всему населению.

Уровень миграции достаточно эластичен и может достаточно существенно колебаться под влиянием целой совокупности факторов: изменения уровня жизни в стране отправления/прибытия, политики принимающей страны в области миграции и др. Именно поэтому оценку привлекательности того или иного регионального субъекта целесообразно осуществлять с использованием ретроспективного анализа (табл. 6).

Таблица 6. Коэффициенты миграционного прироста\* в областях ЦЧР, ‰

| Области ЦЧР          | Годы |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Белгородская область | 109  | 71   | 39   | 38   | 46   | 18   | 27   | 60   | 25   |
| Воронежская область  | 25   | 85   | 68   | 52   | 54   | 43   | 29   | 42   | 3    |
| Курская область      | -16  | -42  | -18  | 70   | 76   | -9   | -12  | 39   | 25   |
| Липецкая область     | 42   | 46   | 15   | 22   | 40   | -6   | -4   | 16   | -4   |
| Тамбовская область   | -32  | 1    | -10  | -52  | -33  | 0,2  | -97  | -18  | -19  |

\* на 10 000 человек населения.

Источник: составлено автором по данным [5].

С точки зрения миграции наиболее «привлекательной» из анализируемых областей является Белгородская, в которой на протяжении всего периода наблюдений сохранялись положительные значения коэффициента миграционного прироста (табл. 6). В то же время Тамбовская область имеет существенные проблемы в части привлечения миграционных потоков. Так, в период с 2000 по 2020 г. в регионе отмечаются существенные колебания в значениях показателя в диапазоне от -97‰ до 1‰, при этом отрицательное сальдо наблюдалось в большинстве временных периодов. Отметим также тот факт, что отрицательное сальдо миграции в Тамбовской области наблюдается как по сравнению с другими областями ЦЧР, так и с зарубежными странами.

Ключевым показателем, более корректно отражающим не только уровень заработной платы в динамике, но и характеризующим уровень жизни населения, выступает такой относительный показатель, как реальные доходы населения.

Диагностика уровня реальных доходов населения показала, что на протяжении анализируемого периода наблюдаются два временных периода, которые характеризуются разнонаправленными тенденциями. Так, для начала 2000-х был характерен устойчивый рост, с ежегодным существенным увеличением значений показателя (табл. 7). Однако начиная с 2014 г. в ЦЧР наблюдаются негативные проявления в значениях показателя с некоторыми колебаниями по годам. Данная ситуация является следствием череды кризисов, затронувших экономику России, вызванных санкциями, принятыми в отношении нашей страны «недружественными» странами, пандемией новой коронавирусной инфекции и др. Отметим, что наиболее сложная ситуация наблюдается в Тамбовской области, в которой с 2015 г. уровень реальных доходов населения был стабильно отрицательным.

**Таблица 7. Реальные доходы населения (в процентах к предыдущему году) в областях ЦЧР, %**

| Области ЦЧР          | Годы  |       |       |       |       |       |       |       |      |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                      | 2000  | 2005  | 2010  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020 |
| Белгородская область | 107,0 | 112,7 | 112,2 | 99,3  | 100,8 | 99,1  | 98,7  | 100,6 | 98,1 |
| Воронежская область  | 100,9 | 116,1 | 108,9 | 101,1 | 93,6  | 97,4  | 100,0 | 101,1 | 95,4 |
| Курская область      | 107,6 | 108,7 | 106,3 | 100,4 | 93,2  | 99,1  | 100,1 | 100,9 | 97,8 |
| Липецкая область     | 117,6 | 112,3 | 103,0 | 96,1  | 96,8  | 100,1 | 100,1 | 102,6 | 94,9 |
| Тамбовская область   | 107,3 | 114,5 | 106,8 | 98,5  | 95,8  | 97,0  | 98,8  | 98,1  | 94,3 |

Источник: составлено автором по данным [5].

Обобщая результаты проведенного анализа, заметим, что охарактеризовать развитие человеческого капитала в АПК ЦЧР можно как достаточно сложное и неоднозначное явление. С одной стороны, наблюдаются снижение как общей численности населения, так и численности сельского населения, причем численность сельского населения снижается более высокими темпами, ухудшается структура населения по трудоспособному возрасту, существенно падают значения показателей коэффициентов естественного прироста и чистого коэффициента воспроизводства населения, сальдо миграции в ряде регионов имеет отрицательные значения, реальные доходы населения также показывают отрицательную динамику. В то же время снижается уровень смертности населения в различных возрастных группах, растет средняя продолжительность жизни, которая приводит к росту среднего возраста населения, что вносит дополнительную лепту в ухудшение структуры населения. Все это в совокупности с анализом современной политической ситуации как внутри страны, так и за ее пределами свидетельствует о том, что создается принципиально новая социально-экономическая ситуация в аграрной сфере, которая уже не отвечает требованиям современной аграрной политики и не укладывается в ее рамки.

В данных условиях одним из основных источников преодоления кризисных явлений должен выступать человеческий капитал аграрной сферы. Однако текущий уровень его развития, а также выявленные тенденции его воспроизводства, которое можно охарактеризовать как суженное, пока не позволяют говорить о том, что в среднесрочной и тем более долгосрочной перспективе он будет служить основным инструментом реализации потенциала аграрной сферы Российской Федерации, которым, по сути, должен являться. Все это в конечном итоге предопределяет необходимость разработки и принятия стратегии развития человеческого капитала аграрной сферы, в которой были бы учтены особенности его формирования и использования.

**Список источников**

1. Авдеев Е.В. Состояние и тенденции развития человеческого капитала в аграрной сфере Российской Федерации // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 3(66). С. 146–159. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.146.
2. Демографический ежегодник России. 2015: Стат. сб. Москва: Росстат, 2015. 263 с.
3. Демографический ежегодник России. 2017: Стат. сб. Москва: Росстат, 2017. 265 с.

4. Демографический ежегодник России. 2019: Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 252 с.
5. Демографический ежегодник России. 2021: Стат. сб. Москва: Росстат, 2021. 167 с.
6. Долбик-Воробей Т.А., Воробьева О.Д. Статистика населения и демография + eПриложение: тесты : учебник. Москва: КНОРУС, 2018. 314 с.
7. Кушлин В.И. Государственное регулирование экономики: учебник. 3-е. изд., перераб. и доп. Москва: Экономика, 2016. 495 с.
8. Новоселова С.В., Денисенко М.Б. Основы демографии: пособие для государственных служащих под общей редакцией Лапиной С.В. Минск: Альтиора - Живые краски, 2012. 134 с.
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Москва: Росстат, 2019. 1204 с.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. Москва: Росстат, 2020. 1242 с.
11. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Стат. сб. Москва: Росстат, 2021. 1112 с.
12. Терновых К.С., Авдеев Е.В., Маркова А.Л. Воспроизводство человеческого капитала в сельском хозяйстве: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. 147 с.
13. Терновых К.С., Авдеев Е.В. Стратегия развития человеческого капитала аграрной сферы: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. 150 с.

## References

1. Avdeev E.V. Sostoyanie i tendentsii razvitiya chelovecheskogo kapitala v agrarnoj sfere Rossijskoj Federatsii [State and trends of human capital development in the agricultural sector of the Russian Federation]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(3):146-159. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.146. (In Russ.).
2. Demograficheskij ezhegodnik Rossii. 2015: Stat. sb. [Demographic Yearbook of Russia, Statistical Handbook. 2015. Official Publication]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2015. 263 p. (In Russ.).
3. Demograficheskij ezhegodnik Rossii. 2017: Stat. sb. [Demographic Yearbook of Russia, Statistical Handbook. 2017. Official Publication]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2017. 265 p. (In Russ.).
4. Demograficheskij ezhegodnik Rossii. 2019: Stat. sb. [Demographic Yearbook of Russia, Statistical Handbook. Official Publication]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2019. 252 p. (In Russ.).
5. Demograficheskij ezhegodnik Rossii. 2021: Stat. sb. [Demographic Yearbook of Russia, Statistical Handbook. Official Publication]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2021. 167 p. (In Russ.).
6. Dolbik-Vorobej T.A., Vorobieva O.D. Statistika naseleniya i demografiya + ePrilozhenie: testy: uchebnik [Population statistics and demography +eSupplement: tests: textbook]. Moscow: KNORUS; 2018. 314 p. (In Russ.).
7. Kushlin V.I. Gosudarstvennoe regulirovanie ekonomiki: uchebnik. 3-e. izd., pererab. i dop. [State regulation of the economy: textbook. 3<sup>rd</sup> edition, revised and enlarged]. Moscow: Ekonomika Press; 2016. 495 p. (In Russ.).
8. Novoselova S.V., Denisenko M.B. Osnovy demografii: posobie dlya gosudarstvennykh sluzhashchikh; pod obshchej redaktsiej Lapinoy S.V. [Fundamentals of demography: handbook for civil servants; under the general editorship of Lapina S.V.]. Minsk: Altiora - Zhivye kraski Press; 2012. 134 p. (In Russ.).
9. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. [Regions of Russia. Social and economic indexes. 2019]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2019. 1204 p. (In Russ.).
10. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2020: Stat. sb. [Regions of Russia. Social and economic indexes. 2020]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2020. 1242 p. (In Russ.).
11. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2021: Stat. sb. [Regions of Russia. Social and economic indexes. 2021]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat); 2021. 1112 p. (In Russ.).
12. Ternovykh K.S., Avdeev E.V., Markova A.L. Vosproizvodstvo chelovecheskogo kapitala v sel'skom khozyajstve: monografiya [Reproduction of human capital in agriculture: monograph]. Voronezh State Agrarian University Press; 2017. 147 p. (In Russ.).
13. Ternovykh K.S., Avdeev E.V. Strategiya razvitiya chelovecheskogo kapitala agrarnoj sfery: monografiya [Human capital development strategy in the agrarian sector: monograph]. Voronezh State Agrarian University Press; 2022. 150 p. (In Russ.).

## Информация об авторе

Е.В. Авдеев – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», avdeev1707@mail.ru.

## Information about the author

E.V. Avdeev, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, avdeev1707@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.12.2022; одобрена после рецензирования 24.01.2023; принята к публикации 25.01.2023.

The article was submitted 20.12.2022; approved after reviewing 24.01.2023; accepted for publication 25.01.2023.

© Авдеев Е.В., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_213

**Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе**

Елена Ивановна Козлова<sup>1✉</sup>, Максим Андреевич Новак<sup>2</sup>, Вера Валентиновна Яндьо<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

<sup>3</sup>Регион центр ООО «Сингента», Липецк, Россия

<sup>1</sup>kozlova.e.i@kzlv.com✉

**Аннотация.** Ежегодное увеличение численности населения мира вызывает рост спроса на основные сельскохозяйственные продукты – зерно озимое и яровое, подсолнечник, сахарную свеклу, картофель, сою и др. Проблема дефицита пищевого белка во всем мире в целом и в России в частности требует принятия срочных мер для ее решения. Соя как представитель семейства бобовых в середине XXI в. стала важным источником белка для человека и животных. В последние годы 80–90% мирового валового производства сои используется на кормовые цели, 8–10% – на пищевые и 2–5% – на технические нужды (для получения масла). В России соя используется в основном для кормления скота, производства соевого масла и как экспортный товар. Ведущая зона промышленного производства сои в СССР сформировалась в послевоенный период в Дальневосточном регионе благодаря финансовой поддержке правительства и значительным селекционным достижениям. Близость Дальневосточного региона России к Китаю, который является основным потребителем сои в мире, позволяет расширять масштабы производства сои в данном регионе. Однако динамика посевных площадей сои за 2016–2020 гг. показывает возрастающую роль Центрального федерального округа в производстве этой культуры. Представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения проблем и установления тенденций развития производства сои в России. В ходе выполнения работы применялись сравнительный, экономико-статистический, расчетно-конструктивный методы исследования. Рассмотрены мировой рынок сои и роль России на этом рынке. В динамике исследована территориальная структура посевных площадей сои в РФ. Раскрыта значимость интенсивных методов выращивания сои. Отражены сложности селекционной работы по сое, сделан вывод о необходимости ее совершенствования для преодоления импортозависимости России по семенному материалу сои и стабилизации урожайности.

**Ключевые слова:** соевые бобы, посевные площади сои, экспорт, импорт, селекционная работа

**Для цитирования:** Козлова Е.И., Новак М.А., Яндьо В.В. Региональные аспекты развития рынка сои на современном этапе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 213–220. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_213-220](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_213-220).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Regional aspects of soybean market development at the present stage**

Elena I. Kozlova<sup>1✉</sup>, Maxim A. Novak<sup>2</sup>, Vera V. Yando<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

<sup>3</sup>Region Center of Syngenta LLC, Lipetsk, Russia

<sup>1</sup>kozlova.e.i@kzlv.com✉

**Abstract.** The annual growth of the world's population causes an increase in demand for basic agricultural products – winter and spring grain, sunflower, sugar beet, potatoes, soybeans, etc. The problem of food protein deficiency in the world as a whole and in Russia in particular requires urgent measures to solve it. Soya, as a representative of the legume family, has become an important source of protein for humans and animals in the mid-20th-century. In recent years, 80-90% of the world's gross soybean production has been used for feed purposes, 8-10% for food and 2-5% for technical needs (for oil production). In Russia, Soya is used mainly for livestock feeding, soybean oil production and as an export commodity. The leading zone of industrial soybean production in the USSR was formed in the post-war period in the Far Eastern region thanks to the financial support of the government and significant breeding achievements. The proximity of the Far Eastern region of Russia to China, which is the main consumer of soybeans in the world, allows expanding the scale of soybean production in this region. However, the dynamics of soybean acreage for 2016-2020 shows the increasing role of the Central Federal District in the production of this crop. The authors present findings of the study aimed at determining the problems and trends in the development of soybean production in Russia; having applied comparative, economic and statistical, computational and constructive research methods, considered world soybean market and the role of Russia in the functioning on this market; defined territorial structure of soybean acreage in Russia in dynamics; revealed the importance of intensive methods of soybean cultivation; reflected the difficulties of soybean breeding work emphasizing the necessity of its improving in order to overcome Russia's import dependence on soybean seed material and stabilize the yields of the culture under discussion.

**Keywords:** soybeans, soybean acreage, export, import, soybean breeding

**For citation:** Kozlova E.I., Novak M.A., Yandyo V.V. Regional aspects of soybean market development at the present stage. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):213-220. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_213-220](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_213-220).

По прогнозам экспертов ООН, к 2030 г. население земного шара увеличится на 1 млрд человек – до 8,6 млрд, а к 2050 г. достигнет 9,8 млрд. С ростом числа жителей Земли вырастет и спрос на продовольствие. Уже сегодня, по оценке ФАО, ежедневно недоедает 795 млн чел. и еще 2 млрд не получают достаточного количества питательных веществ [6]. Ежегодный рост населения мира вызывает повышенный спрос на основные сельскохозяйственные продукты – зерно озимое и яровое, подсолнечник, сахарную свеклу, картофель, сою и др. Проблема дефицита пищевого белка во всем мире в целом и в России в частности требует принятия срочных мер для ее решения.

Соя как представитель семейства бобовых отличается богатым содержанием растительного протеина и девяти незаменимых аминокислот. Преимущества соевого белка перед белком животного происхождения заключается в том, что он, являясь полноценным, дешевле животного, гораздо лучше усваивается в организме человека. В последние годы 80–90% мирового валового производства сои используется на кормовые цели, 8–10% – на пищевые и 2–5% – на технические нужды (для получения масла) [17]. Соевое масло является наиболее потребляемым растительным маслом после пальмового, используется в пищевой промышленности, медицине, косметологии, в домашнем хозяйстве в кулинарии, в производстве некоторых видов промышленной продукции (лаки, эмульсии), служит сырьем для производства биотоплива. Жмыхи и шроты, остающиеся после извлечения масла, являются непревзойденной кормовой добавкой, восполняющей дефицит белка в кормосмесях для многих видов животных. Значимость и востребованность сои в России возросла из-за обострения дефицита белка в связи со снижением производства животноводческой продукции.

Толчком к выращиванию сои стал рост населения, который обусловил потребность в увеличении, прежде всего, производства кормов для животных. Так, с 1961 г. площадь посевов сои в регионе ее основного выращивания – Южной Америке – выросла – с 0,26 млн га до 56 млн га. Посевные площади сои в США (второй крупнейший производитель) также продолжают постоянно расширяться за счет сокращения посевных площадей кукурузы и пшеницы и составляют более 35 млн га. Еще одним крупным мировым производителем сои является Индия с 11 млн га посевных площадей. С 2011 г. площадь посевов в мире увеличилась на 26,4% до 130,4 млн га [16, 17].

Производство сои характеризуется высокой страновой концентрацией. На долю трех ведущих производителей (Бразилия, США, Аргентина) приходится 70,5% посевных площадей и более 80% ее валового сбора. Также значимый объем земель, занятых под выращивание сои, находится на территории Индии (9,6%) и Китая (6,4%). Доля посевных площадей сои России в общемировой структуре составляет 2,3%. Рост мирового производства сои обеспечивается как за счет увеличения посевных площадей, так и повышения урожайности. По данным международной статистики, средняя урожайность по итогам 2021 г. составила 27,0 ц/га (в России – 15,9 ц/га).

В стоимостном выражении на рынке сои в 2021 г. лидировали Бразилия (26,1 млрд долл.), США (22,8 млрд долл.) и Аргентина (3 млрд долл.). Доля стран Южной Америки в мировом производстве сои составила 56%. В список 15 ведущих стран-производителей сои, кроме выше отмеченных, в Южной Америке входят Боливия и Уругвай, в Северной Америке – Канада, в Африке – Нигерия и ЮАР, в Европе – Италия, Украина и Россия, в Азиатско-Тихоокеанском регионе – Китай и Индонезия [17].

В 2021 г. общемировой импорт сои достиг 154,8 млн т. Основные потоки импортных поставок сои направлены в страны Восточной и Юго-Восточной Азии, где основным покупателем является Китай, на долю которого в 2021 г. приходилось 59,4% от общемирового объема импорта сои (доля России – 1,0%). В список крупнейших миро-

вых импортеров входят также Мексика и Нидерланды [17]. США, Аргентина и Бразилия, являясь крупнейшими мировыми производителями сои, одновременно являются и ее крупнейшими потребителями. Их доля в мировом потреблении сои в среднем составляет соответственно 18%, 14 и 13% [14].

Крупнейшими зарубежными поставщиками сои для Китая являются Бразилия и США. На долю Бразилии в 2021 г. приходилось 65% общего объема китайского импорта сои (более 57,7 млн т). Начавшийся в 2018 г. торговый спор между США и Китаем привел к сокращению общего импорта сои в Китай и падению цен на соевые бобы [18]. Но уже в 2020 г. восстановление поголовья свиней в Китае после борьбы с африканской чумой свиней обусловило увеличение объемов импорта сои. Поскольку прогнозы показывают сохранение устойчивого спроса на сою в Китае, то высока вероятность роста мировых цен на соевые бобы и соответствующего наращивания объемов ее производства. Согласно отчету S&P Global Platts, спрос на сою в 2021–2022 гг. прогнозировался на уровне 102 млн т. За первые четыре месяца 2021 г. Китай импортировал, преимущественно из США и Бразилии, 28,63 млн т соевых бобов, что на 17% больше, чем за тот же период 2020 г. [12]. Высокие объемы экспорта в Китай вызвали на рынке Бразилии дефицит сырья у местных переработчиков, что также повлияло на уровень цен.

В число экспортеров сои в Китай входит и Россия, объем поставок которой составляет примерно 0,8 млн т в год, или около 1% от общего потребления сои в Китае [4, 15]. Кроме сои, Россия экспортирует в Китай соевое масло. Вторым по величине импортером сои из России является Беларусь [9]. Соевые бобы поставляются Россией также в Казахстан и ряд стран Ближнего Востока. Российский соевый шрот экспортируется преимущественно в страны ЕС [8]. В 2019 г. доля России на мировом рынке сои составила 0,6% [10].

Производство сои в России показывает хорошие темпы роста. Так, валовой сбор сои составил в 2010 г. 1,2 млн т, в 2014 г. – 2,6 и в 2019 г. – 4,4 млн т. Урожайность сои в рассматриваемом периоде также росла: в 2010 г. она составила 11,8 ц/га, в 2014 г. – 13,6 и в 2019 г. – 15,7 ц/га. В то же время уровень урожайности сои в России значительно ниже мировых показателей, составляющих 56,1 ц/га [3]. Соевые бобы, выращенные на территории РФ, имеют более низкие характеристики. Показатели масличности и протеина российской сои дифференцированы по регионам выращивания: более высокие у сои, выращиваемой на Дальнем Востоке и Юге России, более низкие – у сои, выращиваемой в центральной части. Возмещение нехватки собственного объема производства сои для удовлетворения внутренних потребностей Россия покрывает импортом сои, на долю которого приходится более 85% общего объема импорта зерновых и масличных культур в страну. В 2019 г. было импортировано 2,06 млн т соевого зерна, в 2020 г. – 2,1 млн т, что несколько ниже объемов импорта сои в 2017–2018 гг. (2,3 млн т ежегодно). Основными поставщиками сои в Россию являются Бразилия и Парагвай, доли которых в российском импорте в 2020 г. составили соответственно 53 и 30% общего объема импорта [10].

Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. показали, что посевами сои было занято 2,8% общих посевных площадей сельскохозяйственных культур, или 4,7% общей посевной площади зерновых и зернобобовых культур страны [5]. Посевные площади сои имеются во всех федеральных округах Российской Федерации, но основными производителями сои являются Дальневосточный и Центральный федеральные округа, совокупная доля которых в общем объеме посевных площадей сои составляет более 84%. Безусловным лидером по посевным площадям сои исторически является Дальневосточный федеральный округ, на долю которого в 2016 г. приходилось более 56% общего объема посевных площадей сои, из них две трети располагались в Амурской области. Доля посевных площадей сои в Центральном федеральном округе почти в два раза меньше. Внутри Центрального федерального региона 34,5 и 22,2% посевных площадей располагались в Белгородской и Курской областях (табл. 1).



Таблица 1. Региональное распределение посевных площадей сои под урожай 2016 г. по хозяйствам всех категорий, тыс. га

| РФ и федеральные округа | Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур | Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур | Посевная площадь сои под урожай |
|-------------------------|---|--|---------------------------------|
| Российская Федерация    | 79222,0   | 47428,5  | 2232,4                          |
| Центральный ФО          | 15210,1   | 8298,2   | 612,8                           |
| Северо-Западный ФО      | 1415,9  | 389,3  | 0,05                            |
| Южный ФО                | 12544,2   | 8561,6   | 182,2                           |
| Северо-Кавказский ФО    | 4319,9  | 3155,7   | 28,8                            |
| Приволжский ФО          | 23794,5   | 13177,8  | 91,4                            |
| Уральский ФО            | 5127,5  | 3510,6   | 2,1                             |
| Сибирский ФО            | 14910,1   | 9982,5   | 43,0                            |
| Дальневосточный ФО      | 1899,8  | 1352,8   | 1275,7                          |

В 2016–2019 гг. посевные площади сои достаточно активно расширялись, их величина возросла с 2,2 до 3,1 млн га. Основной вклад в прирост посевных площадей внесли регионы-лидеры – Дальневосточный и Центральный федеральный округа. Однако уменьшение площади под посевы сои в Дальневосточном федеральном округе в 2020 г. привело к снижению общей величины посевных площадей сои до 2,9 млн га. Факторами такого сокращения стали как потребности научно обоснованных севооборотов, так и закрытие Уссурийского масложирового комбината ООО «Приморская соя» на фоне введения ограничений на вывоз сои за границу [4].

Динамика посевных площадей сои показывает существенно возросшую роль Центрального федерального округа в их увеличении (см. рис.).



Динамика посевных площадей сои в России по федеральным округам (выборочно), 2016–2019 гг., тыс. га

Источник: составлено авторами по данным [2].

В настоящее время посевные площади сои характеризуются следующим соотношением:

- в Амурской области сосредоточено 30% их общего количества;
- в Приморском крае, Белгородской и Курской областях – по 9%;
- в Воронежской и Тамбовской областях, Краснодарском и Алтайском краях – по 5–6% совокупных посевных площадей сои [9].

Если производители Дальневосточного и Сибирского федеральных округов ориентированы на экспорт сои в Китай, то производители европейской части России ориентированы на экспорт сои в Беларусь. При этом часть переработанных продуктов возвращается на российский рынок в виде соевого шрота и в дальнейшем используется в производстве комбикормов российскими животноводческими комплексами [9]. Такая взаимозависимость между предприятиями российского и белорусского агрокомплексов в условиях высокой подверженности цен на соевый шрот колебаниям мировых котировок отрицательно влияет на конечную маржу от кормления животных у российских производителей, что стало катализатором в принятии решений о развитии собственной перерабатывающей базы в центральной части России. Инициаторами такого развития выступили ГК «Мираторг» и ГК «Черкизово».

Согласно утвержденным проектам, до 2023 г. в Центральном федеральном округе будут построены предприятия по переработке сои общей мощностью 2,9 млн т, что увеличит общую номинальную мощность переработки сои в России до 7,6 млн т. Из 2,9 млн т проектных перерабатывающих мощностей 1,0 млн т приходится на ГК «Содружество», 0,8 млн т – на ГК «Черкизово», 0,7 млн т – на МХ «Экскойл Групп», 0,4 млн т – на ГК «Мираторг». В частности, ключевым проектом ГК «Черкизово» является сдача к концу 2023 г. в Липецкой области завода по переработке сои производительностью 1,5 тыс. т соевых бобов в сутки и выпуском соевого шрота в объеме 350 тыс. т в год. Загрузка новых мощностей будет опираться как на импорт соевых бобов, так и на увеличение выпуска собственной продукции. Предполагается, что во всех регионах выращивания произойдет увеличение посевных площадей сои на 20% относительно 2020 г. за счет потенциального замещения посевов менее рентабельных культур, а улучшение агротехнологии приведет к росту урожайности [7].

Все основные производители сои во всех странах используют при наращивании объемов ее производства экстенсивные методы. Но при этом основной акцент лежит все-таки на интенсивных методах ведения хозяйства, направленных на повышение урожайности выращивания сои. Практика устойчивого сельскохозяйственного производства сои опирается как на выбор высокоурожайных генотипов, так и соответствующие методы управления растениеводством (даты посадки, плотность посадки, методы управления питательными веществами и водой). При этом процесс совершенствования технологий является непрерывным.

История развития России также показывает, что именно улучшение технологии селекции сои стало толчком для активного наращивания производства соевых бобов в неблагоприятных климатических условиях Дальнего востока в 60-е годы прошлого столетия. Создание новых раннеспелых сортов, усовершенствования средств механизации выращивания и уборки урожая, примененные на огромной территории возделывания, а также высокая цена реализации зерна позволили нарастить валовой сбор сои на Дальнем Востоке в период с 1956–1960 гг. по 1970–1975 гг. в 5,1 раза [13].

Ситуацию с развитием интенсивных методов выращивания сои в современной России, на наш взгляд, нельзя считать удовлетворительной. Доля семян отечественной селекции на российском рынке составляет менее 30%. При этом работа российских селекционных учреждений ориентирована на районирование сортов сои для областей Дальневосточного федерального округа и юга России (Приморский ВНИИСХ, ВНИИ сои Амурской области, ВНИИМК Краснодарского края). Как следствие, производители сои в центральных районах России являются наиболее импортозависимыми [11].

Селекционной работой по сое в центральной части России с середины 1990-х гг. занимается расположенный в Орловской области ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур. Поскольку урожайность сои тем выше, чем короче длительность вегетационного периода, то ограниченность температурных ресурсов и светового режима в центральных районах России делает проблематичным выведение сортов сои для этих районов с высокими качественными показателями. Для областей Центрально-Черноземного региона по продолжительности вегетационного периода (до 105 дней) наиболее перспективными являются такие пригодные для прямого комбайнирования отечественные сорта сои, как Мезенка и Осмонь [1]. Например, заявленная урожайность сорта Мезенка составляет в производстве 33,5 ц/га, содержание белка в семенах – 42,0%. Последняя характеристика особенно существенна, так как из-за особенностей климатических и почвенных условий центра России выращиваемая здесь соя в среднем содержит меньше протеина, чем соя, выращиваемая на юге России и на Дальнем Востоке – соответственно на 4 и 6% [8]. Выращивание сои сорта Мезенка по такому предшественнику, как озимая пшеница в сочетании с обработкой семян жидким инокулянтом Атува (Syngenta) показало в ряде фермерских хозяйств Воронежской области достаточно высокую экономическую эффективность даже в сложных погодных условиях 2020 г.

### **Выводы**

Активное развитие животноводства предопределяет рост потребности в соевом шроте как важнейшей кормовой составляющей, поэтому имеются все предпосылки к сохранению высокой рентабельности выращивания сои, производства соевого шрота и других продуктов переработки соевых бобов в Центральном регионе России в ближайших сезонах.

Однако следует учитывать, что основным производителем соевых бобов в России остается Амурская область Дальневосточного федерального округа. Сырьевые ресурсы Центра и Юга России уже в настоящее время являются дефицитными. Введение новых перерабатывающих мощностей в Центральном регионе России только усилит конкуренцию за сырье.

Поскольку производство сои требует определенных температурно-климатических условий, то удовлетворительные объемы ее производства невозможно получить без значительного совершенствования селекционных технологий. Задача создания и применения ультраранних сортов сои остается актуальной для всех регионов возделывания сои в России.

Сокращение зависимости от импорта сои будет способствовать стабильности на внутреннем продуктовом рынке страны.

---

### **Список источников**

1. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение некоторых агроприемов возделывания новых сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1(25). С. 36-40. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10003.
2. Булавин Р. Прогноз развития рынка сои в сезоне 2020/21: Россия и мир. 19 июня 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oilworld.ru/data/postfiles/310590/%D0%D1%80.pdf> (дата обращения: 16.09.2022).
3. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации: ежегодные бюллетени Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.gks.ru/bgd/regl/b15\\_11/IssWWW.exe/Stg/d02/16-14.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/b15_11/IssWWW.exe/Stg/d02/16-14.htm) (дата обращения: 28.09.2022).
4. Журман О. В ДФО увеличится посевная площадь сои // Российская газета – Экономика Дальнего востока. 2021. № 103(8454) [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2021/05/13/reg-dfo/v-dfo-uvlechitsia-posevnaia-ploshchad-soi.html> (дата обращения: 08.10.2022).

5. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: в 8 т. Т. 1. Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Кн. 2. Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по субъектам Российской Федерации. Москва: ИИЦ «Статистика России», 2018. 711 с.

6. Кунле М. Задача: накормить человечество. Останется ли на Земле голод, сколько калорий будет в нашем рационе к 2050 году // Ведомости&. 17 октября 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2017/10/13/737793-zadacha-nakormit> (дата обращения: 08.10.2022).

7. Максимова Е. «Черкизово» займется переработкой сои // Агроинвестор. 12 ноября 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/30739> (дата обращения: 28.09.2022).

8. Российские прогнозы на урожай 2020 г. «Германо-Российский аграрно-политический диалог». Кооперационный проект Федерального министерства продовольствия и сельского хозяйства Германии [Электронный ресурс]. URL: [https://agrardialog.ru/files/prints/rossiyskie\\_prognози\\_na\\_urozhay\\_2020\\_polnaya\\_versiya\\_iyul\\_2020.pdf](https://agrardialog.ru/files/prints/rossiyskie_prognози_na_urozhay_2020_polnaya_versiya_iyul_2020.pdf) (дата обращения: 28.09.2022).

9. Россия наращивает экспорт сои // Центр отраслевой экспертизы Россельхозбанка. 12 ноября 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.rshb.ru/en/investor\\_relations/press/437308/](https://www.rshb.ru/en/investor_relations/press/437308/) (дата обращения: 20.09.2022).

10. Русагро. Сельскохозяйственный сегмент. Обзор российского рынка сельскохозяйственной продукции в 2021 г. // Группа компаний «Русагро» [Электронный ресурс]. URL: <https://ar2020.rusagrogroup.ru/compnys-business/agriculture/market-overview/> (дата обращения: 28.09.2022).

11. Фокша И. Выгодная культура: чем обусловлен интерес к выращиванию сои // Агроинвестор. 25 ноября 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/22576-vygodnaya-kultura/> (дата обращения: 08.10.2022).

12. Anand A. China's record soybean demand forecast to support prices till 2022: sources // S&P Global Commodity Insight. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/agriculture/051321-chinas-record-soybean-demand-forecast-to-support-prices-till-2022-sources>.

13. Boiarskaia A.I., Hasegawa H., Boiarskii B.S., Lyude A.V. History of development of soybean production in the Amur Region and Far East District in the USSR // IOP Conference Series: Earth and Environment Science. 2020. Vol. 548(2). Article no. 022079. DOI: 10.1088/1755-1315/548/2/022079.

14. Demaree-Saddler H. Report: Soybean global supply falling short of demand // World-grain.com. Published 10.04. 2019. URL: <https://www.world-grain.com>.

15. Ge H. Russia soybean ban won't disturb Chinese market supply: insider // Global Times. Published 09.04.2020. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1185154.shtml>.

16. Jie L., Sly M.H. Global soybean markets face major virus uncertainty // Global Times. Published 14.04.2020. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1185619.shtml>.

17. Voora V., Larrea C., Bermúdez S. Global Market Report: Soybeans // IISD (International Institute for Sustainable Development). Published 22.10.2020. URL: <https://www.iisd.org/system/files/2020-10/ssi-global-market-report-soybean.pdf>.

18. Yi F., Gudaj R.T., Arefieva V. et al. Sino-Russian cooperation on soybean development in the Russian Far East // American Journal of Economics and Sociology. 2020. Vol. 79, no. 5. Pp. 1553-1586. DOI: 10.1111/ajes.12366.

## References

1. Akulov A.S., Vasilchikov A.G. Izuchenie nekotorykh agropriyomov vozdeystviya novykh sortov soi [Studying of some agromethods of cultivation of new soybean varieties]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2018;1(25):36-40. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10003. (In Russ.).

2. Bulavin R. Prognoz razvitiya rynka soi v sezone 2020/21: Rossiya i mir. 19 iyunya 2020 g. [Forecast of soybean market development in the 2020/21 season: Russia and the world. June 19, 2020]. URL: <https://www.oilworld.ru/data/postfiles/310590/%D0%D1%80.pdf>. (In Russ.).

3. Valovye sbory i urozhajnost' sel'skokhozyajstvennykh kul'tur po Rossijskoj Federatsii: ezhegodnye byulleteni Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) [Gross yield output and crop yields in the Russian Federation: Annual Bulletins of the Federal State Statistics Service (Rosstat)]. URL: [https://www.gks.ru/bgd/regl/b15\\_11/lssWWW.exe/Stg/d02/16-14.htm](https://www.gks.ru/bgd/regl/b15_11/lssWWW.exe/Stg/d02/16-14.htm). (In Russ.).

4. Zhurman O. V DFO uvelichitsya posevnaya ploshchad' soi [In the Far Eastern Federal District, the sown area of soybeans will increase]. *Rossiyskaya gazeta – Ekonomika Dal'nego vostoka = Rossiyskaya Gazeta – Economics of the Far East*. 2021. No. 103(8454). URL: <https://rg.ru/2021/05/13/reg-dfo/v-dfo-uvelichitsia-posevnaia-ploshchad-soi.html/>. (In Russ.).

5. Itogi Vserossijskoj sel'skokhozyajstvennoj perepisi 2016 goda: v 8 t. T. 1. Osnovnye itogi Vserossijskoj sel'skokhozyajstvennoj perepisi 2016 goda. Kniga 2. Osnovnye itogi Vserossijskoj sel'skokhozyajstvennoj perepisi 2016 goda po sub'ektam Rossijskoj Federatsii [Results of the All-Russian Agricultural Census of 2016: in 8 vols. Vol. 1. Main results of the All-Russian Agricultural Census of 2016. Book 2. Main results of the All-Russian Agricultural Census of 2016 by the subjects of the Russian Federation]. Moscow: Statistika Rossii Publishing Center; 2018. 711 p. (In Russ.).

6. Kunle M. Zadacha: nakormit' chelovechestvo. Ostanetsya li na Zemle golod, skol'ko kalorij budet v nashem ratsione k 2050 godu [The task is to feed humanity. Will there be hunger on Earth, how many calories will be in our diet by 2050]. *Vedomosti* = *Vedomosti*. October 17, 2019. URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2017/10/13/737793-zadacha-nakormit>. (In Russ.).
7. Maksimova E. "Cherkizovo" zajmetsya pererabotkoj soi ["Cherkizovo" will be engaged in soybean processing]. *Agroinvestor* = *Agricultural Investor*. November 12, 2018. URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/30739>. (In Russ.).
8. Rossijskie prognozy na urozhaj 2020 g. "Germano-Rossijskij agrarno-politicheskij dialog". Kooperatsionnyj proekt Federal'nogo ministerstva prodovol'stviya i sel'skogo khozyajstva Germanii [Russian forecasts for the 2020 harvest. "German-Russian agrarian-political dialogue". Cooperative project of the Federal Ministry of Food and Agriculture of Germany]. URL: [https://agrardialog.ru/files/prints/rossiyskie\\_prognozi\\_na\\_urozhay\\_2020\\_polnaya\\_versiya\\_iyul\\_2020.pdf](https://agrardialog.ru/files/prints/rossiyskie_prognozi_na_urozhay_2020_polnaya_versiya_iyul_2020.pdf). (In Russ.).
9. Rossiya narashchivaet eksport soi. Tsentr otraslevoj ekspertizy Rossel'khozbanka. 12 noyabrya 2020 g. [Russia is increasing soybean exports. Center for Industry Expertise of Rosselkhozbank. November 12, 2020]. URL: [https://www.rshb.ru/en/investor\\_relations/press/437308/](https://www.rshb.ru/en/investor_relations/press/437308/). (In Russ.).
10. Rusagro. Sel'skokhozyajstvennyj segment. Obzor rossijskogo rynka sel'skokhozyajstvennoj produkcii v 2021 g. Gruppa kompanij "Rusagro" [Rusagro's Agricultural Segment. Overview of the Russian market of agricultural products in 2021. Rusagro Group of Companies]. URL: <https://ar2020.rusagrogroupp.ru/ru/companys-business/agriculture/market-overview> (data obrashcheniya: 28.09.2022). (In Russ.).
11. Foksha I. Vygodnaya kul'tura: chem obuslovljen interes k vyrashchivaniyu soi [Profitable culture: what's with the interest in soybean cultivation]. *Agroinvestor* = *Agricultural Investor*. November 25, 2015. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/22576-vygodnaya-kultura>. (In Russ.).
12. Anand A. China's record soybean demand forecast to support prices till 2022: sources. *S&P Global Commodity Insight*. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/agriculture/051321-chinas-record-soybean-demand-forecast-to-support-prices-till-2022-sources>.
13. Boiarskaia A.I., Hasegawa H., Boiarskii B.S., Lyude A.V. History of development of soybean production in the Amur Region and Far East District in the USSR. IOP Conference Series: Earth and Environment Science. 2020;548(2):022079. DOI: 10.1088/1755-1315/548/2/022079.
14. Demaree-Saddler H. Report: Soybean global supply falling short of demand. *World-grain.com*. Published 10.04. 2019. URL: <https://www.world-grain.com>.
15. Ge H. Russia soybean ban won't disturb Chinese market supply: insider. *Global Times*. Published 09.04.2020. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1185154.shtml>.
16. Jie L., Sly M.H. Global soybean markets face major virus uncertainty. *Global Times*. Published 14.04.2020. URL: <https://www.globaltimes.cn/content/1185619.shtml>.
17. Voora V., Larrea C., Bermúdez S. Global Market Report: Soybeans. *IISD (International Institute for Sustainable Development)*. Published 22.10.2020. URL: <https://www.iisd.org/system/files/2020-10/ssi-global-market-report-soybean.pdf>.
18. Yi F., Gudaj R.T., Arefieva V. et al. Sino-Russian cooperation on soybean development in the Russian Far East. *American Journal of Economics and Sociology*. 2020;79(5):1553-1586. DOI: 10.1111/ajes.12366.

### Информация об авторах

Е.И. Козлова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», [kozlova.e.i@kzlv.com](mailto:kozlova.e.i@kzlv.com).

М.А. Новак – кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», [ferz235@mail.ru](mailto:ferz235@mail.ru).

В.В. Яндьо – кандидат сельскохозяйственных наук, Регион центр ООО «Сингента», региональный менеджер по дистрибуции, [vera.yandyo@syngenta.com](mailto:vera.yandyo@syngenta.com).

### Information about the authors

E.I. Kozlova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics, Lipetsk State Technical University, [kozlova.e.i@kzlv.com](mailto:kozlova.e.i@kzlv.com).

M.A. Novak, Candidate of Economic Sciences, Docent, Dean of the Faculty of Economics, Lipetsk State Technical University, [ferz235@mail.ru](mailto:ferz235@mail.ru).

V.V. Yandyo, Candidate of Agricultural Sciences, Syngenta Global Group Regional Center, Regional Distribution Manager, [vera.yandyo@syngenta.com](mailto:vera.yandyo@syngenta.com).

Статья поступила в редакцию 12.11.2022; одобрена после рецензирования 26.12.2022; принята к публикации 15.01.2023.

The article was submitted 12.11.2022; approved after reviewing 26.12.2022; accepted for publication 15.01.2023.

© Козлова Е.И., Новак М.А., Яндьо В.В., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_221

**Экономическое обоснование организации  
автоматизированной реализации молока на Кубани**

Семён Алексеевич Бурда<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

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

**Аннотация.** Обобщен опыт продажи сельскохозяйственной продукции с применением торговых аппаратов, приведен обзор экономических обоснований автоматизированной розничной продажи молока сельскохозяйственными товаропроизводителями. Освещены технологические и организационно-экономические аспекты применения вендинговых аппаратов при реализации молока в розлив. Представлены результаты экономического обоснования автоматизированной реализации молока в Краснодарском крае. Аргументированы значения исходных величин, влияющих на организацию применения вендинговых аппаратов для продажи молока. С применением расчетно-конструктивного метода определены параметры торговой сети при различном количестве молокомаатов. Проанализированы полученные результаты расчетов, сделаны выводы о возможностях рентабельного применения сети автоматов для розничной продажи молока в розлив. Показано, что срок окупаемости проекта по организации торговой сети из 6 торговых аппаратов составляет менее 11 месяцев. Сделаны выводы о том, что автоматизированную продажу молока можно рассматривать в качестве инструмента укрепления добросовестной конкуренции, способа освоения ниши на рынке молочных продуктов и привлечения покупателей, ориентированных на потребление натуральных продуктов, а формирование в агропромышленном комплексе институционального кластера автоматизированной продажи сельскохозяйственной продукции будет способствовать предотвращению возможных необоснованных изменений цен каким-либо участником логистической цепочки. Применение торговых аппаратов, сопряженное с технологиями интернета вещей и межмашинного взаимодействия для точного управления товарными запасами, представляется логичным продолжением прецизионных технологий в сельском хозяйстве при продвижении продукции и продовольствия к потребителю. Результаты расчетов могут найти применение в практической работе сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств по организации автоматизированной продажи молока.

**Ключевые слова:** молоко, автоматизация, вендинг, молокомат, экономическое обоснование, окупаемость.

**Для цитирования:** Бурда С.А. Экономическое обоснование организации автоматизированной реализации молока на Кубани // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 221–232. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_221-232](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_221-232).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Economic justification of the organization  
of automated milk sales in the Kuban**

Semyon A. Burda<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

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

**Abstract.** The experience of selling agricultural products with the use of vending machines is summarized, an overview of the economic justifications for automated retail sale of milk by agricultural producers is given. The technological and organizational & economic aspects of the use of vending machines for the sale of milk in bottling are highlighted. The results of the economic justification of automated milk sales in Krasnodar Territory are presented. The values of the initial values influencing the organization of the use of vending machines for the sale of milk are reasoned. Using the computational and constructive method, the parameters of the retail network were determined with a different number of milk dispensers. The results of calculations are analyzed, conclusions are drawn about the possibilities of cost-effective use of a network of vending machines for the retail sale of milk in bottling. It is shown that the payback period of the project for the organization of a retail network of 6 vending machines is less than 11 months. Conclusions are drawn that automated milk sales can be considered as a tool to strengthen fair competition, a way to develop a niche in the dairy market and attract buyers focused on the consumption of natural products, and the formation of an institutional cluster of automated sales of agricultural products in the Agro-Industrial Complex will help to prevent possible unjustified price changes by any participant in the logistics chain. The use of vending machines, coupled with the technologies of the Internet of Things and

machine-to-machine interaction for precise inventory management, seems to be a logical continuation of precision agricultural technologies in the promotion of products and food to the consumer. The results of the calculations can be applied in the practical work of agricultural organizations and farms on the organization of automated milk sales.

**Keywords:** milk, automation, vending, milkbot, economic justification, payback

**For citation:** Burda S.A. Economic justification of the organization of automated milk sales in the Kuban. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):221-232. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_221-232](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_221-232).

## **В**ведение

На глобальном рынке розничной торговли происходит значительное ужесточение конкуренции, консолидация рынка, а также ряд банкротств крупных компаний отрасли [3]. Рынок розничной торговли продуктами питания всегда был крайне сложным и характеризовался острой конкуренцией и низкими прибылями, что вынуждает розничные сети консолидироваться или сворачивать свою деятельность. В современных условиях в мире наметилась тенденция сокращения числа мелких магазинов при одновременном росте объемов вендинговой и интернет-торговли [6, с. 25].

К настоящему времени опубликовано значительное количество работ, посвященных вендинговому бизнесу [1, 2, 11, 24]. В научных публикациях, диссертационных исследованиях и обзорах отмечается, что чаще всего автоматизированная торговля осуществляется свежеприготовленными напитками, прежде всего кофе, чистой питьевой водой, а также расфасованными продуктами, снеками. Вендинговая реализация натуральных сельскохозяйственных товаров используется реже, но все же находит применение в мировой практике.

Автоматы по розливу молока появились в результате попыток фермеров Западной Европы противостоять низким ценам, устанавливаемым переработчиками, и их стремления найти прямой выход к конечному потребителю [14]. Родиной молокомаатов является Швейцария, где они появились в начале XX столетия, в Европе эксплуатируются около 6 тыс. молокомаатов, а в мире – около 10 тыс. единиц [12]. В нашей стране первые автоматы итальянского производства ProMeteA появились в 2008 г. в Казани в супермаркетах «Эдельвейс», молоко поставлялось агрохолдингом «Красный Восток». Позже молокоматы появились в Перми (2009) и Санкт-Петербурге (2010). В 2013–2014 гг. в Санкт-Петербурге и Москве было установлено много молокомаатов, реализовывались даже программы поддержки со стороны государственных и муниципальных органов власти в виде бесплатного предоставления участков и площадей для автоматизированной торговли молоком. Однако впоследствии из-за распространения кишечной палочки молокоматы были демонтированы, хотя потом была доказана их непричастность к вспышкам инфекции [11].

Молочные автоматы стали устанавливаться не только в столице и городах-миллионниках, но и в небольших городках, где показали свою успешность [10]. Обычно устанавливалось и эксплуатировалось сразу несколько единиц торгового оборудования, организовывалась сеть молокомаатов: в Казани – 20, Альметьевске – 10, Орле – 8, Чебоксарах – 11, Новочебоксарске – 2, Ставрополе – 6. В Йошкар-Оле есть опыт кооперации двух фермерских хозяйств и эксплуатации молокомаатов по продаже коровьего молока и двух аппаратов по продаже козьего молока. Молокоматы эксплуатировались также в Белгороде, Новосибирске, в Тамбовской области, Красноярском крае, Воронежской области, Бурятии, Волгоградской области (г. Камышин). Сеть молокомаатов ООО «Дубна+» в северной части Москвы и Подмосковья – это десятки единиц оборудования для реализации 10–12% производимого хозяйством молока. Температурный фон в южных регионах при современном уровне развития холодильного оборудования не является непреодолимым барьером в организации автоматизированной продажи молока – аппараты по продаже молока были установлены не только на Ставрополье, но и в Латинской Америке и даже Африке [12]. Об аналогичной практике в Краснодарском крае нам не удалось найти

информацию ни в научных публикациях, ни в интернет-источниках, ни при общении с жителями Кубани. Все это и побудило нас провести экономическое обоснование организации автоматизированной реализации молока на Кубани.

В процессе выполнения работы использованы общенаучные методы исследования: анализ, сравнение, обобщение и синтез, для определения параметров торговой сети при различном количестве молокомаатов применялся расчетно-конструктивный метод и экономико-математическое моделирование. Исходными материалами послужили научные публикации, посвященные организационно-экономическим вопросам реализации молока с применением торговых аппаратов, интернет-ресурсы, статистические данные о ценах на продукцию и используемые ресурсы, тарифы операторов фискальных данных и компаний по оказанию услуг удаленного мониторинга торговых аппаратов, ставки по эквайрингу в российских банках.

Сотрудники Пермского государственного аграрно-технологического университета М.М. Трящин и В.И. Кузнецов в результате изучения инновационных методов реализации продукции фермерскими хозяйствами и использования вендинговых аппаратов для продажи сельскохозяйственной продукции пришли к выводу, что вендинг является одним из способов повышения эффективности их производственной и торговой деятельности, одним из каналов прямого взаимодействия производителя и потребителя фермерской продукции, несмотря на высокую стоимость такого специализированного оборудования, как автоматы по продаже яиц или молока [27], а также отмечают необходимость создания альтернативных способов реализации продукции с учетом ее специфики и запросов потенциальных покупателей [26].

В научных публикациях приводятся экономические обоснования применения аппаратов по продаже молока [8, 19, 20]. Ученые из Тамбовского государственного университета Н.К. Родионова, А.А. Бурмистрова, И.С. Кондрашова рассматривают молокомааты не в качестве замены традиционных каналов реализации продукции, а как их дополнение, дающее возможность «нишевым производителям предлагать свой товар конечным потребителям» [19].

В Саратовском ГАУ Т.Б. Путивская и В.И. Норовяткин провели обоснование организации сети молокомаатов для сельскохозяйственного предприятия, расположенного на расстоянии 90 км от областного центра, определили точку безубыточности реализации молока через сеть молокомаатов в г. Саратове на уровне 200 л, рассмотрели варианты торговой сети из 4 и 9 молокомаатов со сроками окупаемости соответственно 1,9 и 0,9 лет [19]. В публикации доцента кафедры биотехнологий и ветеринарной медицины Смоленской ГСХА И.М. Кугелева приведены расчеты по обоснованию экономической эффективности реализации молока через молокомааты, сделаны выводы об окупаемости проекта за 13 месяцев и возможности достижения рентабельности 90,2% при реализации молока [8]. В целом же приходится констатировать, что несмотря на определенное распространение вендинговой торговли молоком, перспективы использования молокомаатов не находят пока достаточного научного обоснования.

#### **Результаты и их обсуждение**

Нами проведены расчеты по организационно-экономическому обоснованию реализации цельного молока в розлив через вендинговые аппараты. На российском рынке до последнего времени предлагались различные модели как импортных молокомаатов, так и отечественных. В данном случае рассматривается вендинговый аппарат отечественного производства под брендом «А-молоко», предлагаемый ООО «Живой поток» Дмитровского района Московской области. В расчетах учитывалась скидка в размере 5% при покупке от трех аппаратов и цены, указанные в прайс-листе на сайте <https://www.a-moloko.ru>. Из шести предложенных моделей выбор был остановлен на модели «Краснодар» с двумя сменными активными молочными танками на 210 л каждый, которые также именуют картриджами, поскольку необходима их периодическая промывка, дезинфекция



и заправка непосредственно на территории торговой точки (при использовании пассивных танков) или полная замена вместе с молоконасосом и трубками (если применяются молочные танки активного типа). Последний вариант значительно упрощает обслуживание. При продаже цельного непастеризованного молока (именно такой вариант был просчитан) необходима ежедневная замена картриджа, при заправке пастеризованного молока возможна замена картриджа один раз в три дня, что обусловлено более длительным сроком возможного хранения продукта – в течение 72 часов. Однако при этом теряется сама специфика позиционирования товара как натурального продукта без каких-либо обработок, доставляемого в кратчайшие сроки напрямую от фермы к потребителю.

Одним из ключевых факторов, влияющих на экономическую эффективность автоматизированной продажи молока, является его цена. Ниже приведены некоторые предложения мелкооптовых партий молока сырого коровьего в радиусе 150 км от Краснодара (05.01.2023) на интернет-сервисе Авито: 33 руб. за 1 л (х. Братковский Усть-Лабинского района), 40 руб. за 1 л (х. Нижняя Гостагайка, г. Анапа), 40 руб. за 1 л (сырое коровье молоко, прошедшее первичную очистку (фильтрование) и охлажденное до +4°C, минимальная партия 1000 л – х. Беднягина, Тимашевский район), 59 руб. за 1 л (при минимальном заказе от 150 л для сыроварения – пос. Архипо-Осиповский). Следует отметить, что это цены предложения, причем некоторые из них ориентированы на целевого потребителя – сыроварни, и далеко не всегда мелким поставщикам удается заключить договоры на таких условиях. Молокозаводы Кубани в декабре 2022 г. проводили закупки молока сырого коровьего высшего сорта с учетом содержания жира и белка по ценам до 36–38 руб. за 1 кг [7]. Принимая во внимание, что плотность молока высшего сорта согласно ГОСТу равна 1,028 г/см<sup>3</sup> [5], соответствующий диапазон цен за 1 л будет от 35,02 до 36,96 руб. В расчетах по экономическому обоснованию реализации молока с использованием вендинговых аппаратов нами принята средняя величина из этого диапазона – 35,99 руб., округленная до целых, т. е. 36 руб. за 1 л.

Заполнение молочных емкостей осуществляется охлажденным молоком на ферме, обычно это молоко вечерней дойки, охлаждение которого при использовании любого способа (прямого охлаждения, охлаждения ледяной водой или ледяной водой с трубчатый теплообменником) происходит в течение 3 часов. Надо заметить, что возможна поставка молока и несколько раз в день. Так, в Йошкар-Оле товар позиционировался как молоко утренней дойки, и планировалась также поставка молока вечерней дойки. Для облегчения перемещения по горизонтали емкости монтируются на прочный корпус с небольшими колесами, однако вертикальное перемещение при погрузочно-разгрузочных работах требует либо наличия платформ (которые в большинстве случаев отсутствуют), либо специального оборудования. В качестве такого оборудования могут выступать гидролифты или гидроборта, которые монтируются не только на много-, но и на малотоннажные автомобили и даже пикапы. В качестве транспортного средства предусматривается использовать одну из самых распространенных моделей малотоннажного автомобиля производства Горьковского автозавода Газель Бизнес 3302-750 грузоподъемностью 1,5 т с дооборудованием раскладным гидробортом ОМАНА Е38-78 грузоподъемностью до 450 кг, что позволит осуществлять транспортировку до 6 баков за один рейс, а также их погрузку и выгрузку даже в стесненных условиях.

Предельно простая процедура смены молочного танка активного типа – картриджа вместе со смонтированным насосом и шлангами – сводится к отключению его от электропитания и отсоединению наливной форсунки, замена выполняется водителем-экспедитором и грузчиком. Применение малотоннажного автомобиля упрощает поиск кандидатур водителя ввиду возможности управления обладателем водительского удостоверения категории «В» и снижает зарплатную нагрузку. При обосновании принимались во внимание зарплатные ожидания кандидатов на должности водителя-экспедитора и грузчи-

ка в Краснодарском крае на информационной платформе Авито и сайте компании HeadHunter в январе 2023 г., их заработная плата заложена в расчеты на уровне соответственно 50 и 25 тыс. руб. в месяц, предусмотрены законодательно установленные отчисления на социальные нужды. Работа персонала осуществляется преимущественно в ночное время, поэтому в соответствии с требованиями ст. 96 Трудового Кодекса РФ сокращается на один час, однако такой продолжительности смены достаточно для выполнения рейса на рассматриваемые проектные расстояния, поскольку в неактивное время суток удастся избежать простоев в транспортных заторах.

Эксплуатация молокомаатов существенно отличается от других видов вендинговых автоматов не только необходимостью регулярной замены скоропортящегося товара, но и его большой массой, которую требуется регулярно доставлять на значительные расстояния. В базовом варианте расчетов предусмотрена транспортировка на расстояние 50 км, в дальнейшем проводились вычисления и при иной удаленности мест расположения аппаратов. При таком пробеге автомобиля его ресурс до капитального ремонта сохранится в течение 10 лет. Расход топлива (бензин АИ-92) заложен в расчетах не на уровне 9,8 л, указываемом в технических характеристиках дилерами, а с учетом отзывов реальных владельцев – 12 л на 100 км для смешанного (трасса/город) цикла движения. Использован средний уровень цен в крае на бензин АИ-92 в конце декабря 2022 г. – 48,36 руб. за 1 л [23]. Прочие затраты на транспортные средства включают расходы на техническое обслуживание, обязательное страхование ответственности, уплату транспортного налога.

Вендинговый аппарат занимает небольшую площадь, но требует расположения в бойком месте с высокой проходимостью и большим числом потенциальных покупателей молока, предпочтительно размещение внутри круглосуточно работающих помещений, поскольку смена картриджей производится как правило в ночное время, а также поскольку для установки оборудования вне помещений потребуются приобретение металлического киоска и подключения его к электросети. Разумеется, выбор места расположения молокомата зависит от многих факторов, которые не всегда удается предусмотреть, а поэтому граничит с искусством ведения предпринимательской деятельности. Арендная плата за размещение одного аппарата в наших расчетах предусмотрена на уровне 5 тыс. руб. в месяц.

В расходах предусмотрен неизбежный мелкий ремонт вендингового аппарата. Услуги по продаже и обслуживанию вендинговых автоматов в Краснодаре оказывают около 50 организаций [4], поэтому с физической доступностью технической поддержки эксплуатации вендинговых аппаратов в крае проблем не должно быть. Затраты в значительной мере зависят от расходов на молоко, арендной платы за установку аппарата, зарплаты работников, расстояния от фермы до места расположения молокомаатов, их количества. Молокомат не требует подключения к сетям водоснабжения и канализации, обычно оборудуется канистрой объемом 8–10 л с чистой водой и пустой емкостью такого же объема для сбора воды, использованной для омыwania отсека налива в аппарате. Расходы на электроэнергию зависят от мощности, в нашем случае расчеты проводились для молокомата мощностью 850 Вт.

Современные молокоматы адаптированы к различным формам оплаты, оборудованы монето- и купюроприемниками, терминалами для оплаты картами, обеспечивают ставшую обязательной для вендинга с 01.07.2018 передачу информации о каждой продаже оператору фискальных данных (ОФД), который, в свою очередь, передает сведения Федеральной налоговой службе, а также дисплей для отражения QR-кода чека, что стало обязательным с 01.02.2020 [15]. При этом надо иметь в виду, что касса не может работать без фискального накопителя (ФН), замену которого надо производить раз в три года (через 36 мес.), такой накопитель стоит ориентировочно от 13,2 до 17,8 тыс. руб., услуга по замене обойдется в сумму около 1,5 тыс. руб., но замена может выполняться и самостоятельно. После замены накопитель обязательно надо хранить в течение 5 лет.

При перемещении молокомата с одной торговой точки на другую потребуются заново пройти регистрацию. Также необходимо заключение договора с ОФД, годовой контракт обходится в 3 тыс. руб., трехгодовой – от 6,5–6,7 тыс. руб. у разных операторов. За дополнительную плату возможно подключение пакета СМС-уведомлений, стоимость зависит от выбранного количества сообщений в месяц. Некоторые операторы в стоимость контракта включают дополнительные функции: безлимитная отправка чеков по СМС и др. Молокоматы обязательно оборудуются онлайн-кассой, одна онлайн-касса может использоваться для обслуживания нескольких вендинговых аппаратов [20]. Возможна аренда облачной онлайн кассы, арендная плата зависит от количества молокоматов и дополнительных опций. При расчетах затрат на ФН, услуги ОФД, услуги связи и телеметрии мы ориентировались на тарифы операторов фискальных данных [16] и компаний по оказанию услуг удаленного мониторинга торговых аппаратов [25], комиссия за эквайринг взята из предложений одного из российских банков.

Все эти моменты надо принимать во внимание, но бояться их сельским предпринимателям, ранее не сталкивавшимся с контрольно-кассовой техникой, не стоит. По нашему мнению, используемые при эксплуатации молокоматов технологии не являются более сложными в сравнении с применяемыми при работе современных зерноуборочных комбайнов с интеллектуальной навигацией в поле или роботов-дояров на ферме. Сельским труженикам под силу освоить и торговые аппараты по продаже сельскохозяйственной продукции. Подбрав подходящий тариф и сделав выбор между покупкой и арендой кассы, можно добиться некоторой экономии, однако расчеты свидетельствуют, что этот фактор не оказывает принципиального влияния на эффективность и окупаемость проекта. Помимо сугубо фискальных функций, оборудование позволяет получать статистику продаж, данные об ошибках и сбоях, а также оптимальной эксплуатации сети торговых автоматов.

Следует также обратить внимание на соблюдение санитарных требований и обработку молочных картриджей, которая выполняется не на месте установки аппарата, а на ферме, где производится их многоэтапная автоматизированная СР-обработка, дезинфекция и заполнение. Собственные транспортные средства необходимы для бесперебойной поставки молока, к тому же логично маршрут начинать из села, а не из города, чтобы обеспечить постоянное наличие товара в молокоматах. Разделяя высказанное на страницах журнала «Молочная промышленность» мнение И.А. Соломахи о том, что «автоматизированная продажа молока – это бизнес непосредственно для производителя молока» [17], мы осуществляли расчеты для внутрихозяйственного подразделения, занимающегося торговлей молоком через автоматы и осваивающем новые для Краснодарского края каналы реализации, способствующие укреплению позиций производителей сельскохозяйственной продукции на стадии ее реализации.

Розничная цена молока, реализуемого в розлив, определяется продавцами самостоятельно. Например, 06.01.2023 ООО «Натуральные продукты» осуществляло выездную торговлю из бочки в г. Краснодаре в микрорайоне Юбилейном по цене 68 руб. за 1 л пастеризованного молока жирностью 3,6%. В основном варианте расчетов мы использовали более низкий уровень цен – 65 руб. за 1 л. По состоянию на начало 2023 г. цена реализации 1 л молока коровьего, позиционируемого продавцами как домашнее, колеблется в г. Краснодаре от 60 до 100 руб. (информация интернет-сервиса Авито). В одном из вариантов расчетов мы использовали среднюю величину из этого диапазона – 80 руб. за 1 л. Уместно отметить, что по Краснодарскому краю имеются предложения от личных подсобных хозяйств граждан: от 38 руб. (в удаленных хуторах) до 120 руб. за 1 л (курортные поселки на побережье), средняя величина диапазона (79 руб.) также близка к принятому в расчетах уровню.

В подтверждение реалистичности заложенных в расчеты цен рассмотрим сложившийся уровень потребительских цен на молоко в городах Кубани (табл. 1).

Таблица 1. Средние потребительские цены на молоко в городах Краснодарского края по данным выборочного статистического обследования Росстата в июле 2022 г., руб. за 1 л [22]

| Обследованная территория | Молоко цельное 2,5–3,2% жирности |                 |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------|
|                          | пастеризованное                  | стерилизованное |
| Краснодарский край       | 69,92                            | 97,33           |
| г. Краснодар             | 70,96                            | 90,02           |
| г. Армавир               | 66,09                            | 99,04           |
| г. Ейск                  | 71,20                            | 106,65          |
| г. Новороссийск          | 66,72                            | 93,90           |
| г. Сочи                  | 76,10                            | 112,21          |
| г. Туапсе                | 71,02                            | 98,91           |

В июле 2022 г. в городах Кубани розничная цена 1 л пастеризованного молока находилась в диапазоне от 66,09 до 76,1 руб., стерилизованного молока – от 90,02 до 112,21 руб. В ноябре 2022 г. средняя по Краснодарскому краю (в городской и сельской местности) потребительская цена 1 л молока питьевого цельного пастеризованного 2,5–3,2% жирности составила 69,46 руб. [21]. Непосредственное прямое сравнение цен на молоко, прошедшее только охлаждение и позиционируемое как натуральный продукт с естественным содержанием жира и белка, с ценой товара, прошедшего более глубокую обработку и предназначенного для более длительного хранения, будет некорректным. Однако эта информация необходима для позиционирования продукта на рынке.

Размер маржи при розничной продаже молока по всем приведенным оценкам представляется внушительным. Однако эту величину необходимо сопоставлять с величиной совокупных затрат на реализацию проекта и учитывать возможные риски и угрозы. Речь идет и об оценке емкости рынка, охватываемого конкретным вендинговым аппаратом с учетом его месторасположения, и о возможных изменениях в регулировании молочного потребительского рынка, поскольку со стороны государства прослеживается вполне обоснованное стремление к обеспечению безопасности молочных продуктов, противодействию их фальсификации.

Поставщики вендингового оборудования из других стран говорят о возможных объемах реализации одним автоматом «80–550 литров и больше молока ежедневно» [13], отечественный опыт также подтверждает возможность реализации за сутки всего объема емкости (210 л) при удачном расположении торговой точки. И в этой ситуации автоматическое информирование о снижении остатков товара или телеметрическое наблюдение за каждым молокомамом окажется весьма эффективным средством недопущения простоя оборудования. Такое применение технологии интернета вещей (Internet of Things, IoT) и межмашинного взаимодействия (Machine-to-Machine, M2M) для точного управления товарными запасами представляется логичным продолжением прецизионных технологий сельского хозяйства при продвижении сельскохозяйственной продукции и продовольствия к потребителю. Однако в большинстве случаев полностью содержимое молочного картриджа реализовать за сутки не удастся. Предприниматели на основе практического опыта работы говорят о 7% уровне остатков молока (эта величина использована в наших расчетах), а также о возможности реализации непроданного через вендинговые аппараты молока, например в сыроварении [17]. Но проще всего использовать остатки нереализованного молока на корм скоту, что и практикуется очень часто.

Имеются рекомендации о неиспользовании несортного молока в качестве корма [29], но прямых запретов этого не существует [28], да и свои свойства находившаяся при постоянной низкой температуре продукция сохраняет. Мониторинг температуры в аппарате осуществляется постоянно, нештатные ситуации, например отключение электроэнергии и повышение температуры молока, не только фиксиру-

ются, но и сопровождаются автоматической остановкой работы молокомата во избежание реализации потребителям испорченного продукта. На эту особенность обращают внимание И.М. Кугелев и О.И. Солнцева, исследовавшие продажу цельного молока на фермерских рынках, в магазинах и через молокоматы и пришедшие к выводу о том, что «покупать молоко на фермерских рынках не всегда безопасно» [9].

Автоматизированная продажа молока способствует исключению вероятности продажи продукции при ее порче и одновременно позволяет дифференцировано подходить к использованию остатков молока. В наших расчетах предусмотрена реализация непроданного вендинговыми аппаратами молока по «бросовым» ценам, примерно вдвое ниже себестоимости производства, на уровне 15% от розничной цены. Естественно, речь идет о продукции, не побывавшей в экстремальных условиях.

Основные показатели проектных расчетов организации автоматизированной продажи молока приведены в таблице 2.

Таблица 2. Обоснование организации автоматизированной продажи молока в розлив

| Наименование показателя   | Вариант 1 | Вариант 2  | Вариант 3  |
|---|-----------|------------|------------|
| <b>Расходы</b>  |           |            |            |
| Количество молокоматов, шт.   | 1         | 3          | 6          |
| Приобретение основных средств, всего, руб.                                | 3 172 600 | 4 465 750  | 6 457 900  |
| в т. ч. торговые автоматы, руб.   | 699 000   | 1 992 150  | 3 984 300  |
| автомобиль с гидробортом, руб.  | 2 473 600 | 2 473 600  | 2 473 600  |
| Амортизационные отчисления, всего, руб.                                   | 347 217   | 531 953    | 816 546    |
| в т. ч. вендинговое оборудование, руб.                                    | 99 857    | 284 593    | 569 186    |
| транспортные средства, руб.   | 247 360   | 247 360    | 247 360    |
| Затраты на топливо, руб.  | 211 817   | 211 817    | 211 817    |
| Прочие затраты на транспортировку, руб.                                   | 30 275    | 30 275     | 30 275     |
| Арендная плата за размещение аппаратов, руб.                              | 60 000    | 180 000    | 360 000    |
| Объем реализуемого молока за год, л                                       | 76 650    | 229 950    | 459 900    |
| Стоимость молока по оптовым ценам, руб.                                   | 2 759 400 | 8 278 200  | 16 556 400 |
| Годовая заработная плата с отчислениями, руб.                             | 1 170 000 | 1 170 000  | 1 170 000  |
| Мелкий ремонт вендингового аппарата, руб.                                 | 11 000    | 33 000     | 66 000     |
| ФН, услуги ОФД, связи и телеметрии, руб.                                  | 23 700    | 46 060     | 54 160     |
| Комиссия за эквайринг, руб.   | 93 197    | 277 610    | 554 229    |
| Коммунальные услуги (электроэнергия), руб.                                | 74 460    | 223 380    | 446 760    |
| Прочие расходы на молокоматы, руб.  | 54 750    | 54 750     | 109 500    |
| Итого расходов  | 4 835 816 | 11 146 544 | 20 594 687 |
| <b>Результаты и доходы</b>  |           |            |            |
| Объем реализованного молока через молокоматы, л                           | 71284,5   | 213853,5   | 427 707    |
| Выручка от реализации через молокоматы, руб.                              | 4 633 493 | 13 900 478 | 27 800 955 |
| Выручка от реализации остатков непроданного молока на выпойку скота, руб. | 52 314    | 156 941    | 313 882    |
| Выручка, всего, руб.  | 4 685 806 | 14 057 418 | 28 114 837 |
| <b>Эффект и эффективность</b>   |           |            |            |
| Прибыль, руб.   | -150 009  | 2 910 874  | 7 520 150  |
| Коэффициент использования грузоподъемности автомобиля                     | 0,2       | 0,5        | 1,0        |
| Фондоотдача   | 1,48      | 3,15       | 4,35       |
| Рентабельность проекта, %   | -3,10     | 26,11      | 36,52      |
| Срок окупаемости, лет   | ×         | 1,53       | 0,86       |

Расчеты показали, что проект эксплуатации одного торгового аппарата не окупается, является убыточным и непривлекательным. Сеть из трех молокомаатов, хотя и требует меньших стартовых сумм капитала по сравнению с третьим вариантом, предусматривающим эксплуатацию шести единиц оборудования, но значительно уступает ему, а поэтому может рассматриваться лишь как некий промежуточный ориентир при расширении деятельности. Для организации продажи молока с использованием шести торговых автоматов потребуется около 6,5 млн руб. основных средств, ежегодно через молокомааты можно продавать более 427 т молока, получать свыше 7,5 млн руб. прибыли, проект окупится менее, чем за 11 месяцев.

Вместе с тем следует признать, что эффективность вендинговой торговли молоком, хотя и подтверждается расчетами, свидетельствующими о реалистичности ее организации, все же уступает доходности и простоте обслуживания многих других разновидностей вендинга, скажем тех же кофейных автоматов. В этой связи в дальнейшем представляется уместной разработка предложений по поддержке реализации сельскохозяйственной продукции не только на организуемых во многих городах предпраздничных продажах продовольственных товаров, ярмарках выходного дня, предоставлении торговых мест на рынках фермерам и другим производителям продукции, но и в создании некоторых преференций в организации автоматизированной торговли сельскохозяйственной продукцией. И в этой сфере есть прецеденты в виде некоторых послаблений при реализации питьевой воды с помощью автоматов, а также содействия органов власти при аренде площадей под автоматы. Противостояние производителей, переработчиков и ритейлеров, лоббирование своих интересов вполне ожидаемо и объяснимо, но потребитель заинтересован в расширении спектра вариантов удовлетворения потребности в молочной продукции, и органы власти призваны находить компромиссные решения, соблюдающие баланс интересов всех участников рынка. Формирование соответствующего институционального кластера в агропромышленном комплексе, ориентированного на автоматизированную реализацию сельскохозяйственной продукции, будет способствовать предотвращению возможных необоснованных изменений цен каким-либо участником логистической цепочки.

### **Заключение**

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что использование автоматизированной продажи молока будет способствовать укреплению добросовестной конкуренции на молочном рынке. Прежде всего в этом заинтересованы небольшие хозяйства фермеров и предпринимателей, стратегия развития которых связана с производством высококачественной продукции, завоеванием своей уникальной ниши на рынке молочных продуктов и привлечении потребителей, ориентированных на потребление натуральных продуктов. Вендинговая продажа молока в розлив не вступает в прямую конкуренцию с упакованным молоком, а скорее, способствует расширению его потребления, привлекая внимание потребителей к группе молочной продукции в целом.

Торговля молоком в розлив показывает свою устойчивость и продолжает существовать практически повсеместно, несмотря на значительное расширение удельного веса реализации упакованного молока, прошедшего нормализацию по жиру и белку, пастеризацию или стерилизацию, расфасовку в тару для длительного хранения.

Проведенные экономические расчеты и обоснования подтверждают возможность успешной организации автоматизированной продажи молока с применением вендинговых аппаратов на Кубани. В дальнейшем предполагается провести компьютерные экспериментальные расчеты, изучить влияние изменения уровней цен на молоко и молочные автоматы, объемов реализации, расстояний транспортировки продукции на экономическую эффективность автоматизированной реализации молока.

**Список источников**

1. Бойкова А.В., Тюник О.Р., Никишин А.Ф. Перспективы развития автоматизированной торговли с использованием инструментов мобильной коммерции // Экономика и предпринимательство. 2017. № 7(84). С. 474–476.
2. Бойцова Ю.С., Аленин И.П. Статистика и тенденции развития рынка вендинговых автоматов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. № 10-2(49). С. 75–79. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-11121.
3. Бостоганашвили Е.Р. Мировой и российский рынки розничной торговли в условиях цифровой экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Т. 8, № 2А. С. 155–165.
4. Вендинг в Краснодаре. Справочник организаций в Краснодаре [Электронный ресурс]. URL: <https://krasnodar.spravker.ru/vending/> (дата обращения: 11.11.2022).
5. ГОСТ Р 52054-2003. Молоко натуральное коровье – сырое. Технические условия. Москва: ИПК Издательство Стандартов, 2003. 34 с.
6. Доронкина Л.Н., Горбенко Л.Н. Анализ и перспективы развития вендинга в России и за рубежом // Экономика строительства. 2012. № 4(17). С. 24–28.
7. Коробка А.Н. Экономика Кубани сельским хозяйством прирастать будет // Вольная Кубань. 2022. № 96(2747). С. 4.
8. Кугелев И.М. Вендинговая торговля молоком как фактор повышения конкурентоспособности молочного животноводства // Становление и развитие предпринимательства в России: история, современность и перспективы: сборник материалов международной конференции (Смоленск, 27 мая 2016 г.) Москва: ООО «Научный консультант», 2016. С. 126–129.
9. Кугелев И.М., Солнцева О.И. Новые формы розничной торговли молоком, вендинговая продажа // Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию юбилею со дня основания факультета технологического менеджмента (зооинженерного) (Ставрополь, 16–17 апреля 2015 г.). Ставрополь: АГРУС, 2015. Т. 2. С. 201–204.
10. Литвиненко Ю. Обзор рынка молокомаатов: требования и перспективы роста // Milknews. Новости и аналитика молочного рынка. 18 июля 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/longridy/molokomaty.html> (дата обращения: 11.11.2022).
11. Мирошниченко В.В. Сущность вендинга и прогнозы его дальнейшего использования // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2013. № 1. С. 172–175.
12. Молокомат – полное описание бизнеса // Бизнес-портал Dela.Biz [Электронный ресурс]. URL: <https://dela.biz/vendingovy-biznes/456-molokomat-polnoe-opisanie-biznesa.html?ysclid=lcke7f9eaw512362561> (дата обращения: 11.11.2022).
13. Молочные автоматы итальянского производителя DF Italia // Оборудование для переработки молока [Электронный ресурс]. URL: <https://milkfresh.com.ua/molochavtom.html> (дата обращения: 12.11.2022).
14. Молочные фермеры находят спасение от диктата переработчиков // Портал агропромышленного комплекса Беларуси [Электронный ресурс]. URL: [https://agrobeltarus.by/articles/prodovolstvie/molochnye\\_fermery\\_nakhodyat\\_spasenie\\_ot\\_diktata\\_pererabotchikov/](https://agrobeltarus.by/articles/prodovolstvie/molochnye_fermery_nakhodyat_spasenie_ot_diktata_pererabotchikov/) (дата обращения: 12.11.2022).
15. О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчетов в Российской Федерации: Федеральный закон от 22.05.2003 г. № 54-ФЗ (ред. от 29.12.2022 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12130951/> (дата обращения: 12.01.2023).
16. Первый ОФД (оператор фискальных данных) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.1-ofd.ru/> (дата обращения: 24.11.2022).
17. Продажа молока через автоматы // Молочная промышленность. 2011. № 11. С. 36–38.
18. Путивская Т.Б., Норовяткин В.И. Экономическое обоснование проекта создания сети молокомаатов // Агрофорсайт. 2022. № 2(39). С. 16–24.
19. Родионова Н.К., Бурмистрова А.А., Кондрашова И.С. Совершенствование региональной системы сбыта сельскохозяйственной продукции // Ученые записки Тамбовского регионального отделения Вольного экономического общества России. 2013. Т. 14, № 1-2. С. 212–223.
20. Рудецкая А. В. Телеметрия для вендинга: обзор рынка и критерии выбора // Информационные технологии XXI века: сборник научных трудов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2021. С. 457–461.
21. Средние потребительские цены на отдельные виды продовольственных товаров по Краснодарскому краю в ноябре 2022 года // Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея (Росстат) [Электронный ресурс]. URL: [https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/03KR\\_CENI\\_PROD\\_1122.pdf](https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/03KR_CENI_PROD_1122.pdf) (дата обращения: 11.11.2022).
22. Средние потребительские цены (тарифы) на товары и услуги в обследуемых городах Краснодарского края на 1 июля 2022 года // Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея (Росстат) [Электронный ресурс]. URL: [https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/Ned03\\_pitanie\\_26.pdf](https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/Ned03_pitanie_26.pdf) (дата обращения: 11.11.2022).
23. Средние цены на бензин в Краснодарском крае // Цены на бензин в России [Электронный ресурс]. URL: [https://www.benzin-price.ru/stat\\_60days.php?region\\_id=23](https://www.benzin-price.ru/stat_60days.php?region_id=23) (дата обращения: 11.11.2022).

24. Суханова И.Ф., Норовяткин В.И., Путивская Т.Б. Экономическая эффективность реализации сырого молока через создание сети молокомаатов // Научное обозрение: теория и практика. 2022. Т. 12, № 2(90). С. 203–213. DOI 10.35679/2226-0226-2022-12-2-203-213.
25. Телеметрон. Цены [Электронный ресурс]. URL: <https://telemetron.ru/about/price> (дата обращения: 12.11.2022).
26. Трясцин М.М., Кузнецов В.И. Альтернативные способы реализации фермерской продукции как путь повышения их экономической эффективности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2014. № 8. С. 51–54.
27. Трясцин М.М., Кузнецов В.И. Инновационные методы сбыта продукции как пути повышения эффективности деятельности фермерских хозяйств // Пермский аграрный вестник. 2014. № 2(6). С. 70–77.
28. Филиппов Д. Выпойка телят несортным молоком // Агровестник. 23.12.2016. URL: <https://agrovosti.net/lib/tech/cattle-tech/выпойка-телят-несортным-молоком.html> (дата обращения: 11.11.2022).
29. Хансон М. Несортное молоко в кормлении телят – безопасно ли? Перевод А. Романенко // Direct.Farm. URL: <https://direct.farm/post/nesortovoye-moloko-v-kormlenii-tyelat-bezopasno-li-17238?ysclid=lcprvqq7f912979932> (дата обращения: 11.11.2022).

### References

1. Boykova A.V., Tyunik O.R., Nikishin A.F. Perspektivy razvitiya avtomatizirovannoy torgovli s ispol'zovaniem instrumentov mobil'noj kommersii [Prospects for the development of automated trade using the tools of mobile commerce]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economics and Entrepreneurship*. 2017;7(84):474-476. (In Russ.).
2. Boytsova Yu.S., Alenin I.P. Statistika i tendentsii razvitiya rynka vendingovykh avtomatov [Statistics and development trends of the vending automatic market]. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2020;10-2(49):75-79. DOI 10.24411/2500-1000-2020-11121. (In Russ.).
3. Bostoganashvili E.R. Mirovoj i rossijskij rynki roznicnoj torgovli v usloviyakh tsifrovoj ekonomiki [World and Russian retail market in the digital economy]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: Yesterday, Today, Tomorrow*. 2018;8-2A:155-165. (In Russ.).
4. Vending v Krasnodare. Spravochnik organizatsij v Krasnodare [Vending in Krasnodar. Directory of organizations in Krasnodar]. URL: <https://krasnodar.spravker.ru/vending/>. (In Russ.).
5. GOST R 52054-2003. Moloko natural'noe korov'e syroe. Tekhnicheskie usloviya [Fresh cow's milk – raw material. Specifications]. Moscow: Standards Publishing House, 2003. 34 p. (In Russ.).
6. Doronkina L.N., Gorbenko A.V. Analiz i perspektivy razvitiya vendinga v Rossii i za rubezhom [Analysis and prospects of vending development in Russia and abroad]. *Ekonomika stroitel'stva = Construction Economy*. 2012;4(17):24-28. (In Russ.).
7. Korobka A.N. Ekonomika Kubani sel'skim khozyajstvom prirastat' budet [The Kuban economy will grow by agriculture]. *Vol'naya Kuban' = Free Kuban*. 2022;96(2747):4. (In Russ.).
8. Kugelev I.M. Vendingovaya torgovlya molokom kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti molochnogo zivotnovodstva [Vending milk trade as a factor of increasing the competitiveness of dairy cattle husbandry]. Stanovlenie i razvitie predprinimatel'stva v Rossii: istoriya, sovremennost' i perspektivy: sbornik materialov mezhdunarodnoj konferentsii (Smolensk, 27 maya 2016 g.) [Formation and development of entrepreneurship in Russia: history, modernity and prospects: Proceedings of the International Conference (Smolensk, May 27, 2016)]. Moscow: Nauchnyj konsul'tant Publishing House, 2016:126-129. (In Russ.).
9. Kugelev I.M., Solntseva O.I. Novye formy roznicnoj torgovli molokom, vendingovaya prodazha [New forms of milk retail, vending sale]. Perspektivy i dostizheniya v proizvodstve i pererabotke se'skokhozyajstvennoj produktcii: sbornik nauchnykh statej po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 85-letnemu yubileyu so dnya osnovaniya fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta (zoo-inzhenernogo) (Stavropol', 16-17 aprelya 2015 g.) [Prospects and achievements in the production and processing of agricultural products: Proceedings of scientific articles based on the materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 85<sup>th</sup> anniversary of the foundation of the Faculty of Technological Management (Zooengineering) (Stavropol, April 16-17, 2015)]. Stavropol: ARGUS; 2015;2:201-204. (In Russ.).
10. Litvinenko Yu. Obzor rynka molokomatov: trebovaniya i perspektivy rosta [Milkbot market overview: requirements and growth prospects]. *Milknews. Novosti i analitika molochnogo rynka = Milknews. Dairy Market News and Analytics*. July 18, 2019. URL: <https://milknews.ru/longridy/molokomaty.html>. (In Russ.).
11. Miroshnichenko V.V. Sushchnost' vendinga i prognozy ego dal'nejshego ispol'zovaniya [The essence of the vending and forecasts of its further use]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki = Fundamental and Applied Researches of the Cooperative Sector of the Economy*. 2013;1:172-175. (In Russ.).
12. Molokomat – polnoe opisanie biznesa. Biznes-portal Dela.Biz [Milkbot – full description of the business. Business portal Dela.Biz]. URL: <https://dela.biz/vendingovyy-biznes/456-molokomat-polnoe-opisanie-biznesa.html?ysclid=lcke7f9eaw512362561>. (In Russ.).
13. Molochnye avtomaty ital'yanskogo proizvoditelya DF Italia. Oborudovanie dlya pererabotki moloka [Dairy machines of the Italian manufacturer DF Italia. Milk processing equipment]. URL: <https://milkfresh.com.ua/molochavtom.html>. (In Russ.).



14. Molochnye fermery nakhodyat spasenie ot diktata pererabotchikov. Portal agropromyshlennogo kompleksa Belarusi [Dairy farmers find salvation from the dictates of agricultural manufacturers. Portal of the Agro-Industrial Complex of Belarus]. URL: [https://agobelarus.by/articles/prodovolstvie/molochnye\\_fermery\\_nakhodyat\\_spasenie\\_ot\\_diktata\\_pererabotchikov/](https://agobelarus.by/articles/prodovolstvie/molochnye_fermery_nakhodyat_spasenie_ot_diktata_pererabotchikov/). (In Russ.).
15. O primeneniі kontrol'no-kassovoj tekhniki pri osushchestvlenii raschetov v Rossijskoj Federatsii: Federal'nyj zakon ot 22.05.2003 g. № 54-FZ (red. ot 29.12.2022 g.) [Concerning the Use of Cash Register Equipment when Making Payments in the Russian Federation: Federal Law No. 54-FZ of 22.05.2003 (as amended on 29.12.2022)]. URL: <https://base.garant.ru/12130951/>. (In Russ.).
16. Pervyj OFD (operator fiskal'nykh dannyx) [The first OFD (operator of fiscal data)]. <https://www.1-ofd.ru/>. (In Russ.).
17. Prodazha moloka cherez avtomaty [Sale of milk by milkbots]. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy Industry*. 2011;11:36-38. (In Russ.).
18. Putivskaya T.B., Norovyatkin V.I. Ekonomicheskoe obosnovanie proekta sozdaniya seti molokomatov [Economic justification of the project to create a network of milk dispensaries]. *Agroforsajt = Agroforesight*. 2022;2(39):16-24. (In Russ.).
19. Rodionova N.K., Burmistrova A.A., Kondrashova I.S. Sovershenstvovanie regional'noj sistemy sbyta sel'skokhozyajstvennoj produkcii [Improving the regional marketing system of agricultural products]. *Uchenye zapiski Tambovskogo regional'nogo otdeleniya Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii = Scientific Papers of Tambov Regional Branch of the Free Economic Society of Russia*. 2013;B14;1-2:212-223. (In Russ.).
20. Rudetskaya A.V. Telemetriya dlya vendinga: obzor rynka i kriterii vybora [Telemetry for vending: market overview and selection criteria]. *Informatsionnye tekhnologii XXI veka: sbornik nauchnykh trudov [Information technologies of the XXI century: A collection of scientific papers]*. Khabarovsk: Pacific State University Press; 2021:457-461. (In Russ.).
21. Srednie potrebitel'skie tseny na otdel'nye vidy prodovol'stvennykh tovarov po Krasnodarskomu krayu v noyabre 2022 goda. Upravlenie federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Krasnodarskomu krayu i Respublike Adygeya (Rosstat) [Average consumer prices for certain types of food products in Krasnodar Krai in November 2022. Department of the Federal State Statistics Service for the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea (Rosstat)]. URL: [https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/03KR\\_CENI\\_PROD\\_1122.pdf](https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/03KR_CENI_PROD_1122.pdf). (In Russ.).
22. Srednie potrebitel'skie tseny (tarify) na tovary i uslugi v obsleduemykh gorodakh Krasnodarskogo kraya na 1 iyulya 2022 goda. Upravlenie federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Krasnodarskomu krayu i Respublike Adygeya (Rosstat) [Average consumer prices (tariffs) for goods and services in the surveyed cities of the Krasnodar Territory as of July 1, 2022. Department of the Federal State Statistics Service for the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea (Rosstat)]. URL: [https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/Ned03\\_pitanie\\_26.pdf](https://krsdstat.gks.ru/storage/mediabank/Ned03_pitanie_26.pdf). (In Russ.).
23. Srednie tseny na benzin v Krasnodarskom krae. Tseny na benzin v Rossii [Average fuel prices in Krasnodar Krai. Fuel prices in Russia]. URL: [https://www.benzin-price.ru/stat\\_60days.php?region\\_id=23](https://www.benzin-price.ru/stat_60days.php?region_id=23). (In Russ.).
24. Sukhanova I.F., Norovyatkin V.I., Putivskaya T.B. Ekonomicheskaya effektivnost' realizatsii syrogo moloka cherez sozdanie seti molokomatov [Economic efficiency of raw milk sales through the creation of a network of milk machines]. *Nauchnoe obozrenie: teorija i praktika = Scientific Review: Theory and Practice*. 2022;12(90):203-213. DOI 10.35679/2226-0226-2022-12-2-203-213. (In Russ.).
25. Telemetron. Tseny [The telemetron. Prices]. URL: <https://telemetron.ru/about/price>. (In Russ.).
26. Tryastin M.M., Kuznetsov V.I. Al'ternativnye sposoby realizatsii fermerskoj produkcii kak put' povysheniya ikh ekonomicheskoy effektivnosti [Alternative methods for realizing the farmers' products as the way for raising their economic efficiency]. *Ekonomika sel'skokhozyajstvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatij = Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2014;8:51-54. (In Russ.).
27. Tryastin M.M., Kuznetsov V.I. Innovatsionnye metody sbyta produkcii kak puti povysheniya effektivnosti deyatel'nosti fermerskikh khozyajstv [Innovative methods of agrarian output as a way to increase its efficiency]. *Permskij agrarnyj vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2014;2(6):70-77. (In Russ.).
28. Filippov D. Vypojka telyat nesortovym molokom [Drinking calves with ungraded milk]. *Agrovestnik = Agrovesti.net*. 23.12.2016. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/cattle-tech/vypojka-telyat-nesortovym-molokom.html>. (In Russ.).
29. Hanson M. Nesortovoe moloko v kormlenii telyat – bezopasno li? [Is it safe to use ungraded milk in feeding calves?]. *Direct.Farm*. URL: <https://direct.farm/post/nesortovoye-moloko-v-kormlenii-telyat-bezopasno-li-17238?ysclid=iclpvqoq7f912979932>. (In Russ.).

#### Информация об авторе

С.А. Бурда – аспирант кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», [saburda@mail.ru](mailto:saburda@mail.ru).

#### Information about the author

S.A. Burda, Postgraduate Student, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, [saburda@mail.ru](mailto:saburda@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 17.01.2023; одобрена после рецензирования 25.02.2023; принята к публикации 28.02.2023.

The article was submitted 17.01.2023; approved after reviewing 25.02.2023; accepted for publication 28.02.2023.

© Бурда С.А., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_233

**О ходе выполнения национальных проектов в Арктической зоне  
Российской Федерации на примере Чукотского автономного округа**

Николай Николаевич Гагиев<sup>1✉</sup>, Людмила Петровна Гончаренко<sup>2</sup>,  
Сергей Александрович Сыбачин<sup>3</sup>, Анна Александровна Шестакова<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

<sup>1</sup>gagiev.nn@rea.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Национальные проекты играют важнейшую роль в социально-экономическом развитии как страны в целом, так и ее отдельных регионов. Общий объем выделяемых средств на национальные проекты в РФ вырос с 26 до 39 трлн руб. за период 2018–2021 гг. Для оценки реализации национальных проектов возникла необходимость анализа хода их выполнения в одном из регионов. В качестве объекта углубленных исследований был выбран регион российской Арктической зоны – Чукотский автономный округ. Анализ статистических данных показал, что большая часть расходов в рамках выполнения национальных проектов связана с развитием человеческого капитала (образование, здравоохранение, культура, демография), а не инфраструктуры, что объясняется труднодоступностью и удаленностью многих территорий округа, а также суровыми природно-климатическими условиями, что в совокупности приводит к повышенным расходам в строительстве. Одной из основных проблем всех национальных проектов остается крайне сложное оценивание реального влияния бюджетных расходов на рост уровня и качества жизни граждан. Еще одной проблемой является отсутствие учета специфики регионов Севера и Арктики при формировании целевых показателей и выделяемых бюджетных средств. К числу проблем, сдерживающих развитие АЗ РФ, относится высокая зависимость региональных проектов автономного округа от федерального бюджета. Если в 2019 г. доля федеральных средств от общего объема выделяемых средств на реализацию РП составляла 58%, то уже в 2020 г. – 71,1%. Проведенное исследование показало, что в Чукотском АО национальные проекты имеют ярко выраженную социальную направленность: наибольший объем средств до 2025 г. будет направлен на решение жилищных проблем, повышение доступности и качества здравоохранения, улучшение демографического состояния территорий, образовательной инфраструктуры, развитие малого и среднего бизнеса. Таким образом, национальные проекты можно назвать «локомотивами» развития социально-экономической сферы региона.

**Ключевые слова:** Арктическая зона, Чукотский автономный округ, национальные проекты, региональные проекты, социально-экономическое развитие

**Благодарности:** Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ на тему «Структурные сдвиги в экономике и обществе по результатам достижения целевых индикаторов реализации Национальных проектов, дающие возможности для организации новых сфер социально-экономической деятельности, в том числе коммерческой, как в России, так и за рубежом» (проект № FSSW-2020-0010); авторы благодарят Департамент финансов, экономики и имущественных отношений Чукотского автономного округа, Аппарат Губернатора и Правительства Чукотского автономного округа за предоставленные данные.

**Для цитирования:** Гагиев Н.Н., Гончаренко Л.П., Сыбачин С.А., Шестакова А.А. О ходе выполнения национальных проектов в Арктической зоне Российской Федерации на примере Чукотского автономного округа // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 233–242. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_233-242](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_233-242).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Concerning implementation of national projects  
in the Arctic zone of the Russian Federation  
in a specific context of the Chukotka Autonomous Okrug**

Nikolay N. Gagiev<sup>1✉</sup>, Liudmila P. Goncharenko<sup>2</sup>, Sergey A. Sybachin<sup>3</sup>, Anna A. Shestakova<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

<sup>1</sup>gagiev.nn@rea.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** National projects play a crucial role in the socio-economic development of both the country as a whole and its individual regions. The total amount of funds allocated for national projects in the Russian Federation increased from 26 to 39 trillion rubles for the period 2018-2021. To assess the implementation of national projects, it became necessary to analyze the progress of their implementation in one of the regions. The region of the Russian Arctic

zone, the Chukotka Autonomous Okrug, was chosen as the object of in-depth research. The analysis of statistical data showed that most of the expenditures within the framework of the implementation of national projects are related to the development of human capital (education, health, culture, demography), and not infrastructure, which is explained by the inaccessibility and remoteness of many territories of the region, as well as harsh natural and climatic conditions, which together leads to increased construction costs. One of the main problems of all national projects remains the extremely difficult assessment of the real impact of budget expenditures on the growth of the standard and quality of life of citizens. Another problem is the lack of consideration of the specifics of the regions of the North and the Arctic in the formation of targets and allocated budget funds. Among the problems hindering the development of the AZ of the Russian Federation is the high dependence of regional projects of the Autonomous Okrug on the federal budget. If in 2019 the share of federal funds from the total amount allocated for the implementation of the RP was 58%, then in 2020 it was 71.1%. The conducted research has shown that in the Chukotka Autonomous Okrug, national projects have a pronounced social orientation: the largest amount of funds until 2025 will be allocated for solving housing problems, improving the availability and quality of healthcare, improving the demographic condition of territories, educational infrastructure, and developing small and medium-sized businesses. Thus, national projects can be called "locomotives" of the development of the socio-economic sphere of the region.

**Keywords:** Arctic zone, Chukotka Autonomous Okrug, national projects, regional projects, socio-economic development

**Acknowledgements:** The article was prepared in the course of the fulfillment of the State task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation "Structural shifts in the economy and society based on the results of achieving target indicators for the implementation of National projects, which provide opportunities for the organization of new spheres of socio-economic activity, including commercial, both in Russia and abroad" (project no. FSSW-2020-0010); the authors are grateful to the Department of Finance, Economics and Property Relations of the Chukotka Autonomous Okrug, the Executive Office of the Governor and the Government of the Chukotka Autonomous Okrug for the data provided.

**For citation:** Gagiev N.N., Goncharenko L.P., Sybachin S.A., Shestakova A.A. Concerning implementation of national projects in the Arctic zone of the Russian Federation in a specific context of the Chukotka Autonomous Okrug. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):233-242. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_233-242](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_233-242).

**А**рктика представляет собой уникальный регион, в последние годы все сильнее привлекающий внимание государств северной части Тихого океана. Для решения ключевых социально-экономических проблем и повышения уровня эффективности развития был создан новый режим поддержки предпринимательства – Арктическая зона Российской Федерации, призванный оказывать поддержку инвесторам на всей территории и создавать для них максимально комфортные условия ведения бизнеса.

В Арктической зоне принято выделять сухопутные территории, в том числе земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. и других актах СССР [12]. Согласно указу Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» с изменениями и дополнениями, к Арктической зоне причислены административные образования 9 регионов. Кроме того, в 2020 г. был принят Федеральный закон «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации» [10], в соответствии с которым АЗ РФ распространяется на следующие территории:

- 1) Мурманская область (все районы);
- 2) Ненецкий автономный округ (все районы);
- 3) Чукотский автономный округ (все районы);
- 4) Ямало-Ненецкий автономный округ (все районы);
- 5) части территории следующих субъектов РФ:
  - а) Республика Коми (4 муниципалитета);
  - б) Республика Карелия (6 муниципалитетов);
  - в) Республика Саха (Якутия) (13 муниципалитетов);
  - г) Архангельская область (город Архангельск и 8 муниципалитетов);
  - д) Красноярский край (город Норильск, 3 муниципалитета и 10 сельских поселений).

Общая площадь сухопутной части Арктической зоны Российской Федерации (АЗ РФ) составляет 4,8 млн км<sup>2</sup> (28% территории страны). Здесь по состоянию на

01.01.2021 проживало 2 605 769 чел. [13], то есть около 1,8% от общей численности населения страны и больше половины населения мировой Арктики. Следует отметить, что по сравнению с 2019 г. численность населения увеличилась на 7%, однако рост был достигнут за счет включения в Арктическую зону новых территорий. Арктическая зона России формирует пятую часть федерального бюджета.

В России реализуется Государственная программа социально-экономического развития Арктической зоны РФ, включающая 145 проектов, 17 из которых определены приоритетными. Каждый приоритетный проект является системообразующим, предназначен для решения задачи комплексного развития арктической территории, имеет межотраслевой и межтерриториальный характер, а также создает мультипликативные эффекты для других локальных проектов в регионе, на прилегающих неарктических территориях и в экономике страны в целом.

Национальные проекты (далее НП) – одни из ключевых, каркасообразующих элементов реализации национальных целей развития до 2030 г. [11]. Именно на реализацию поставленных целей с 2021–2024 гг. будет направлено около 39 трлн руб. [5], то есть НП продолжат оставаться основным драйвером изменений на всей территории страны, в том числе на Арктических территориях.

Цель исследования – оценить ход реализации национальных проектов в зоне Арктики на примере Чукотского автономного округа (ЧАО). Для анализа были выбраны данные за 2019–2020 гг., поскольку именно этот период характеризовался наиболее активным и эффективным исполнением НП по сравнению с 2018 г., когда происходила декомпозиция, уточнение, детализация целевых значений и финансов и доведения их до регионов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ реализуемых национальных проектов в Чукотском АО; оценить ход реализации региональных проектов в субъекте; выявить ключевые направления и проблемы при реализации национальных проектов.

При выполнении работы использовали такие методы исследования, как логический, институциональный и сравнительный анализы, а также индуктивный метод обобщения полученных результатов. В рамках исследования были использованы данные официальной статистики, региональных министерств и ведомств Чукотского АО, ежегодные отчеты о ходе реализации проектов, материалы Счетной палаты округа.

Вопросы, связанные с реализацией национальных проектов, нашли отражение в трудах российских ученых. Например, Е.М. Бухвальд в работе [1] отмечает, что национальные проекты «...могут рассматриваться как новый, более актуальный и адаптированный к вызовам времени вариант структуризации государственных (целевых) программ», а в совместной с О.Б. Ивановым работе [4], подчеркивая важность национальных проектов, указывает, что они «...создают основу для дальнейшего развития программно-целевых методов управления, прежде всего, для широкого использования проектной деятельности». В.В. Огнева и С.А. Шачнев [9] исследовали различные аспекты финансового обеспечения, результативности и нормативно-правового обеспечения реализации национальных проектов.

Р.В. Савкина, отмечая высокие риски национальных проектов, ставит под сомнение достижение заявленных масштабных целей [14]. И.А. Яременко указывает на риски искажения информации о фактических и запланированных объемах расходов региональных бюджетов на реализацию национальных проектов [16]. А.В. Зозуля с соавт. подчеркивает необходимость создания в регионах специальных подразделений в структурах администраций для повышения эффективности управления национальными проектами [3].

В рамках разработанных на федеральном уровне 12 национальных проектов и «Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» субъекты самостоятельно формировали собственные региональные проекты (далее РП) с учетом поставленных задач, имеющегося финансирования, соответствующей инфраструктуры и потребностей регионов.

Чукотский автономный округ принимает участие в 10 из 12 приоритетных национальных проектов, которые реализуются с 2019 по 2024 г., поскольку НП «Производительность труда и поддержка занятости» еще не был начат, а НП «Наука» не может быть реализован по причине отсутствия научных и образовательных организаций высшего образования (за исключением одного филиала Северо-Восточного федерального университета) на территории субъекта.

В 2019 г. было заключено 46 соглашений о реализации региональных проектов на территории округа. Разработаны и утверждены 43 региональных проекта, которые базируются на 10 национальных проектах. Законом об окружном бюджете на 2019 г. предусмотрено финансирование 26 региональных проектов. За счет средств федерального бюджета профинансированы мероприятия 18 региональных проектов.

На реализацию региональных проектов предусмотрено выделение 1183,5 млн руб., в том числе средства федерального бюджета – 685,9 млн руб., средства окружного бюджета – 479,4 млн руб., средства местных бюджетов – 18,2 млн руб.

По состоянию на 01.01.2020 кассовый расход средств на реализацию мероприятий региональных проектов составил 1127,3 млн руб. (95,3%). Стоит отметить, что в 2019 г. осуществлялось финансирование не всех региональных проектов (табл. 1).

**Таблица 1. Финансирование региональных проектов Чукотского автономного округа в 2019 г.**

| Национальные проекты  | Количество РП, (финансирование в 2019 г.) | Бюджет на 2019 г., млн руб. | Кассовый расход, млн руб. | Освоение, % |
|---|---|-----------------------------|---------------------------|-------------|
| Здравоохранение   | 6   | 323,7                       | 323,0                     | 99,8        |
| Образование   | 2   | 20,8                        | 14,3                      | 68,8        |
| Демография  | 3   | 221,9                       | 199,0                     | 89,7        |
| Культура  | 2   | 26,5                        | 25,8                      | 97,4        |
| Безопасные и качественные автомобильные дороги  | 2   | 65,4                        | 65,4                      | 100,0       |
| Жилье и городская среда   | 2   | 154,6                       | 154,6                     | 100,0       |
| Экология  | 3   | 17,4                        | 12,4                      | 71,3        |
| Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы | 4   | 219,3                       | 219,3                     | 100,0       |
| Цифровая экономика  | 2   | 133,9                       | 113,5                     | 84,8        |
| Международная кооперация и экспорт  | –   | –                           | –                         | –           |
| <b>Итого</b>  | <b>26</b>                                 | <b>1183,5</b>               | <b>1127,3</b>             | <b>95,3</b> |

Как показал проведенный анализ, большая часть расходов в рамках выполнения национальных проектов связана именно с развитием человеческого капитала (образование, здравоохранение, культура, демография), а не инфраструктуры, что объясняется труднодоступностью и удаленностью многих территорий округа, а также суровыми природно-климатическими условиями.

В 2019 г. финансирование поступало преимущественно на реализацию НП «Здравоохранение», «Демография», а также «МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Именно на эти три национальных проекта приходилось 65% от общего объема финансирования (табл. 1).

Приведем основные результаты реализации региональных проектов [2] (объем финансового обеспечения указан по результатам мониторинга НП Счетной палатой Чукотского АО в 2019 г. [6]):

а) в рамках НП «Здравоохранение» РП «Развитие системы оказания первичной медико-санитарной помощи»: дополнительные вылеты санитарной авиации, осуществляемые за счет бюджетов субъектов РФ. По данным за 2019 г., было запланировано 133 вылета, а совершено 145, затраты составили 247,5 млн руб.;

б) в рамках НП «Демография» РП «Финансовая поддержка семей при рождении детей»: в регионе осуществляется единовременная финансовая поддержка семей в связи с рождением (усыновлением) первого ребенка, сумма поддержки – 47341,6 тыс. руб.; также предусмотрена единовременная финансовая поддержка на приобретение жилья семьям, имеющим детей, в размере 43500,0 тыс. руб.;

в) в рамках НП «МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» РП «Расширение доступа субъектов МСП к финансовой поддержке, в том числе к льготному финансированию» оказана государственная финансовая поддержка МСП на сумму 161887,9 тыс. руб.

Среди иных значимых результатов реализации региональных проектов в 2019 г. необходимо выделить следующее:

- оснащение медицинским оборудованием регионального и районного сосудистых отделений медицинских учреждений, детской поликлиники в г. Анадырь;

- осуществление интеграции сервиса «Региональная электронная регистратура» с сервисом «Федеральная электронная регистратура», в результате чего у граждан Чукотского АО появилась возможность записи на прием к врачу в личном кабинете «Мое здоровье» на Едином портале государственных и муниципальных услуг (функций);

- выполнение ремонтных работ спортивного зала и спортивных площадок в трех муниципальных образовательных учреждениях с. Амгуэма и с. Рыркайпий городского округа Эгвекинот, с. Илирней Билибинского муниципального района;

- оснащение спортивно-технологическим оборудованием спортивных площадок 6 муниципальных районов и городских округов;

- приобретение двух передвижных многофункциональных культурных центров (автоклубов): для центров культуры, досуга и народного творчества п.г.т. Угольные Копи Анадырского муниципального района и п.г.т. Эгвекинот городского округа Эгвекинот;

- приобретение оборудования, учебной литературы и музыкальных инструментов для детской школы искусств Анадырского муниципального района;

- для учреждений, уполномоченных на борьбу с пожарами, приобретены три единицы для тушения лесных пожаров, а также дополнительное оборудование для проведения мероприятий по охране лесов от возгорания.

Кроме того, в 2019 г. в ЧАО реализовались (в рамках собственных инициатив и полномочий региональных органов власти) мероприятия, направленные на достижение целей Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», но не включенных в национальные и федеральные проекты:

- в рамках проекта «Цифровая Чукотка» реализуются мероприятия по улучшению качества жизни населения через обеспечение учреждений и сельского населения Чукотского автономного округа качественными каналами связи с возможностью подключения к сети Интернет;

- в рамках проекта «Экология» реализуются мероприятия по ликвидации наиболее опасных объектов, вредящих окружающей среде, например в навигационный период осуществлен вывоз отходов в количестве 3956 т в г. Владивосток;

- в рамках проекта «Культура» проведены региональные конкурсы юных исполнителей и юных пианистов, проведен Третий международный фестиваль арктического кино «Золотой ворон» и окружной фольклорный фестиваль «Эргав-2019».

В 2020 г. на территории Чукотского АО утверждено 46 региональных проектов по 11 национальным проектам, за исключением НП «Наука». При этом РП «Новые возможности для каждого» (в рамках НП «Образование») досрочно завершён по причине невозможности его реализации на территории Чукотского автономного округа из-за отсутствия на территории округа обособленного, юридически самостоятельного учреждения высшего образования (реализация мероприятий регионального проекта предусматривает грантовую поддержку учреждений высшего образования, направленную на развитие системы непрерывного образования).

На реализацию региональных проектов предусмотрено выделение 1920,3 млн руб. [8], в том числе средства федерального бюджета – 365,5 млн руб., средства окружного бюджета – 562,9 млн руб.

По состоянию на 01.01.2021 кассовый расход средств на реализацию мероприятий региональных проектов составил 1868,2 млн руб. (97,3%) [7]. Следует отметить, что в 2020 г. осуществлялось финансирование не всех региональных проектов (табл. 2).

**Таблица 2. Финансирование региональных проектов в 2020 г. (по состоянию на 01.01.2021)**

| Национальные проекты  | Количество РП, (финансирование в 2020 г.) | Бюджет на 2020 г., млн руб. | Кассовый расход, млн руб. | Освоение, % |
|---|---|-----------------------------|---------------------------|-------------|
| Здравоохранение   | 6   | 508,2                       | 492,7                     | 97,0        |
| Образование   | 3   | 288,8                       | 277,6                     | 96,1        |
| Демография  | 5   | 442,7                       | 420,5                     | 95,0        |
| Культура  | 2   | 13,7                        | 13,2                      | 96,4        |
| Безопасные и качественные автомобильные дороги  | 3   | 64,6                        | 64,5                      | 99,9        |
| Жилье и городская среда   | 2   | 293,8                       | 292,8                     | 99,7        |
| Экология  | 4   | 29,2                        | 29,2                      | 100         |
| Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы | 4   | 155,6                       | 155,6                     | 100         |
| Цифровая экономика  | 2   | 123,7                       | 122,1                     | 98,7        |
| Международная кооперация и экспорт  | -   | -                           | -                         | -           |
| Производительность труда и поддержка занятости  | -   | -                           | -                         | -           |
| Итого   | 31  | 1920,3                      | 1868,2                    | 97,3        |

Большая часть мероприятий региональных проектов была реализована в IV квартале 2020 г. в связи с ожиданием поставок различного оборудования, строительных материалов и др. в навигационный период (июль-октябрь).

В 2020 г., также как и в 2019 г., наибольший объем средств был направлен на развитие человеческого капитала (табл. 2). НП «Здравоохранение», «Демография», «Жилье и городская среда», а также «Образование» являются лидирующими по объему направленных на реализацию бюджетных средств. Помимо роста абсолютных показателей объема денежных средств, вырос и относительный показатель освоения бюджетных средств (до 97,3%).

Для достижения поставленных в региональных проектах целей финансовое обеспечение на 2019–2024 гг. оценивается в 9323,5 млн руб. (табл. 3).

**Таблица 3. Общий объем финансового обеспечения региональных проектов до 2024 г. (по состоянию на 01.09.2020)**

| Национальный проект   | Всего,<br>млн руб. |
|---|--------------------|
| Здравоохранение   | 2249,7             |
| Жилье и городская среда                                       | 2005,4             |
| Демография  | 1615,3             |
| МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы | 928,3              |
| Образование   | 894,6              |
| Цифровая экономика  | 619,5              |
| Безопасные и качественные автомобильные дороги                | 458,4              |
| Экология  | 448,7              |
| Культура  | 78,1               |
| Международная кооперация и экспорт                            | 25,5               |
| Производительность труда и поддержка занятости                | -                  |
| Итого   | 9323,5             |

Наиболее «дорогие» региональные проекты (на реализацию в 2019–2024 гг. запланировано):

- «Обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» – 1890,9 млн руб.;
- «Развитие системы оказания первичной медико-санитарной помощи» – 1282,3 млн руб.;
- «Финансовая поддержка семей при рождении детей» – 984,1 млн руб.;
- «Борьба с онкологическими заболеваниями» – 665,2 млн руб.;
- «Расширение доступа субъектов МСП к финансовым ресурсам, в том числе к льготному финансированию» – 660,7 млн руб.;
- «Современная школа» – 641,3 млн руб.;
- «Информационная инфраструктура» – 601,0 млн руб.

Наименее «затратные» региональные проекты (на реализацию в 2019–2024 гг. запланировано):

- «Безопасность дорожного движения» – 2,0 млн руб.;
- «Популяризация предпринимательства» – 2,8 млн руб.;
- «Обеспечение медицинских организаций системы здравоохранения квалифицированными кадрами» – 5,7 млн руб.;
- «Старшее поколение» – 9,9 млн руб.;
- «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» – 10,0 млн руб.;
- «Развитие детского здравоохранения, включая создание современной инфраструктуры оказания медицинской помощи детям» – 10,4 млн руб.

На реализацию 13 РП выделение бюджетных средств не предусмотрено: «Укрепление общественного здоровья»; «Развитие экспорта медицинских услуг»; «Поддержка семей, имеющих детей»; «Молодые профессионалы (повышение конкурентоспособности профессионального образования)»; «Социальная активность»; «Жилье»; «Информационная безопасность»; «Кадры для цифровой экономики»; «Цифровые технологии»; «Цифровая культура»; «Улучшение условий ведения предпринимательской деятельности»; «Экспорт услуг»; «Системные меры развития международной кооперации и экспорта».

Одной из основных проблем реализации всех национальных проектов остается крайне сложное оценивание реального влияния бюджетных расходов на рост уровня и качества жизни граждан. Очевидно, высокий уровень освоения бюджетных средств не всегда является синонимом эффективной работы органов государственной власти и не



позволяет однозначно оценить влияние потраченных средств. Необходимо продумать механизмы оценки влияния происходящих изменений в рамках национальных проектов на жизнь граждан.

Также проблемой является отсутствие учета специфики регионов Севера и Арктики при формировании целевых показателей и выделяемых бюджетных средств. Арктические регионы и Чукотский АО, в частности, являются труднодоступными, характеризуются суровыми природно-климатическими условиями, хозяйственная деятельность сильно зависит от фактора сезонности, что в итоге значительно удорожает как ведение любых видов деятельности, так и проживание на данных территориях. Следует учитывать повышенные затраты в рамках выделения средств на национальные проекты, поскольку иначе это может грозить невыполнением либо существенным снижением целевых показателей, что, безусловно, скажется на результатах реализации РП. Именно в Арктических регионах следует пересмотреть принципы «бюджетного федерализма», что поможет более эффективно решать накопившиеся финансовые проблемы.

К числу проблем, сдерживающих развитие АЗ РФ, относится высокая зависимость региональных проектов автономного округа от федерального бюджета. Если в 2019 г. доля федеральных средств от общего объема выделяемых средств на реализацию региональных проектов составляла 58%, то уже в 2020 г. – 71,1%. Всего на период 2019–2024 гг. установлены значения по 159 показателям, при этом из 11,2 млрд руб. почти 9,4 млрд руб. (около 84%) будет выделено федеральным бюджетом. Высокая зависимость от федеральных средств может привести к корректировке выделяемых средств и, как следствие, сокращению показателей и итоговых результатов.

### **Выводы**

Проведенное исследование показало высокую значимость и особую роль, которая отводится национальным проектам в Арктических регионах, а именно в Чукотском автономном округе. Национальные проекты в Чукотском АО имеют ярко выраженную социальную направленность: наибольший объем средств до 2025 г. предусмотрен для решения жилищных проблем, повышения доступности и качества здравоохранения, улучшения демографического состояния территорий, образовательной инфраструктуры, развития малого и среднего бизнеса. Иными словами, национальные проекты являются «локомотивами» развития социально-экономической сферы региона.

Каждый регион Арктики уникален, неповторим, имеет свои особенности развития, которые необходимо учитывать при проведении государственной политики. Важным в процессе реализации преимущественно «отраслевых» по своему характеру федеральных национальных проектов является их согласование с теми приоритетами, которые закладываются относительно трендов пространственной структуры национальной экономики и вытекающих из этого задач государственной политики регионального развития.

На наш взгляд, задачей национальных проектов российского Севера и Арктики является не только обеспечение комфортного уровня жизни населения, но и создание таких условий, благодаря которым повысится инвестиционная привлекательность данных территорий, а местное население получит «особые» преференции. Потребность в этом объясняется тем, что наблюдающийся из года в год отток постоянного населения, снижение привлекательности данных территорий, «обезлюдение» северных просторов приводят к появлению нового осмысления процессов освоения, обживания и развития Севера и Арктики. Данная ситуация стала следствием того, что на современном этапе развития Арктики, «...достижение интересов индустриального развития арктических территорий имеет выраженный приоритет над задачей повышения качества жизни местного населения» [15]. Именно национальные проекты должны внести свой вклад в изменение сложившейся ситуации.

**Список источников**

1. Бухвальд Е.М. Национальные проекты в системе стратегического планирования в Российской Федерации // Теория и практика общественного развития. 2019. № 2(132). С. 51. DOI 10.24158/tipor.2019.2.8.
2. Единый портал бюджетной системы Российской Федерации. Результаты реализации региональных проектов согласно паспортам проектов [Электронный ресурс]. URL: budget.gov.ru/epbs/faces/p/Nacionalnye%20proekty/Перечень%20региональных%20проектов/ Результаты%20региональных%20проектов (дата обращения: 03.12.2021).
3. Зозуля А.В., Зозуля П.В., Еремина Т.Н. Современные проблемы реализации приоритетных национальных проектов // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11, № 1. С. 15. URL: <https://esj.today/PDF/21ECVN119.pdf>.
4. Иванов О.Б., Бухвальд Е.М. Национальные проекты России: региональное измерение // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2019. № 1. С. 37–53. DOI: 10.24411/2071-6435-2019-10067.
5. Кабмин скорректировал нацпроекты // POOL/TASS [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10333941> (дата обращения: 03.12.2021).
6. На Чукотке оценили ход реализации национальных проектов. 2019 г. // Инвестиционный портал Чукотского автономного округа [Электронный ресурс]. URL: <https://invest-chukotka.ru/news/na-chukotke-ocenili-hod-realizaczi-nacziionalnykh-proektov> (дата обращения: 03.12.2021).
7. На Чукотке оценили ход реализации национальных проектов. 2020 г. // Инвестиционный портал Чукотского автономного округа [Электронный ресурс]. URL: [http://schet87.ru/assets/download/447/Мониторинг\\_нацпроектов\\_2020.pdf](http://schet87.ru/assets/download/447/Мониторинг_нацпроектов_2020.pdf) (дата обращения: 03.12.2021).
8. Об окружном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов: Закон Чукотского автономного округа от 02.12.2019 № 100-ОЗ (принят Думой Чукотского автономного округа 29.11.2019) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73156254/> (дата обращения: 03.12.2021).
9. Огнева В.В., Шачнев С.А. Государственные национальные проекты: политическое целеполагание и проблемные аспекты эффективности реализации // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. 2019. Т. 9, № 3. С. 120–131.
10. О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации: Федеральный закон от 13.07.2020 № 193-ФЗ (ред. от 11.06.2021) [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357078/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357078/) (дата обращения: 03.12.2021).
11. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357927/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/) (дата обращения: 03.12.2021).
12. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 13.05.2019) [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_162553/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162553/) (дата обращения: 03.12.2021).
13. Оценка численности постоянного населения сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации в среднем за год [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ZJrYt8xA/rok\\_84.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ZJrYt8xA/rok_84.xls) (дата обращения: 03.12.2021).
14. Савкина Р.В. Национальные проекты в системе мер по достижению целей эффективного развития экономики // Инновации и инвестиции. 2020. № 4. С. 287–293.
15. Серова Н.А. Долгосрочная динамика экономического развития российской Арктики // Арктика и Север. 2021. № 43. С. 32–44. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.43.32.
16. Яременко И.А. Национальные проекты, госпрограммы, национальные цели. Как они скоординированы // Метод. Государственное и муниципальное управление. 2019. № 4. С. 40–43.

**References**

1. Buchwald E.M. Natsional'nye proekty v sisteme strategicheskogo planirovaniya v Rossijskoj Federatsii [National projects in the strategic planning system in the Russian Federation]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya = Theory and Practice of Social Development*. 2019;2(132):51. DOI 10.24158/tipor.2019.2.8. (In Russ.).
2. Edinyj portal byudzhetoj sistemy Rossijskoj Federatsii. Rezul'taty realizatsii regional'nykh proektov soglasno pasportov proektov [Unified portal of the budget system of the Russian Federation. Results of implementation of regional projects according to project passports]. URL: budget.gov.ru/epbs/faces/p/Nacionalnye%20proekty/ Perechen'%20regional'nyh%20proektov/Rezultaty%20regional'nyh%20proektov. (In Russ.).
3. Zozulya A.V., Zozulya P.V., Eremin T.N. Sovremennye problemy realizatsii prioritetnykh natsional'nykh proektov [Modern problems of implementation of priority national projects]. *Vestnik evrazijskoj nauki = The Eurasian Scientific Journal*. 2019;11(1):15. URL: <https://esj.today/PDF/21ECVN119.pdf>. (In Russ.).
4. Ivanov O.B., Buchwald E.M. Natsional'nye proekty Rossii: regional'noe izmerenie [National projects of Russia: regional dimension]. *ETAP: ekonomicheskaya teoriya, analiz, praktika = ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice*. 2019;1:37-53. DOI 10.24411/2071-6435-2019-10067. (In Russ.).
5. Kabmin skorrektiroval natsproekty. POOL/TASS [The Cabinet of Ministers has refined national projects. POOL/TASS]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/10333941>. (In Russ.).
6. Na Chukotke otsenili khod realizatsii natsional'nykh proektov. 2019 g. Investitsionnyj portal Chukotskogo avtonomnogo okruga [In Chukotka, the progress of national projects implementation in 2019 was assessed. Investment Portal of the Chukotka Autonomous Okrug]. URL: [https://docs.google.com/viewer?url=http://schet87.ru/assets/download/447/Monitoring\\_nacproektov\\_2019.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://schet87.ru/assets/download/447/Monitoring_nacproektov_2019.pdf). (In Russ.).

7. Na Chukotke otsenili khod realizatsii natsional'nykh proektov. 2020 g. Investitsionnyj portal Chukotskogo avtonomnogo okruga [In Chukotka, the progress of national projects implementation in 2020 was assessed. Investment Portal of the Chukotka Autonomous Okrug]. URL: [http://schet87.ru/assets/download/447/Monitoring\\_nacproektov\\_2020.pdf](http://schet87.ru/assets/download/447/Monitoring_nacproektov_2020.pdf). (In Russ.).

8. Ob okruzhnom byudzhetе na 2020 god i na planovyy period 2021 i 2022 godov: Zakon Chukotskogo avtonomnogo okruga ot 02.12.2019 № 100-OZ (prinyat Dumoj Chukotskogo avtonomnogo okruga 29.11.2019) [On the district budget for 2020 and for the planning period of 2021 and 2022: The Law of the Chukotka Autonomous Okrug of 02.12.2019 No. 100-OZ (adopted by the Duma of the Chukotka Autonomous Okrug on 29.11.2019)]. URL: <https://base.garant.ru/73156254/>. (In Russ.).

9. Ogneva V.V., Shachnev S.A. Gosudarstvennye natsional'nye proekty: politicheskoe tselepolaganie i problemnye aspekty effektivnosti realizatsii [State national projects: the political goal-setting and problematic aspects of implementation efficiency]. *Izvestija Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Istorija i pravo = Proceedings of the Southwest State University. Series: History and Law*. 2019;9(3):120-131. (In Russ.).

10. O gosudarstvennoj podderzhke predprinimatel'skoj deyatel'nosti v Arkticheskoj zone Rossijskoj Federatsii: Federal'nyj zakon ot 13.07.2020 № 193-FZ (red. ot 11.06.2021) [Concerning State Support of Entrepreneurial Activity in the Arctic Zone of the Russian Federation: Federal Law No. 193-FZ of 13.07.2020 (as in force on 11.06.2021)]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357078/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357078/). (In Russ.).

11. O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta RF ot 21.07.2020 № 474 [Concerning national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030: Decree of the President of the Russian Federation of 21.07.2020 No. 474]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357927/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/). (In Russ.).

12. O sukhoputnykh territoriyakh Arkticheskoj zony Rossijskoj Federatsii: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 02.05.2014 № 296 (red. ot 13.05.2019) [Concerning Land Territories of the Arctic Zone of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of 02.05.2014 No. 296 (as in force on 13.05.2019)]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_162553/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162553/). (In Russ.).

13. Otsenka chislennosti postoyannogo naseleniya sukhoputnykh territorij Arkticheskoj zony Rossijskoj Federatsii v srednem za god [Estimation of the permanent population of the land territories of the Arctic zone of the Russian Federation on average per year]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ZJrYt8xA/pok\\_84.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ZJrYt8xA/pok_84.xls). (In Russ.).

14. Savkina R.V. Natsional'nye proekty v sisteme mer po dostizheniyu tselej effektivnogo razvitiya ekonomiki [National projects in the system of measures to achieve the goals of effective economic development]. *Innovatsii i investitsii = Innovations and Investments*. 2020;4:287-293. (In Russ.).

15. Serova N.A. Dolgosrochnaya dinamika ekonomicheskogo razvitiya rossijskoj Arktiki [Long-term dynamics of economic development of the Russian Arctic]. *Arktika i Sever = Arctic and North*. 2021;43:32-44. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.43.32. (In Russ.).

16. Yaremenko I.A. Natsional'nye proekty, gosprogrammy, natsional'nye tseli. Kak oni skoordinirovany [National projects, state programs, national goals. How they are coordinated]. *Metod. Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie = Method. State and Municipal Management*. 2019;4:40-43. (In Russ.).

### Информация об авторах

Н.Н. Гагиев – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник НИИ «Развитие образования» ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», [gagiev.nn@rea.ru](mailto:gagiev.nn@rea.ru).

Л.П. Гончаренко – доктор экономических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, директор НИИ «Инновационная экономика» ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», [inn.economy@rea.ru](mailto:inn.economy@rea.ru).

С.А. Сыбачин – кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник НИИ «Инновационная экономика» ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», [inn.economy@rea.ru](mailto:inn.economy@rea.ru).

А.А. Шестакова – ассистент базовой кафедры Торгово-промышленной палаты РФ «Управление человеческими ресурсами» ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», [shestakova.aa@rea.ru](mailto:shestakova.aa@rea.ru).

### Information about the authors

N.N. Gagiev, Candidate of Economic Sciences, Leading Research Scientist, Educational Development Research Institute, Plekhanov Russian University of Economics, [gagiev.nn@rea.ru](mailto:gagiev.nn@rea.ru).

L.P. Goncharenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Director, Innovation-Driven Economy Research Institute, Plekhanov Russian University of Economics, [goncharenko.lp@rea.ru](mailto:goncharenko.lp@rea.ru).

S.A. Sybachin, Candidate of Economic Sciences, Docent, Leading Research Scientist, Innovation-Driven Economy Research Institute, Plekhanov Russian University of Economics, [sybachin.sa@rea.ru](mailto:sybachin.sa@rea.ru).

A.A. Shestakova, Assistant, Human Resources Management Basic Department of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation, Plekhanov Russian University of Economics, [shestakova.aa@rea.ru](mailto:shestakova.aa@rea.ru).

Статья поступила в редакцию 24.11.2022; одобрена после рецензирования 26.12.2022; принята к публикации 15.01.2023.

The article was submitted 24.11.2022; approved after revision 26.12.2022; accepted for publication 15.01.2023.

© Гагиев Н.Н., Гончаренко Л.П., Сыбачин С.А., Шестакова А.А., 2023

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.431.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_243

**Проблемы и перспективы развития крестьянских (фермерских) хозяйств  
и сельских индивидуальных предпринимателей в России**

Марина Владимировна Муравьева<sup>1✉</sup>, Игорь Леонидович Воротников<sup>2</sup>,  
Ахат Шакирович Ситалиев<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии  
имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>2</sup>Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

<sup>1</sup>e-mail muravmar2007@yandex.ru✉

**Аннотация.** Представлен анализ тенденций и перспектив развития малых форм хозяйствования на селе как альтернативы крупным и средним субъектам агробизнеса. На основе краткого обзора становления фермерства в России в постсоветский период времени выявлены сохранившиеся с 1990 г. недостатки и противоречия в формировании такой организационно-правовой формы, как крестьянские (фермерские) хозяйства. Приводятся государственные меры, которые положительно повлияли на эффективность функционирования российского АПК и фермерского движения. На основе статистических данных Федеральной службы государственной статистики графически представлена динамика численности малых форм хозяйствования (МФХ) в сельском хозяйстве России с 1991 по 2022 г., а также малых форм хозяйствования по направлению «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство». Построена картограмма, визуально показывающая четкое территориальное зонирование размещения и количества К(Ф)Х и ИП в сельском хозяйстве по регионам Российской Федерации. Показана динамика структуры производства основных видов сельскохозяйственной продукции в фактически действовавших ценах по организационным формам с 1990 по 2021 г., а также выполнена группировка К(Ф)Х и ИП по размеру сельскохозяйственных угодий и по численности поголовья КРС. Уделено внимание приоритетным направлениям государственной поддержки, оказываемой на стадии создания фермерских хозяйств и в ходе осуществления ими своей деятельности, приведены показатели господдержки малых форм хозяйствования в Саратовской области в 2019–2022 гг. Выявлены проблемы, сдерживающие рост эффективности К(Ф)Х и ИП. Предложен комплекс мер государственной поддержки, акцентирующий внимание на важности включения в число приоритетов малого сектора аграрной экономики и перераспределения мер господдержки сельхозпроизводителей с крупных на небольшие хозяйства и фермеров.

**Ключевые слова:** малые формы хозяйствования, эффективность, агробизнес, многоукладность, агропродовольственная политика

**Для цитирования:** Муравьева М.В., Воротников И.Л., Ситалиев А.Ш. Проблемы и перспективы развития крестьянских (фермерских) хозяйств и сельских индивидуальных предпринимателей // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 243–257. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_243-257](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_243-257).

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Challenges and opportunities of the development of peasant  
household farming units and individual entrepreneurs in agriculture**

Marina V. Muravieva<sup>1✉</sup>, Igor L. Vorotnikov<sup>2</sup>, Akhat Sh. Sitaliev<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1</sup>e-mail muravmar2007@yandex.ru✉

**Annotation.** The analysis of trends and opportunities of the development of small business patterns in rural areas as an alternative to large and medium-sized agribusiness entities is presented. Based on a brief overview of the formation of farming in Russia in the post-Soviet period, the shortcomings and contradictions that have persisted since 1990 in the formation of such an organizational and legal form as peasant household farming units have been identified. The state measures that have positively influenced the efficiency of the functioning of the Russian

Agro-Industrial Complex and the farmer movement are given. Based on the statistical data of the Federal State Statistics Service, the dynamics of the number of small business patterns in agriculture in Russia from 1991 to 2022, as well as small forms of farming in the direction of "Agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming" is graphically presented. A cartogram has been constructed that visually shows a clear territorial zoning of the distribution and quantity of PHFU and IE in agriculture by regions of the Russian Federation. The dynamics of the structure of production of the main types of agricultural products in actual prices by organizational forms from 1990 to 2021 is shown, as well as the grouping of PHFU and IE by the size of agricultural land and by the number of cattle. Attention is paid to the priority areas of state support provided at the stage of the creation of farms and in the course of their activities, the indicators of state support of small business entities in Saratov Oblast in 2019-2022 are given. The problems hindering the growth of the efficiency of PHFU and IE are identified. A set of state support measures is proposed, focusing on the importance of including the small sector of the agrarian economy among the priorities and redistributing state support measures for agricultural producers from large to small farms and farmers.

**Keywords:** small business patterns, efficiency, agribusiness, multistructurality, agri-food policy

**For citation:** Muravieva M.V., Vorotnikov I.L., Sitaliev A.Sh. Challenges and opportunities of the development of peasant household farming units and individual entrepreneurs in agriculture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):243-257. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_243-257](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_243-257).

**В** условиях политической и экономической турбулентности одним из важнейших приоритетов государственной агропродовольственной политики, залогом формирования устойчивости аграрного сектора в будущем является исследование функционирования малых форм хозяйствования. Споры, касающиеся эффективности крупного агробизнеса и малых форм хозяйствования (МФХ) на селе, возникают как на теоретико-методологическом, так и на практическом уровне. Значительное количество исследователей выражают убежденность, что многоукладность аграрной экономики с выделением значимого сектора малых форм хозяйствования имеет ключевое значение для сохранения сельских территорий, обеспечения занятости местного населения и повышения социальной стабильности.

Вместе с тем возникает острая необходимость качественного улучшения условий функционирования малых форм хозяйствования на селе, разработка мер, направленных на ресурсосбережение и рост экономической эффективности аграрных структур на основе кооперации и интеграции, а также принятия дополнительных мер государственной поддержки и диверсификации их деятельности.

Представлены результаты выполненного авторами анализа тенденций и перспектив развития малых форм хозяйствования на селе как альтернативы крупным и средним субъектам агробизнеса.

Развитие малых форм хозяйствования остается весьма важным элементом формирования продовольственной безопасности России, а сами фермеры и индивидуальные предприниматели в области сельского хозяйства вносят значительный вклад в сырьевое и продовольственное импортозамещение.

На основе изучения опубликованных источников по истории фермерства в России в постсоветский период времени [2, 3, 7, 10] выявлены сохранившиеся с 1990 г. недостатки и противоречия в становлении и развитии крестьянских (фермерских) хозяйств как организационно-правовой формы.

Несмотря на то что предпосылки создания экономически самостоятельных крепких крестьянских хозяйств возникли в России еще до 1917 г., реальное воплощение национального института фермерства стало возможным после 90-х гг. XX в. Отправной точкой создания и развития К(Ф)Х в современной России стало Постановление «Об аграрной политике КПСС в современных условиях», опубликованное в марте 1989 г. [14], ставшее единым общесоюзным законодательным актом, регулирующим общественные отношения в области использования и охраны земель. В дальнейшем последовала активная работа по формированию правовой базы для развития фермерства. Значимым стало реформирование земельных отношений как условие формирования многоуклад-

ной экономики села: в феврале 1990 г. были приняты «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик о земле» [24]. Чуть раньше, в январе 1990 г. была создана Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России (АККОР). В конце ноября 1990 г. принят первый закон РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» [20], который просуществовал до 2003 г. В декабре 1990 г. Съезд народных депутатов РСФСР, подтвердив многообразие и равенство государственной, колхозно-кооперативной, частной и коллективно-долевой форм собственности, выразил готовность поддерживать развитие всех форм хозяйствования: колхозов, совхозов, крестьянских хозяйств, их кооперативов и ассоциаций (Постановление Съезда народных депутатов РСФСР «О программе возрождения российской деревни и развития агропромышленного комплекса» [22]).

Реформа предусматривала сформировать многоукладную сельскую экономику, воссоздать институт частной собственности на землю и на этой основе заменить административные методы хозяйствования экономическими, основанными на законах рынка, создать на селе условия для предпринимательской деятельности и конкуренции. Следует отметить, что на этапе становления фермерства в России в начале 90-х гг. XX в. принятие решений было непоследовательным, в ряде регионов страны фермерские хозяйства «насаждались», создавались под давлением властных структур, массированно агитировавших бывших членов колхозов и совхозов, рекламируя преимущества экономической самостоятельности. Был сделан акцент не на усиление знаний в области сельскохозяйственного производства, а на противопоставление «плохого» коллективного производства и «хорошего» индивидуализма.

В ходе аграрной реформы фермерские хозяйства приобрели полную экономическую самостоятельность, однако их возможности в повышении производительности труда, организации высокоэффективного производства сельскохозяйственной продукции долгое время оставались неостребованными из-за нерешенных проблем. Острый недостаток финансовых средств, несвоевременность расчетов государства за продукцию, жесткий кредитный и налоговый прессинг – главные причины того, что многие фермеры, не видя выхода из создавшейся обстановки, теряли интерес к самостоятельному хозяйствованию и сворачивали свою деятельность. Процесс образования фермерских хозяйств с 1996 г. резко замедлился. В большинстве регионов России произошло абсолютное снижение численности фермерских хозяйств, а в целом по стране на каждые 100 вновь созданных хозяйств приходилось 96 прекративших свою деятельность. Каждое пятое фермерское хозяйство не имело тракторов, более половины – грузовых транспортных средств, еще хуже обстояло дело с прицепными машинами и технологическим оборудованием [9]. По этой причине большинство хозяйств не могло своевременно проводить весь комплекс работ, вносить в необходимых количествах минеральные и органические удобрения. Как отмечал В.С. Крылов, «наряду с «фермеризацией» всей России начался развал фермерских хозяйств» [6], обусловленный многими факторами, в том числе отсутствием мер государственной поддержки сельского хозяйства.

В это время формировалась правовая и организационная основа деятельности малых форм хозяйствования, которая до сих пор не лишена недостатков и противоречий. Так, остается неопределенность со статусом юридического лица для К(Ф)Х: по закону 1990 г. К(Ф)Х создавались в форме юридического лица (сейчас сохранилось около 13 тыс. хозяйств с таким статусом). В январе 1995 г. вступившими в силу положениями пункта 2 статьи 23 Первой части Гражданского кодекса Российской Федерации определялось, что создать крестьянское (фермерское) хозяйство можно только без статуса юридического лица в качестве индивидуального предпринимателя [5]. В законе 2003 г. К(Ф)Х [20], созданные до данного требования, сохраняют статус юридического лица с продлением нормы до 2028 г.

Государственная стратегия развития российского агропромышленного комплекса, намеченная в Национальном проекте «Развитие АПК» [13] (стартовал в 2006 г.), в Доктрине продовольственной безопасности [16], получила дальнейшее развитие ряде других документов. Основными документами, так или иначе касающимися АПК страны, являются государственные программы, предусматривающие оказание государственной поддержки АПК [15, 17, 19].

В настоящее время многие исследователи, а также практики отмечают, что правовой статус крестьянского (фермерского) хозяйства является едва ли не самой сложной и однозначно самой изменяемой организационно-правовой формой в гражданском праве России [5, 10, 18].

Основные трудности развития малых форм хозяйствования в отечественном АПК связаны с общими для всех организационно-правовых форм проблемами, такими как:

- нерешенность вопросов импортозамещения, в том числе в части формирования отечественного семенного и племенного фондов, а также производства средств производства;

- низкий уровень технического оснащения и интенсификации производства;

- экстенсивный тип хозяйствования, производство продукции с низкой добавленной стоимостью;

- дефицит квалифицированных кадров и отсутствие специалистов в области новейших агротехнологий [4].

Начиная с 2006 г. государством были предприняты усилия, реализован комплекс мер, положительно повлиявших на эффективность отечественного АПК в целом и фермерства в частности, среди которых можно отметить следующее:

- уменьшение зарегулируемости рынков продовольствия и агропромышленного комплекса национальной экономики со стороны органов государственной власти;

- разработка и реализация государственных программ финансовой помощи и поддержки в виде предоставления льготного кредитования, льготного налогообложения (например, при создании крестьянского (фермерского) хозяйства, регистрации индивидуального предпринимателя, а также в процессе их деятельности);

- существенное сокращение сроков регистрации и получения разрешительных лицензий субъектами крестьянских (фермерских) хозяйств в органах государственной власти;

- внедрение цифровизации и информатизации в установление отношений и коммуникаций между субъектами малого предпринимательства АПК России и представителями власти [1, 22].

Авторами рассчитана и приведена на рисунке 1 динамика численности малых форм хозяйствования в России за период с 1991 по 2022 г. (по данным АККОР – ассоциации крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов в России).

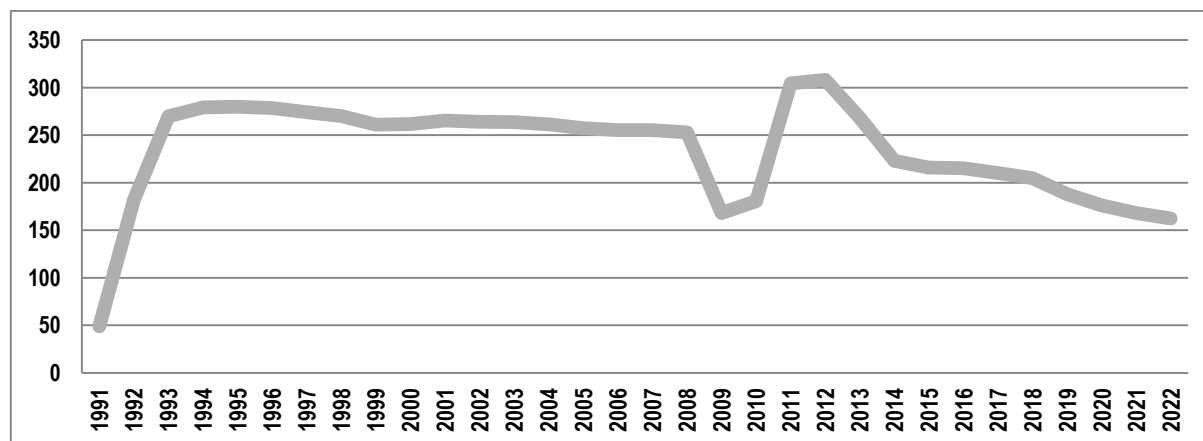


Рис. 1. Динамика численности К(Ф)Х в России с 1991 по 2022 г., тыс. ед. (на начало года)

Источник: построено авторами по данным [12].

Общая линия тренда позволяет выделить несколько участков, противоположных по направлениям:

- 1991–1993 гг. – скачкообразный (взрывной) рост;
- 1994–2008 гг. – сохранение достигнутого в 1993 г. уровня;
- 2009–2010 гг. – сокращение численности;
- 2011–2012 гг. – второй скачок роста, превысивший показатель уровня 1993 г.;
- 2013–2022 гг. – неуклонное сокращение численности.

Выявленные изменения количества К(Ф)Х отражают изменения мотивации при создании и ликвидации малых форм хозяйствования на селе. Причины таких изменений обусловлены различными факторами объективной реальности в исторической ретроспективе. Так, в 1991–1993 гг. основным мотивом создания К(Ф)Х являлись заинтересованность в собственности на землю, частичная дезурбанизация, негативный информационный фон, кризис АПК, что в совокупности привело к росту числа создаваемых субъектов МФХ. К 1996 г. процесс образования МФХ резко замедлился в связи с появлением сложностей при самостоятельном ведении хозяйства и спадом интереса к фермерству в обществе. К 2009–2010 гг. произошло абсолютное снижение численности фермерских хозяйств, обусловленное комплексом внутренних и внешних факторов [25]. В частности, следует отметить тот факт, что аграрный сектор развивался в рамках нерегулируемого, свободного от государственной поддержки рынка, и многие производители не выдерживали функционирования в условиях нецивилизованного рынка аграрной продукции. Новый виток возрождения МФХ отмечен после 2010 г. в агробизнесе с последующим его затуханием, что обусловлено, в том числе, укрупнением хозяйств.

Динамика изменения численности К(Ф)Х и ИП в области сельского хозяйства напрямую связана как с численностью сельского населения, так и с объемами оказываемой государственной поддержки (рост с 2010–2012 гг.), при этом в последнее десятилетие сложилась негативная тенденция снижения (табл. 1), что обусловлено насыщением производственной сферы подобными субъектами агробизнеса.

Таблица 1. Количественный состав малых форм хозяйствования по направлению «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» в России (2017–2021 гг.)

| Годы | Количество активных предприятий | в том числе |            |            |            |               |            | Количество ликвидированных предприятий | в том числе |            |            |               |            |
|------|---------------------------------|-------------|------------|------------|------------|---------------|------------|--|-------------|------------|------------|---------------|------------|
|      |                                 | созданных   | однолетних | двухлетних | трехлетних | четырёхлетних | пятилетних |  | однолетних  | двухлетних | трехлетних | четырёхлетних | пятилетних |
| 2017 | 99 831                          | 4 061       | 5 878      | 5 463      | 4 815      | 3 763         | 3 744      | 13 495                                 | 200         | 543        | 580        | 607           | 746        |
| 2018 | 83 554                          | 3 150       | 4 432      | 5 028      | 4 756      | 4 155         | 3 177      | 18 137                                 | 217         | 748        | 612        | 567           | 476        |
| 2019 | 75 737                          | 2 966       | 3 388      | 3 694      | 4 160      | 4 032         | 3 601      | 13 412                                 | 196         | 630        | 828        | 646           | 492        |
| 2020 | 68 819                          | 2 368       | 3 175      | 2 914      | 3 099      | 3 466         | 3 459      | 8 428                                  | 163         | 404        | 509        | 568           | 528        |
| 2021 | 65 373                          | 3 179       | 2 590      | 2 792      | 2 554      | 2 635         | 2 961      | 6 136                                  | 155         | 329        | 338        | 393           | 417        |

Источник: составлено авторами по данным [27].

Проведенный анализ показывает, что из всех созданных за период 2017–2021 гг. предприятий самой высокой степенью сохранности характеризуются субъекты, созданные в 2016 г. (однолетние в 2017 г.) (рис. 2).



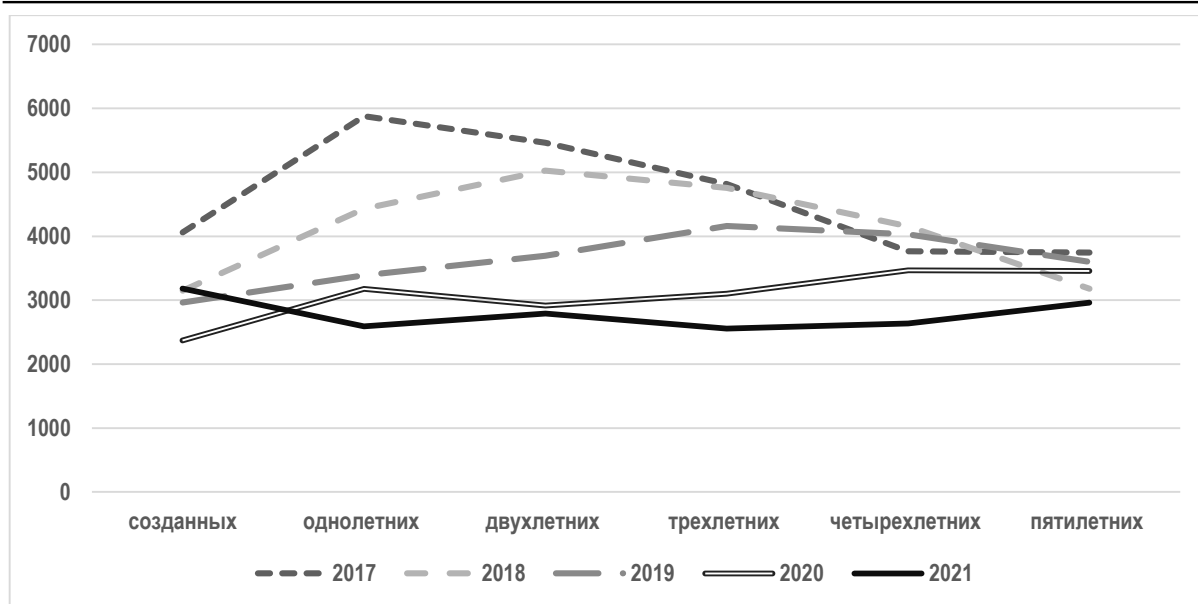


Рис. 2. Динамика создаваемых в России малых форм агробизнеса в 2017–2021 гг.

Источник: построено авторами по данным [27].

В 2021 г. число создаваемых предприятий возросло и приблизилось к уровню 2016 г., что связано с ростом спроса на более качественную и экологически чистую местную продукцию.

Наибольшее число закрываемых К(Ф)Х и ИП в сельском хозяйстве в России приходится на предприятия, просуществовавшие длительный срок: в 2017–2019 гг. закрывались предприятия, созданные в 2013 г., а в 2020–2021 г. – в 2017 г. (рис. 3).

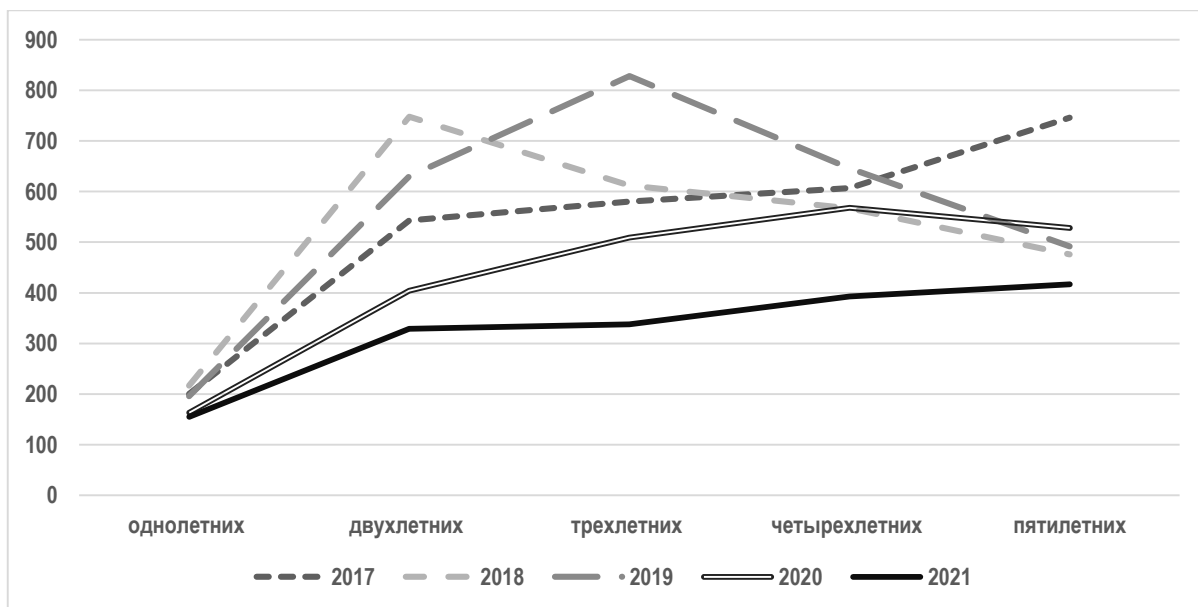


Рис. 3. Динамика закрываемых в России малых форм агробизнеса в 2017–2021 гг.

Источник: построено авторами по данным [27].

После 2016 г. увеличение объемов оказываемой государственной поддержки способствовало возвращению в аграрный сектор субъектов малого бизнеса. Однако произошла трансформация жизненного цикла бизнеса: в связи с высокими рисками на 3–4-й год существования К(Ф)Х и ИП ликвидируются, что свидетельствует об изменении экономической ситуации на селе.

Создание малых форм хозяйствования характеризуется четким территориальным зонированием при высоком уровне неравномерности их размещения по субъектам Российской Федерации. Так, в северных и центральных регионах страны отмечено самое низкое число малых форм хозяйствования – К(Ф)Х и ИП (рис. 4).



Рис. 4. Картограмма регионов Российской Федерации по количеству К(Ф)Х и ИП в сельском хозяйстве России в 2021 г.

Источник: построено авторами по данным [12, 27].

К(Ф)Х и ИП в структуре производства основных видов сельскохозяйственной продукции в фактически действовавших ценах при росте их количества занимают наименьшую долю среди категорий хозяйств (рис. 5), но объем производства продукции имеет тенденцию роста за счет сокращения удельного веса хозяйств населения.

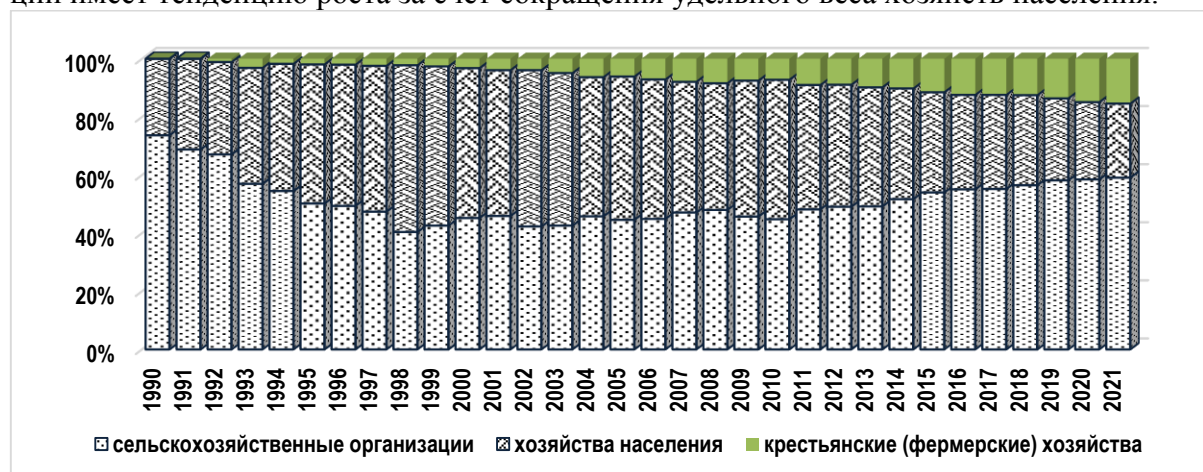


Рис. 5. Динамика структуры производства основных видов сельскохозяйственной продукции в фактически действовавших ценах по категориям хозяйств с 1990 по 2021 гг., %

Источник: построено авторами по данным [27].

В 2021 г. Росстат провел сельскохозяйственную микроперепись, по данным которой можно дать характеристику типичного хозяйства малой формы в России по самым распространенным параметрам. Так, площадь сельскохозяйственных угодий К(Ф)Х и ИП варьирует в пределах от 20,1 до 1500 га (рис. 6), в среднем же на одно хозяйство приходится 352,1 га. При этом площадь сельскохозяйственных угодий хозяйств, входящих в самую многочисленную группу (14,5%), составляет от 200 до 500 га.

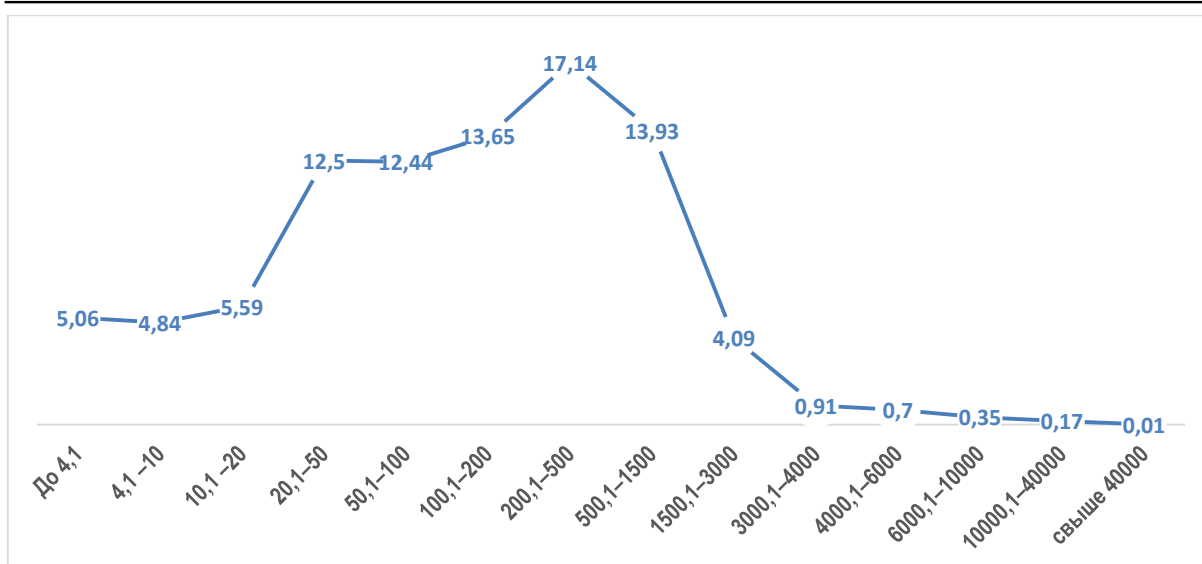


Рис. 6. Группировка К(Ф)Х и ИП по площади сельскохозяйственных угодий (га), тыс. ед.

Источник: построено авторами по данным [12].

Основной специализацией К(Ф)Х и ИП является растениеводство. При этом наибольшее число получателей субсидий и кредитных ресурсов приходится на МФХ с площадью сельскохозяйственных угодий от 500 до 1500 га. В целом за 2020 г. было выдано 13 тыс. кредитов и 29,3 тыс. субсидий (61% всех хозяйств). Следует отметить большую инвестиционную привлекательность бизнес-проектов в области растениеводства по сравнению с низкорентабельным животноводством.

Животноводство в настоящее время не является основным видом деятельности малых форм хозяйствования. Если рассматривать динамику поголовья сельскохозяйственных животных с 1990 по 2021 г., то можно отметить тенденцию роста численности всех видов, при этом самые низкие значения прироста поголовья отмечены в отрасли скотоводства.

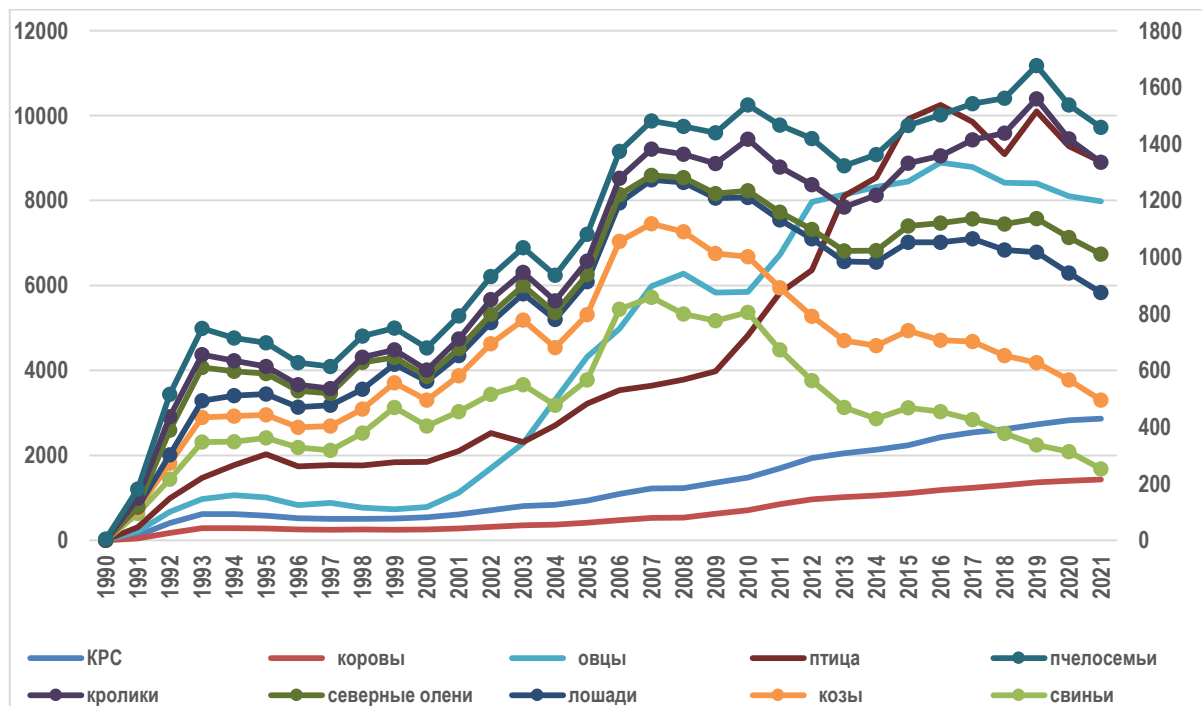
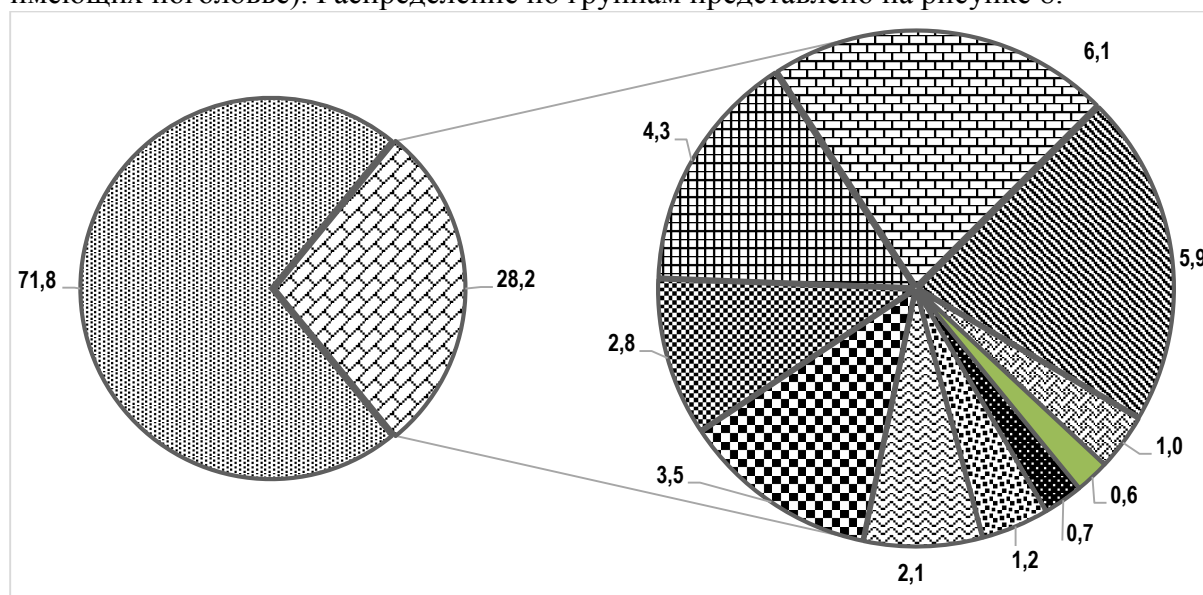


Рис. 7. Динамика поголовья сельскохозяйственных животных, тыс. гол. (пчелосемьи – тыс. ед.)

Источник: построено авторами по данным [27].

Группировка хозяйств по поголовью крупного рогатого скота показывает, что типичным является хозяйство с поголовьем от 11 до 300 гол. (80,4% всех хозяйств, имеющих поголовье). Распределение по группам представлено на рисунке 8.



**Рис. 8. Группировка К(Ф)Х и ИП по численности поголовья КРС, %:**  
 без поголовья – 71,8%; имеющие поголовье – 28,2%, из них: до 3 гол. – 0,7%; от 3 до 5 гол. – 1,2%;  
 от 6 до 10 гол. – 2,1%; от 11 до 20 гол. – 3,5%; от 21 до 30 гол. – 2,8%; от 31 до 50 гол. – 4,3%;  
 от 51 до 100 гол. – 6,1%; от 101 до 300 гол. – 5,9%; от 301 до 500 гол. – 1,0%; свыше 500 – 0,6%

Источник: построено авторами по данным [27].

Регионами-лидерами по поголовью КРС, содержащегося в К(Ф)Х и ИП, являются Ростовская область (193,3 тыс. гол.), Республика Калмыкия (165,1 тыс.), Республика Башкортостан (139,7 тыс.), Республика Дагестан (123,6 тыс.), Оренбургская область (112,4 тыс.), Астраханская область (109,6 тыс.), Республика Татарстан (108,0 тыс.).

В пятерку регионов с самым большим поголовьем свиней, содержащихся в К(Ф)Х и ИП, входят Краснодарский край (34,8 тыс. гол.), Калужская область (33,1 тыс.), Тюменская область (16,9 тыс.), Оренбургская область (16,8 тыс.) и Республика Мордовия (15,4 тыс.). В 70,5% хозяйств, занимающихся свиноводством, поголовье свиней в среднем составляет 30 гол.

По количеству поголовья птицы, содержащегося в К(Ф)Х и ИП, выделяются Республика Татарстан (2009,4 тыс. гол.), Краснодарский край (1066,3 тыс.), Воронежская область (499,4 тыс.), Кабардино-Балкарская Республика (489,8 тыс.), Республика Дагестан (467,5 тыс.), Чеченская Республика (303,5 тыс.), Ярославская область (262,1 тыс.), Ставропольский край (252,3 тыс.) и Ленинградская область (236,2 тыс.). В хозяйствах, занимающихся птицеводством (5,5%), поголовье птицы варьирует от 11 до 300 гол. (74,8% всех хозяйств).

На эффективность функционирования К(Ф)Х и ИП в России оказывают влияние многие факторы, в том числе меры государственной поддержки [8].

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» [23] государственная поддержка развития сельского хозяйства, устойчивого развития сельских территорий осуществляется по таким направлениям, как: обеспечение доступности кредитных ресурсов; совершенствование системы страхования рисков в сельском хозяйстве; развитие племенного животноводства и элитного семеноводства; обеспечение производства продукции животноводства, закладки многолетних насаждений, обновления основных средств, мероприятий по повышению плодородия почв; развитие органического сельского хозяйства; предоставление консультационной помощи и информационного обеспечения.

Основными формами государственной поддержки являются льготное кредитование (возмещение части процентной ставки по долгосрочным, среднесрочным и краткосрочным кредитам, взятым малыми формами хозяйствования), единая региональная субсидия, компенсация прямых понесенных затрат на строительство и модернизацию объектов АПК, субсидия на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства и др.

Государственная финансовая поддержка К(Ф)Х и сельскохозяйственных потребительских кооперативов (СПоК) осуществляется путем выделения грантов для поддержки начинающих фермеров и грантов для модернизации материально-технической базы семейных животноводческих ферм.

В 2014 г. Минсельхозом РФ была утверждена программа по развитию семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств, в соответствии с которой предусматривалось выделение гранта (средств из бюджета субъекта РФ или местного бюджета) на разработку проектной документации строительства, реконструкции или модернизации семейных животноводческих ферм; строительство, реконструкцию или модернизацию семейных животноводческих ферм; строительство, реконструкцию или модернизацию производственных объектов по переработке продукции животноводства; комплектацию семейных животноводческих ферм и объектов по переработке животноводческой продукции оборудованием и техникой, а также их монтаж; покупку сельскохозяйственных животных.

С 2017 г. бюджетам субъектов Российской Федерации предоставляется «единая субсидия», в состав которой вошли 26 субсидий на поддержку сельского хозяйства, предоставляемых из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации, в том числе субсидии на поддержку в области растениеводства, животноводства, а также малых форм хозяйствования.

Создание системы поддержки фермеров и развитие сельскохозяйственной кооперации является одним из стратегических приоритетов, обозначенных в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [21]. Реализация поставленных задач будет осуществляться, в том числе, в рамках национального проекта «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» [11]. Минсельхозом России разработан федеральный проект «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации» [26], который предусматривает общий объем финансирования в размере 37,4 млрд руб. на период 2019–2024 гг.

В федеральном проекте выделяются три основных направления оказания поддержки:

- грантовая поддержка крестьянских (фермерских) хозяйств на реализацию проектов «Агростартап»;
- государственная поддержка сельскохозяйственных потребительских кооперативов;
- развитие центров компетенций для создания единой системы сельхозконсультирования.

С 2022 г. появилась новая форма государственной поддержки, доступная малым формам хозяйствования, – грант «Агротуризм».

Следует отметить и такой вид поддержки государством сельхозтоваропроизводителей, как несвязанная поддержка. Указанный вид господдержки является «адресным», то есть позволяет развивать приоритетные подотрасли растениеводства (например, выращивание кормовых культур, технических культур), оказывать поддержку производства семян импортозависимых культур (например, выращивание семенного картофеля, производство семян овощных культур открытого грунта, кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы). Динамика средств, направленных на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства, свидетельствует о том, что с 2013 г. К(Ф)Х стали брать больше кредитных средств на развитие производства.

Особое значение господдержка имеет для малых форм хозяйствования в типичных «фермерских» регионах России. По данным проведенного авторами исследования, к таким регионам с полным правом можно отнести Саратовскую область, на примере которой четко прослеживается потребность в увеличении оказываемой грантовой поддержки (табл. 2). Общее число получателей средств за 4 года увеличилось. При этом на основе анкетирования выявлено пожелание потенциальных получателей в формировании дополнительных направлений программ поддержки, расширении возможностей фермеров региона принимать участие в других проектах или грантах, в т. ч. таких как «Агротуризм» и «Агропрогресс» (новый инструмент господдержки, предназначенный для представителей малого бизнеса, которые работают в сельской местности более двух лет).

**Таблица 2. Показатели государственной поддержки малых форм хозяйствования в Саратовской области в 2019–2022 гг.**

| Наименование                           | Годы     |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|
|  | 2019     | 2020     | 2021     | 2022     |
| <b>Проект «Агростартап»</b>            |          |          |          |          |
| Освоено средств, тыс. руб.             | 38000,00 | 32050,51 | 37688,77 | 40914,28 |
| Количество получателей, чел.           | 15       | 11       | 14       | 15       |
| Средний размер гранта, тыс. руб.       | 2 500    | 2 900    | 2 600    | 2 700    |
| Создано рабочих мест, ед.              | 15       | 11       | 14       | 15       |
| Закуплено КРС, гол. – всего            | 693      | 654      | 447      | 400      |
| в т. ч. мясного направления, гол.      | 563      | 566      | 315      | 300      |
| молочного направления, гол.            | 130      | 88       | 132      | 100      |
| Закуплено МРС, гол.                    | 154      | 964      | 380      | 564      |
| Закуплено самоходной техники, ед.      | 5        | 6        | 9        | 8        |
| Закуплено прицепного оборудования, ед. | 8        | 2        | 3        | 3        |
| <b>Программа «Семейные фермы»</b>      |          |          |          |          |
| Освоено средств, тыс. руб.             | 61 100   | 38 000   | 56 600   | 175 200  |
| Количество получателей, чел.           | 7        | 4        | 7        | 15       |
| Средний размер гранта, тыс. руб.       | 8 700    | 9 500    | 8 000    | 11 600   |
| Создано рабочих мест, ед.              | 21       | 12       | 21       | 30       |
| Закуплено КРС, гол. – всего            | 657      | 199      | 501      | 322      |
| в т. ч. мясного направления, гол.      | 489      | -        | 473      | 322      |
| молочного направления, гол.            | 168      | 199      | 28       | -        |
| Закуплено МРС, гол.                    | -        | -        | -        | 1 259    |
| Закуплено самоходной техники, ед.      | -        | 2        | 1        | 5        |
| Закуплено прицепного оборудования, ед. | 21       | 22       | 9        | 52       |

Источник: данные министерства сельского хозяйства Саратовской области.

В процессе исследования выявлены особенности и определены тенденции функционирования К(Ф)Х и ИП в России, а именно:

- последовательное сокращение численности малых форм хозяйствования происходит на фоне укрупнения, что вызвано как процессами рыночной санации в конкурентных условиях производства, так и повышением устойчивости малого агробизнеса по сравнению со средними агропредприятиями и агрохолдингами;

- доминирующая специализация малых форм хозяйствования – растениеводство и выбор отраслей производства напрямую связаны с их высокой рентабельностью, а не обусловлены потребностями сохранения ассортимента продовольствия;

- динамика численности сельского населения трудоспособного возраста тесно связана с динамикой численности малых форм хозяйствования, причем на территориях, где уровень развития социальной сферы на селе ниже, процессы миграции в города и ликвидации малых форм хозяйствования происходят интенсивнее, при этом наибольшее влияние оказывает слабое развитие дорожной сети, коммуникаций и торгово-сбытовой инфраструктуры;

- уровень кооперации и интеграции малых форм хозяйствования не может в полной мере удовлетворить потребности реализации продукции, а также сырьевой логистики, в том числе по обеспечению отечественными семенами, удобрениями, средствами защиты растений, сельхозтехникой и запчастями к ней;

- уровень развития переработки в малых формах хозяйствования характеризуется низкими показателями при недостаточном количестве торговых объектов для реализации фермерской продукции.

По мнению авторов, процесс укрупнения фермерства должен стимулироваться как на федеральном, так и региональном уровне и в первую очередь за счет грантовой поддержки, льготного предоставления объектов производственной и торговой инфраструктуры. Назрела необходимость не просто увеличивать количество К(Ф)Х и индивидуальных предпринимателей в сельском хозяйстве, а качественно улучшать технико-технологическое и кадровое обеспечение фермерства. Малопроизводительный затратный фермерский уклад должен уйти в прошлое, ему на смену должна прийти современная техника для ведения точного земледелия, роботизированные комплексы для животноводческих ферм и др. Кадры для этого должны готовиться на проектной основе, ориентированной на профессиональную организационно-экономическую базу и технологические инновации. Примеров применения фермерами высоких технологий пока немного, но процессы смены архаичного уклада уже набирают темпы. Сейчас важно их стимулировать и распространять передовой опыт эффективного фермерства.

На сегодняшний день центры компетенций созданы в 81 субъекте Российской Федерации, основная цель деятельности которых направлена на управление материальными, информационными и финансовыми потоками, непосредственно связанными с жизненным циклом производства предприятий малого агробизнеса. Вместе с тем следует отметить низкую эффективность деятельности центров во взаимодействии с малыми формами хозяйствования и их объединениями на селе. В целях решения указанных проблем помимо совершенствования нормативно-правовой базы целесообразно также создавать инфраструктуру, обеспечивающую необходимые условия для функционирования малых форм хозяйствования и сельхозкооперативов. В инфраструктуру должны входить, в том числе, службы агроконсалтинга, система стационарной, дистанционной и выездной консультативной помощи квалифицированных специалистов (агрономов, агрохимиков, зоотехников, ветеринаров), комплексные пункты агросервиса, перерабатывающие цеха, ориентированные на работу с малыми формами.

На федеральном уровне необходимо разработать меры по поддержке молодых специалистов, создающих свой собственный агробизнес, предусмотреть бесплатное повышение квалификации фермеров, компенсацию капитальных вложений в передовые технологии и технику. Наличие квалифицированных кадров в сельской местности сегодня является не сопутствующей задачей, а ключевой предпосылкой для выполнения различных программ. В этой связи должен появиться новый федеральный проект господдержки качественной модернизации фермерских хозяйств, например под брендом «Агробизнес будущего». Главным условием такой поддержки будет реализация инновационных проектов технологического развития агробизнеса. Региональная поддержка этих процессов должна всемерно возрастать, а не ограничиваться формальным финансированием. Здесь приоритетами должны стать продовольственная самообеспеченность региона, его специализация и темпы технологического развития.

Таким образом, требуется расширение мер государственной поддержки малых форм хозяйствования, занятых с тех отраслях, которые производят импортозамещающую сельскохозяйственную продукцию, особенно в области племенного и товарного животноводства, овощеводства, садоводства. Необходимым условием является государственное участие в софинансировании развития социальной и рыночной инфраструктуры, сырьевых логистических центров, в том числе в форме частно-государственного партнерства.

**Список источников**

1. Айдинова А.Т. Меры государственной поддержки, направленные на стимулирование развития крестьянских (фермерских) хозяйств в России // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. № 11(11А). С. 272–278. DOI: 10.34670/AR.2021.66.34.034.
2. Бобышева И.Н. Исторические аспекты развития крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств // Вестник НГИЭИ. 2013. № 5(24). С. 70–77.
3. Герцикова И., Чебоњьян Т.Г. История становления крестьянского (фермерского) хозяйства в России // Молодой ученый. 2021. № 40(382). С. 84–86.
4. Дудин М.Н., Лясников Н.В. Проблемы и перспективы развития крестьянских (фермерских) хозяйств в российском АПК // Продовольственная политика и безопасность. 2022. Т. 9, № 2. С. 153–162. DOI: 10.18334/ppib.9.2.114669.
5. Кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 № 51-ФЗ. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/7279> (дата обращения: 10.01.2022).
6. Крылов В.С. Аграрная партия России. Вехи прошлого и горизонты будущего. Москва: [б. и.], 2008. 100 с.
7. Кузнецов А.Г. Становление и развитие крестьянского (фермерского) хозяйства в России // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. Т. 19, № 45. С. 116–119.
8. Кузнецова М.В., Зиновьева Е.Г., Лимарева Ю.А. Оценка грантовой государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 4. С. 63–67. DOI: 10.32651/224-63.
9. Кузнецова Э.Г. Проблемы развития крестьянско-фермерских хозяйств // Oeconomia et Jus (Экономика и право). 2021. № 3. С. 19–25. DOI: 10.47026/2499-9636-2021-3-19-25.
10. Лебедева Т.С. Становление института фермерства в России // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2018. № 4(10). С. 31–42.
11. Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы: национальный проект // Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy\\_proekt\\_maloe\\_i\\_srednee\\_predprinimatelstvo\\_i\\_podderzhka\\_individualnoy\\_predprinimatelskoj\\_iniciativy/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoj_iniciativy/) (дата обращения: 10.08.2022).
12. Малые формы хозяйствования в агропромышленном комплексе. Москва. 2022. АККОР [Электронный ресурс]. URL: [https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022\\_02\\_akk\\_brsh\\_cifru\\_055\\_preview.pdf](https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022_02_akk_brsh_cifru_055_preview.pdf) (дата обращения: 10.08.2022).
13. Национальный проект «Развитие АПК» // Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://old.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/181.htm> (дата обращения: 10.08.2022).
14. Об аграрной политике КПСС в современных условиях: Сборник официальных материалов. Москва: Юридическая литература, 1989. 78 с.
15. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий» и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. № 696 (ред. от 10.07.2020) [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/725/725f4b61b8ed39429ca08316f6e7456d.pdf> (дата обращения: 10.07.2022).
16. 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: 10.07.2022).
17. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1e9/1e97bd2630e613804cf5ef016063bd60.pdf> (дата обращения: 10.07.2022).
18. Овечкин А.П. Правовой статус крестьянского (фермерского) хозяйства без образования юридического лица // Аграрное и земельное право. 2019. № 10(178). С. 44–46.
19. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 (с изменениями от 26 ноября 2020 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3b8/3b86ae403f38e9288db5c173d7a8b65c.pdf> (дата обращения: 10.08.2022).
20. О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Федеральный закон от 11 июня 2003 г. № 74-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/19605> (дата обращения: 10.08.2022).
21. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/116490/> (дата обращения: 10.08.2022).
22. О программе возрождения российской деревни и развития агропромышленного комплекса: Постановление съезда народных депутатов РСФСР от 3 декабря 1990 г. № 397-1 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901955043> (дата обращения: 04.07.2022).
23. О развитии сельского хозяйства: Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/24837> (дата обращения: 10.07.2022).
24. Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик, единый общесоюзный законодательный акт, регулирующий общественные отношения в области использования и охраны земель. Приняты Верховным Советом СССР 13 дек. 1968 г. // Ведомости Верховного Совета СССР. 1968. № 51, ст. 485.



25. Пекуровский Д.А. Тенденции развития крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в Российской Федерации // Journal of Agriculture and Environment. 2022. № 6 (26). DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.6.26.10>.

26. Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации: федеральный проект Минсельхоза России: паспорт федерального проекта [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/pasport-federalnogo-proekta-sozdanie-sistemy-podderzhki-fermerov-i-razvitiye/> (дата обращения: 10.08.2022).

27. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // Официальный сайт. Статистика [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.08.2022).

## References

1. Aidinova A.T. Mery gosudarstvennoj podderzhki, napravlennye na stimulirovanie razvitiya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv v Rossii [State support measures aimed at stimulating the development of peasant (private) farms in Russia]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra = Economics: Yesterday, Today, Tomorrow*. 2021;11(11A):272-278. DOI: 10.34670/AR.2021.66.34.034. (In Russ.).

2. Bobysheva I.N. Istoricheskie aspekty razvitiya krest'yanskikh (fermerskikh) i lichnykh podsobnykh khozyajstv [Historical aspects of development of farmers and the rural farms and personal subsidiary farms]. *Vestnik NGIEI = Bulletin NGIEI*. 2013;5(24):70-77. (In Russ.).

3. Gertsikova I., Cheboniyan T.G. Istoriya stanovleniya krest'yanskogo (fermerskogo) khozyajstva v Rossii [History of the formation of the peasant (farm) economy in Russia]. *Molodoj uchenyj = Young Scientist*. 2021;40(382):84-86. (In Russ.).

4. Dudin M.N., Lyasnikov N.V. Problemy i perspektivy razvitiya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv v rossijskom APK [Challenges and development trends of farm households in the Russian agribusiness industry]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost' = Food Policy and Security*. 2022;9(2):153-162. DOI: 10.18334/ppib.9.2.114669. (In Russ.).

5. Kodeks Rossijskoj Federatsii ot 30.11.1994 № 51-FZ. Grazhdanskiy kodeks Rossijskoj Federatsii. Chast' pervaya [Code of the Russian Federation No. 51-FZ of 30.11.1994. Civil Code of the Russian Federation. Part One]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/7279>. (In Russ.).

6. Krylov V.S. Agrarnaya partiya Rossii. Vekhi proshlogo i gorizonty budushchego [Agrarian Party of Russia. Milestones of the past and horizons of the future]. Moscow: [s.l.]; 2008. 100 p. (In Russ.).

7. Kuznetsov A.G. Stanovleniye i razvitiye krest'yanskogo (fermerskogo) khozyajstva v Rossii [Formation and development of peasant (farm) economy in Russia]. *Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena = Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2007;19(45):116-119. (In Russ.).

8. Kuznetsova M.V., Zinovieva E.G., Limareva Yu.A. Otsenka grantovoj gosudarstvennoj podderzhki krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv v Rossijskoj Federatsii [Assessment of grant state support for peasant farms in the Russian Federation]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2022;4:63-67. DOI: 10.32651/224-63. (In Russ.).

9. Kuznetsova E.G. Problemy razvitiya krest'yansko-fermerskikh khozyajstv [Problems of the development of peasant farms]. *Oeconomia et Jus (Ekonomika i pravo) = Economics and Law*. 2021;3:19-25. DOI: 10.47026/2499-9636-2021-3-19-25. (In Russ.).

10. Lebedeva T.S. Stanovlenie instituta fermerstva v Rossii [The formation of the institute of farming in Russia]. *Sotsial'no-ekonomicheskij i gumanitarnyj zhurnal Krasnoyarskogo GAU = Socio-economic and Humanitarian Journal*. 2008;4(10):31-42. (In Russ.).

11. Maloe i srednee predprinimatel'stvo i podderzhka individual'noj predprinimatel'skoj initsiativy: natsional'nyj proekt [Small and medium-sized businesses and state support for individual entrepreneurial initiative: National Project]. Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federatsii [Ministry of Economic Development of the Russian Federation]. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy\\_proekt\\_maloe\\_i\\_srednee\\_predprinimatelstvo\\_i\\_podderzhka\\_individualnoy\\_predprinimatelskoj\\_initsiativy/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoj_initsiativy/). (In Russ.).

12. Malye formy khozyajstvovaniya v agropromyshlennom komplekse. Moskva. 2022. AKKOR [Small business patterns in the Agro-Industrial Complex. Moscow. 2022. AKKOR (Association of Peasant Farm Enterprises and Agricultural Cooperatives of Russia)]. URL: [https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022\\_02\\_akk\\_brsh\\_cifru\\_055\\_preview.pdf](https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022_02_akk_brsh_cifru_055_preview.pdf). (In Russ.).

13. Natsional'nyj proekt "Razvitie APK" [National Project "Development of Agriculture"]. Ofitsial'nyj internet-portal Ministerstva sel'skogo khozyajstva Rossijskoj Federatsii [Official Internet portal of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. URL: <http://old.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/181.htm>. (In Russ.).

14. Ob agrarnoj politike KPSS v sovremennykh usloviyakh: sbornik oficial'nykh materialov [Concerning Agrarian Policy of the CPSU under the Conditions of Today: Collection of Official Documents]. Moscow: Yuridicheskaya literatura Publishing House; 1989. 78 p. (In Russ.).

15. Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federatsii "Kompleksnoe razvitie sel'skikh territorij" i o vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31 maya 2019 g. № 696 (red. ot 10.07.2020) [On the approval of the State Program of the Russian Federation "Integrated Development of Rural Territories" and on Amendments to Some Acts of the Government of the Russian Federation: Decree of the Government of the Russian Federation No. 696 of May 31, 2019 (as amended on 10.07.2020)]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/725/725f4b61b8ed39429ca08316f6e7456d.pdf>. (In Russ.).

16. Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federatsii: Ukaz Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. № 20 [On the approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>. (In Russ.).

17. Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo khozyajstva na 2017-2025 gody: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25 avgusta 2017 g. № 996 [On the approval of the Federal Scientific and Technological Program for the Development of Agriculture for the period 2017-2025: Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2017 No. 996]. URL: [https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1e9/1e97bd2630\\_e613804cf5ef016063bd60.pdf](https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1e9/1e97bd2630_e613804cf5ef016063bd60.pdf). (In Russ.).

18. Ovechkin A.P. Pravovoj status krest'yanskogo (fermerskogo) khozyajstva bez obrazovaniya yuridicheskogo litsa [Legal status of peasant (farm) economy without forming a legal entity]. *Agramoe i zemel'noe parvo = Agrarian and Land Law*. 2019;10(178):44-46. (In Russ.).

19. O Gosudarstvennoj programme razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skokozyajstvennoj produktsii, syr'ya i prodovol'stviya: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 iyulya 2012 g. № 717 (s izmeneniyami ot 26 noyabrya 2020 g.) [On the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 717 of July 14, 2012 (as amended on November 26, 2020)]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3b8/3b86ae403f38e9288db5c173d7a8b65c.pdf>. (In Russ.).

20. O krest'yanskom (fermerskom) khozyajstve: Federal'nyj zakon ot 11 iyunya 2003 g. № 74-FZ [On Peasant Household Farming Unit: Federal Law of June 11, 2003 No. 74-FZ]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/19605>. (In Russ.).

21. O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2024 goda: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 7 maya 2018 g. № 204 [On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation No. 204 of May 7, 2018]. URL: <http://government.ru/docs/all/116490/>. (In Russ.).

22. O programme vozrozhdeniya rossijskoj derevni i razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: Postanovlenie s'zda narodnykh deputatov RSFSR ot 3 dekabrya 1990 g. № 397-1 [Resolution of the Congress of People's Deputies of the RSFSR "On the program for the recovery of the Russian village and the development of the Agro-Industrial Complex]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901955043>. (In Russ.).

23. O razvitii sel'skogo khozyajstva: Federal'nyj zakon ot 29.12.2006 № 264-FZ [On the development of Agriculture: Federal Law No. 264-FZ of 29.12.2006]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/24837>. (In Russ.).

24. Osnovy zemel'nogo zakonodatel'stva Soyuzu SSR i soyuznyh respublik, edinyj obshchesoyuznyj zakonodatel'nyj akt, reguliruyushchij obshchestvennye otnosheniya v oblasti ispol'zovaniya i okhrany zemel'. Prinyaty Verkhovnym Sovetom SSSR 13 dek. 1968 g. [Fundamentals of the land legislation of the USSR and the Union Republics, a unified all-Union legislative act regulating public relations in the field of land use and protection. Adopted by the Supreme Soviet of the USSR on December 13, 1968]. *Vedomosti Verkhovnogo Soveta SSSR = Bulletin of the Supreme Soviet of the USSR*. 1968. No. 51. Article 485. (In Russ.).

25. Pekurovsky D.A. Tendentsii razvitiya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv i individual'nykh predprinimatelej v Rossijskoj Federatsii [Tendencies in the development of farm households and individual entrepreneurs in the Russian Federation]. *Journal of Agriculture and Environment*. 2022;6(26). DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.6.26.10>. (In Russ.).

26. Sozdanie sistemy podderzhki fermerov i razvitie sel'skoj kooperatsii: federal'nyj proekt Minsel'khoza Rossii: pasport federal'nogo proekta [Creation of a system of state support for farmers and development of rural cooperation: Federal Project of the Ministry of Agriculture of Russia: passport of the federal project]. URL: <https://legalacts.ru/doc/pasport-federalnogo-proekta-sozdanie-sistemy-podderzhki-fermerov-i-razvitie/>. (In Russ.).

27. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). Ofitsial'nyj sajt. Statistika [Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Statistics]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

М.В. Муравьева – доктор экономических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры экономики агропромышленного комплекса ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», ORCID 0000-0001-5126-1508, [zesain@yandex.ru](mailto:zesain@yandex.ru).

И.Л. Воротников – доктор экономических наук, и.о. ректора ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», ORCID 0000-0003-3631-8275, [vorotnikov.i@nnsaa.ru](mailto:vorotnikov.i@nnsaa.ru).

А.Ш. Ситалиев – соискатель кафедры экономики агропромышленного комплекса ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

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

M.V. Muravieva, Doctor of Economic Sciences, Senior Research Scientist, Docent, the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, ORCID 0000-0001-5126-1508, [zesain@yandex.ru](mailto:zesain@yandex.ru).

I.L. Vorotnikov, Doctor of Economic Sciences, Acting Rector, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, ORCID 0000-0003-3631-8275, [vorotnikov.i@nnsaa.ru](mailto:vorotnikov.i@nnsaa.ru).

A.Sh. Sitaliev, Candidate Degree Seeking Student, the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov.

Статья поступила в редакцию 17.02.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2023; принята к публикации 27.03.2023.

The article was submitted 17.02.2023; approved after reviewing 20.03.2023; accepted for publication 27.03.2023.

© Муравьева М.В., Воротников И.Л., Ситалиев А.Ш., 2023

### 5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 657.6:339

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_258

#### Методики применения аналитических процедур при осуществлении налогового контроля

Алла Николаевна Печерская<sup>1</sup>, Виктория Борисовна Малицкая<sup>2✉</sup>,  
Елена Валериевна Терновых<sup>3</sup>, Ирина Николаевна Маслова<sup>4</sup>

<sup>1, 2</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

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

<sup>2</sup>vmrussian@yandex.ru✉

**Аннотация.** Рассматриваются теоретические и практические вопросы, касающиеся методики применения аналитических процедур при осуществлении контроля расчетов с бюджетом на разных этапах проверки в зависимости от налоговых рисков. На основе анализа научной литературы и методических материалов сделан вывод, что в настоящее время в опубликованных источниках информации понятие «аналитические процедуры» достаточно полно рассмотрено при описании аспектов аудита и внутреннего контроля, однако работ, направленных на обеспечение информационного взаимодействия налоговых служб и экономических субъектов-налогоплательщиков, а также на повышение результативности внутреннего контроля расчетов с бюджетом на основе использования аналитических процедур, недостаточно. В рамках учетной политики и разработки методических документов большое внимание уделено вопросам более четкого определения налоговой базы, выявлению налоговых рисков, систематизации типичных ошибок, регулированию равномерности налоговой нагрузки по периодам. С этой целью разрабатываются специальные методические документы, учитывающие организационно-технологические и правовые особенности отдельных сфер деятельности хозяйствующих субъектов. Выявлена необходимость соответствия принципов контроля расчетов с бюджетом со стороны налоговых органов с принципами контроля, проводимого хозяйствующими субъектами. Указанная специфика определила необходимость формирования единого концептуального подхода к организации и проведению контроля расчетов с бюджетом на основе аналитических процедур, где ключевой образующей категорией является налоговый риск. Предложен авторский подход использования аналитических процедур в рамках контроля расчетов с бюджетом на разных этапах проверки. Полученные результаты могут быть полезны широкому кругу специалистов, которые связаны с проведением налогового контроля.

**Ключевые слова:** расчеты с бюджетом, аналитические процедуры, двухуровневая система, налоговые органы, методика, внешний и внутренний контроль

**Для цитирования:** Печерская А.Н., Малицкая В.Б., Терновых Е.В., Маслова И.Н. Методики применения аналитических процедур при осуществлении налогового контроля // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1(76). С. 258–267. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_258-267](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_258-267).

### 5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

#### Analytical procedures application practices in the course of tax control implementation

Alla N. Pecherskaya<sup>1</sup>, Victoria B. Malitskaya<sup>2✉</sup>, Elena V. Ternovyykh<sup>3</sup>, Irina N. Maslova<sup>4</sup>

<sup>1, 2</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

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

<sup>2</sup>vmrussian@yandex.ru✉

**Abstract.** Theoretical and practical issues concerning the methodology of applying analytical procedures in the control of settlements with the budget at different stages of the audit, depending on tax risks, are considered. Based on the analysis of scientific literature and methodological materials, it is concluded that currently in the published sources of information, the concept of "analytical procedures" is sufficiently fully considered when describing aspects of audit and internal control, however, works aimed at ensuring information interaction between tax services and economic entities-taxpayers, as well as improving the effectiveness of internal control of settlements with a budget based on the use of analytical procedures is not enough. Within the framework of accounting policy and the development of methodological documents, much attention is paid to the issues of a clearer definition of the tax base, identification of tax risks, systematization of typical errors, regulation of the uniformity of the tax burden by period. For this purpose, special methodological documents are being developed that take into account the organizational, technological and legal features of individual spheres of activity of economic entities. The necessity of compliance of the principles of control of settlements with the budget by the tax authorities with the principles of control carried out by economic entities is revealed. This specificity has determined the need to form a unified

conceptual approach to the organization and control of settlements with the budget based on analytical procedures, where the key forming category is tax risk. The author's approach to the use of analytical procedures in the control of calculations with the budget at different stages of verification is proposed. The results obtained can be useful to a wide range of specialists who are associated with tax control.

**Keywords:** control over tax liabilities, analytical procedures, two-tier system, tax authorities, methodology, external and internal control

**For citation:** Pecherskaya A.N., Malitskaya V.B., Ternovykh E.V., Maslova I.N. Analytical procedures application practices in the course of tax control implementation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(1):258-267. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_258-267](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_258-267).

**В** настоящее время налоговые органы уделяют все большее внимание совершенствованию методов и организации контроля с учетом возможностей, которые открывают новые информационные технологии, коммуникационные системы и общая цифровизация экономики.

Важным условием успешной реализации предлагаемых мер по совершенствованию налогового контроля становится готовность экономических субъектов к сотрудничеству в рамках новых методов организации контрольного процесса, которые разрабатывают налоговые органы. В сложившейся ситуации одним из основных направлений совершенствования налогового контроля становится гармонизация методических подходов, методов и организации контрольного процесса налоговых органов (внешний контроль) и внутреннего налогового контроля экономических субъектов на основе широкого использования аналитических процедур, риск-ориентированного подхода к контролю, что позволит полнее учитывать налоговые риски на всех стадиях процесса. Это будет способствовать решению проблемы формирования единой технологии контроля расчетов с бюджетом, отражающей специфику организации-налогоплательщика и учитывающей современные требования государства к налогообложению в конкретной отрасли экономики. Использование в практике налогообложения унифицированных технологий, методик и аналитических процедур позволит обеспечить равномерность поступлений средств в бюджет и повысит финансовую устойчивость экономических субъектов.

Анализ научной литературы и методических материалов позволяет сделать вывод, что в настоящее время недостаточно работ, направленных на обеспечение информационного взаимодействия налоговых служб и экономических субъектов-налогоплательщиков, а также на повышение результативности внутреннего контроля расчетов с бюджетом на основе использования аналитических процедур.

Определяя контроль как процесс, А.К. Казанцев [3] достаточно четко выделяет его направленность, связанную с поиском причин и методов устранения, отклонением от плановых заданий, нормативов, стандартов, возникающих в ходе деятельности организаций.

Однако в рассматриваемом определении отсутствуют инструменты процесса контроля, способствующие достижению целей, что делает, на наш взгляд, исследуемое понятие недостаточно полным и ясным. По нашему мнению, в него следовало бы добавить инструменты, свойственные процессу контроля, которыми являются наблюдение, планирование и мониторинг целей, поставленных перед объектом управления.

Е.С. Халяпина [10] представляет контроль как эволюционирующий вместе с развитием общественных отношений элемент системы. Автор достаточно точно выделяет понятие контроля в современных условиях развития общества, учитывая его эволюцию. Тем не менее в определении Е.С. Халяпиной отсутствует сущность самого контроля как процесса или системы в целом, либо системы, частью которой, по мнению автора, является контроль.

Определенный интерес при раскрытии понятия контроля представляют работы зарубежных исследователей. Так, М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури рассматривают контроль как «одну из функций менеджмента, обеспечивающую постоянный процесс достижения целей организации путем своевременного обнаружения возникающих в

ходе производственно-хозяйственной деятельности объектов управления проблем и изменений внешней среды» [5].

При осуществлении налогового контроля широкое применение находят аналитические процедуры (АП), которые в настоящее время стали одной из важнейших составляющих контроля расчетов с бюджетом, осуществляемого как со стороны налоговых органов, так и со стороны хозяйствующих субъектов. Однако трактовка понятия «аналитические процедуры», методика их проведения, объекты контроля недостаточно конкретизированы.

Наиболее полное определение аналитических процедур, по нашему мнению, представлено в Международном стандарте аудита (МСА 520) «Аналитические процедуры»: «Термин «аналитические процедуры» означает оценку финансовой информации посредством анализа вероятных взаимосвязей между финансовыми и нефинансовыми данными. Аналитические процедуры также предусматривают исследование выявленных отклонений или соотношений, которые противоречат прочей имеющейся информации или существенно расходятся с ожидаемыми показателями» [4].

Зарубежные авторы, например Э.А. Аренс, Дж. К. Лообек считают, что «аналитические процедуры (аналитические тесты) представляют собой оценку финансовой информации на основе изучения вероятных соотношений между финансовыми и нефинансовыми данными, в том числе сравнения сумм с ожидаемыми суммами, которые определил аудитор» [1, с. 121].

А.Д. Шеремет и В.П. Суйц отмечают, что «аналитические процедуры, представляющие собой один из видов аудиторских процедур по существу, – это выявление, анализ и оценка соотношений между финансово-экономическими показателями деятельности проверяемого экономического субъекта» [11, с. 144].

Н.А. Казакова характеризует аналитические процедуры как «анализ показателей для обоснования определенных управленческих решений или формулирования профессионального суждения на основе оценки показателей, выявления взаимосвязей и тенденций с использованием финансовой и нефинансовой информации с допущением о наличии причинно-следственной связи между анализируемыми явлениями или фактами хозяйственной жизни» [2].

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что понятие «аналитические процедуры» достаточно полно рассмотрено в современной литературе при анализе аспектов аудита и внутреннего контроля, однако работ, направленных на обеспечение информационного взаимодействия налоговых служб и экономических субъектов-налогоплательщиков, а также на повышение результативности внутреннего контроля расчетов с бюджетом на основе использования аналитических процедур, недостаточно.

Использование одинаковых показателей при планировании проверок с применением аналитических процедур со стороны государства, а также аудите и налоговом планировании со стороны хозяйствующих субъектов определяет необходимость разработки методики контроля расчетов с бюджетом, что особенно актуально в настоящее время. В экономической литературе приводятся научно-методические положения по формированию и реализации аналитических процедур, позволяющих совершенствовать методологию контроля расчетов с бюджетом. В частности, заслуживают внимания методические положения и рекомендации по совершенствованию техники реализации аналитических процедур при осуществлении контроля расчетов с бюджетом на этапах проведения и завершения проверки. Предложенные А.Н. Печерской процедуры и показатели, а также методика применимы при государственном контроле, аудите, а также внутреннем контроле, что позволяет обеспечить единообразный подход при проведении проверок [8, 9].

Как известно, налоговый контроль осуществляется в целях своевременности наполнения бюджетов разного уровня, повышения налоговой дисциплины, исключения нарушений налогового законодательства, что позволяет в его составе выделить контроль расчетов с бюджетом. Несмотря на полноту раскрытия понятия «контроль» в различных источниках, в современных условиях возникает необходимость его расширения и углуб-

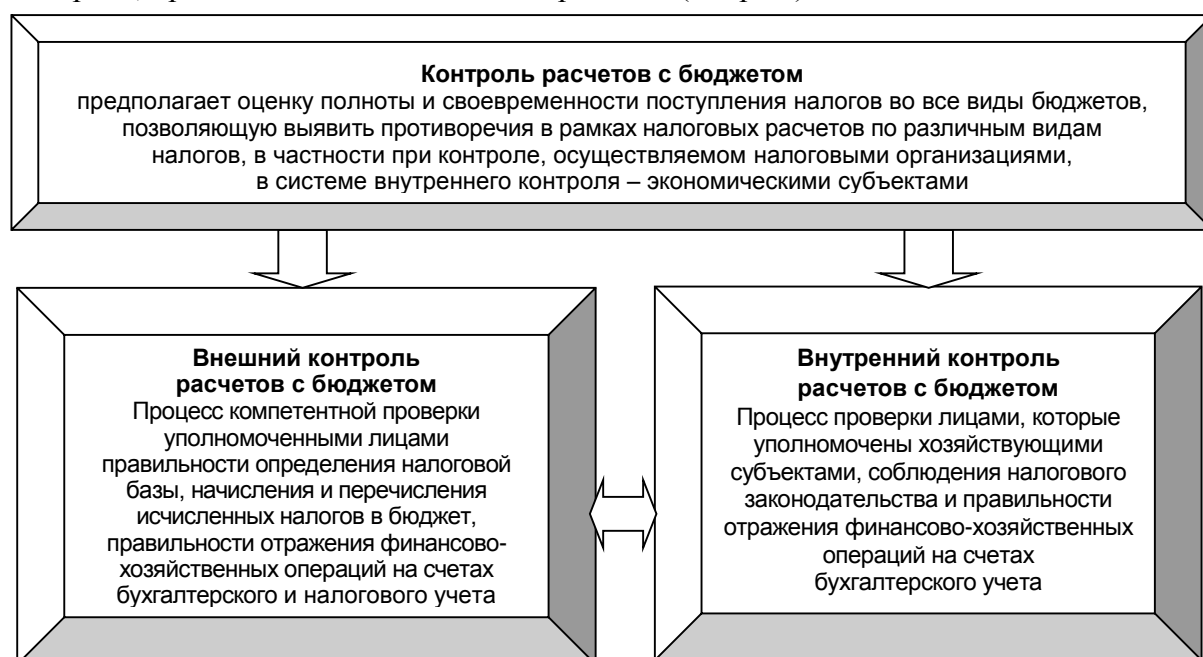
ления в связи с развитием и изменениями структур экономических субъектов, усложнением финансовых операций. Контроль расчетов с бюджетом предполагает оценку полноты и своевременности поступления налогов во все виды бюджетов, позволяющую выявить противоречия в рамках налоговых расчетов по различным видам налогов, в частности при контроле, осуществляемом налоговыми органами, и в системе внутреннего контроля – экономическими субъектами.

В концептуальном подходе авторов статьи организация учета расчетов с бюджетом рассматривается с точки зрения:

- правильности исчисления налогов, подлежащих уплате в бюджет;
- точности определения налогооблагаемой базы;
- контроля за достоверностью первичных и иных документов организации, являющихся основанием для расчета налогов;
- составления и представления налоговой отчетности;
- недопущения просроченной задолженности по налогам и сборам;
- формирования достоверной системы учета о состоянии расчетов с бюджетом посредством контроля правильности отражения в бухгалтерском учете сумм начисленных налогов;
- своевременности сверки расчетов с налоговыми органами, подтверждающей сальдо расчетов.

Несмотря на то что внутренний контроль расчетов с бюджетом ориентирован на минимизацию налоговых рисков для организаций-налогоплательщиков, а контроль со стороны налоговых органов – на обеспечение бюджетов разных уровней, формирование и соблюдение налоговой дисциплины налогоплательщиков, налоговый контроль осуществляется в рамках правового поля, что интегрирует интересы и тех, и других с целью устранения и предупреждения нарушений налогового законодательства, и, как следствие, обуславливает комплексный подход к контролю расчетов с бюджетом.

Таким образом, можно говорить о необходимости формирования теоретико-методической базы двухуровневой системы контроля расчетов с бюджетом: внутреннего контроля, осуществляемого хозяйствующими субъектами, и налогового (внешнего) контроля, производимого налоговыми органами (см. рис.).



**Двухуровневая система контроля расчетов с бюджетом**

Источник: составлено авторами.

Под внешним контролем расчетов с бюджетом понимается процесс компетентной проверки уполномоченными лицами правильности определения налогооблагаемой базы, начисления и перечисления начисленных налогов в бюджет, правильности отражения финансово-хозяйственных операций на счетах бухгалтерского и налогового учета. Под внутренним контролем расчетов с бюджетом понимается процесс проверки лицами, которые уполномочены хозяйствующими субъектами, соблюдения налогового законодательства и правильности отражения финансово-хозяйственных операций на счетах бухгалтерского учета. Практическая реализация двухуровневой системы контроля расчетов с бюджетом позволяет выявить проблему отсутствия алгоритма применения АП, направленных на обнаружение налоговых рисков организаций-налогоплательщиков.

Специфика аналитических процедур в системе налогового контроля, по мнению авторов, представляет собой оценку показателей и коэффициентов организаций-налогоплательщиков посредством рассмотрения их изменения в динамике, логической и информационной взаимосвязи. АП являются составной частью контроля расчетов с бюджетом, основанной на системе сбора, подготовки, синхронизации и обработки информации. При проведении внутреннего контроля расчетов с бюджетом и в некоторых случаях внешнего контроля (выездных налоговых проверок) используется информация, содержащаяся в бухгалтерской, налоговой отчетности, налоговых и бухгалтерских регистрах, счетах бухгалтерского и налогового учета с использованием подтверждающих первичных документов [7]. Аналитические процедуры позволяют выбрать приоритетные направления проверки в целях обнаружения искажений налоговой и бухгалтерской отчетности, выявления нарушений законодательства, полноты и правильности расчетов с бюджетом, а также сокращает время проведения проверки. В целях повышения результативности взаимодействия налоговых органов и хозяйствующих субъектов в системе налогового администрирования необходимы глобальные изменения, которые, в свою очередь, способны обеспечить единообразие подходов к контролю расчетов с бюджетом. Необходимо, чтобы принципы контроля расчетов с бюджетом со стороны налоговых органов были согласованы с принципами контроля, проводимого хозяйствующими субъектами. Указанная специфика определила необходимость формирования единого концептуального подхода к организации и проведению контроля расчетов с бюджетом на основе аналитических процедур, где ключевой образующей категорией является налоговый риск.

Сформулирован авторский подход к использованию аналитических процедур в рамках контроля расчетов с бюджетом на разных этапах проверки (табл. 1).

Так, предлагается выделять следующие аналитические процедуры:

- АП1. Сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности (например, выявление отклонений между выручкой в финансовой отчетности и доходами в налоговой отчетности, выявление отклонений между суммами внереализационных расходов в виде безнадежных долгов (дебиторской задолженности с истекшим сроком исковой давности) по данным налогового учета и бухгалтерской отчетности и др.);
- АП2. Сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с аналогичными за предыдущие периоды;
- АП3. Применение показателей-индикаторов (табл. 2);
- АП4. Сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности, заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями;
- АП5. Сопоставление финансовой и нефинансовой информации контрагентов проверяемого лица на предмет реальности поставки товара, выполнения работ, услуг (например, соотношение количества сотрудников, необходимых для выполнения работ, и фонда оплаты труда, соотношение количества сотрудников и выручки и др.);
- АП6. Применение различных моделей оценки финансового состояния организации;
- АП7. План-факторный анализ;
- АП8. Сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с остатками на счетах бухгалтерского и налогового учета;

- АП9. Анализ соответствия данных первичного учета и сальдо счетов бухгалтерского и налогового учета;

- АП10. Сопоставление финансовой и нефинансовой информации проверяемого лица на предмет соответствия расходов их количественному значению (например, выявление отклонений между сведениями, содержащимися в инвентаризационной описи по объектам нефинансовых активов, с остатками на 41 счете бухгалтерского учета; выявление отклонений между сведениями, содержащимися в товарном балансе (приход, расход) и остатками на начало и конец периода 41 счета бухгалтерского учета);

- АП11. Сопоставление финансовой информации с учетной политикой проверяемого лица (сравнение сведений, отраженных в учетной политике для целей налогового учета «использование права применения амортизационной премии» и строки «расходы на капитальные вложения» в соответствии с абзацем вторым п. 9 ст. 258 Налогового кодекса Российской Федерации [6], сравнение доли прибыли по обособленным подразделениям в учетной политике для целей налогового учета и суммы ежемесячных авансовых платежей по обособленным подразделениям декларации по налогу на прибыль).

В рамках разработки авторского подхода к контролю расчетов с бюджетом все аналитические процедуры разбиты на следующие группы в зависимости от рисков:

1) оценка рисков недостаточности контроля:

- при планировании налоговой проверки рекомендуется использовать аналитические процедуры АП1–АП3 в связи с большим объемом анализируемых операций при недостаточном доступе к информации (фактически проверяющий имеет доступ к налоговой и финансовой отчетности, информации из таких открытых источников, как Интернет, аудиторское заключение, коммерческие информационные ресурсы, например, КОНТУР.ФОКУС, СПАРК);

- в ходе проведения налоговой проверки и при наличии прогнозных данных будут полезны аналитические процедуры АП3, АП7–АП9;

- на завершающей стадии налоговой проверки проверяющий может изучить данные финансовой и налоговой отчетности с учетом выявленных ошибок посредством применения аналитических процедур АП1–АП3;

2) оценка рисков, связанных с применением схем уклонения от налогообложения. Искажение сведений об операциях возможно при отражении в учете ложных фактов (не имевших место в действительности, искажении отдельных показателей сделки) или сокрытии (неотражении, занижении) фактов хозяйственной деятельности. Положения ст. 54.1 Налогового кодекса Российской Федерации направлены на недопущение получения необоснованной налоговой выгоды путем использования организаций, не осуществляющих реальную финансово-хозяйственную деятельность, и противодействие злоупотреблениям в налоговой сфере. Применение следующих аналитических процедур способствует выявлению данных обстоятельств, снижению трудозатрат при проведении проверки:

- при планировании налоговой проверки – АП3–АП5;

- в ходе проведения проверки – АП3, АП5, АП10;

- на завершающей стадии проверки – АП3, АП4;

3) оценка риска неэффективности применяемой налоговой политики. В целях налоговой оптимизации применение аналитических процедур способствует повышению уровня налогового планирования, достижению желаемых показателей налоговой нагрузки, а именно:

- при планировании налоговой проверки – АП3, АП4;

- в ходе проведения проверки – АП11;

- на завершающей стадии проверки – АП4;

4) оценка рисков, связанных с неплатежеспособностью и угрозой банкротства. В целях выявления и устранения причин возникновения рисков несостоятельности хозяйствующего субъекта, поддержания платежеспособности организации предлагается использовать при планировании проверки и на ее завершающем этапе АП3, АП6.

---

---



Таблица 1. Использование аналитических процедур в рамках контроля расчетов с бюджетом на разных этапах проверки в зависимости от налоговых рисков

| Налоговые риски  | Применение аналитических процедур при планировании налоговой проверки  | Применение аналитических процедур в ходе проведения налоговой проверки  | Применение аналитических процедур на завершающей стадии налоговой проверки с учетом выявленных ошибок  |
|--|--|---|--|
| Оценка рисков недостаточности контроля                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности (например, выявление отклонений между выручкой в финансовой отчетности и доходами в налоговой отчетности, выявление отклонений между суммами внебюджетных расходов в виде безнадежных долгов (дебиторской задолженности с истекшим сроком исковой давности) по данным налогового учета и бухгалтерской отчетности и др.) (АП1);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с аналогичными за предыдущие периоды (АП2);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- план-факторный анализ (АП7);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с остатками на счетах бухгалтерского и налогового учета (АП8) (рис. 5);</li> <li>- анализ соответствия данных первичного учета и салдо счетов бухгалтерского и налогового учета (АП9);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности (АП1);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с предыдущий период (АП2);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> |
| Оценка рисков, связанных с применением схем уклонения от налогообложения | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности; заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации контрагентов проверяемого лица на предмет реальности поставки товара, выполнения работ, услуг (например, соотношение количества сотрудников, необходимых для выполнения работ, и фонда оплаты труда, соотношение количества сотрудников и выручки и др.) (АП5);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации проверяемого лица на предмет соответствия расходов их количественному значению (например, выявление отклонений между сведениями, содержащимися в инвентаризационной описи по объектам нефинансовых активов, с остатками на 41 счете бухгалтерского учета; выявление отклонений между сведениями, содержащимися в товарном балансе (приход, расход) и остатками на начало и конец периода 41 счета бухгалтерского учета) (АП10);</li> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации контрагентов проверяемого лица на предмет реальности поставки товара, выполнения работ, услуг (АП5);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности; заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>                    |
| Оценка риска неэффективности применяемой налоговой политики              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности; заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление финансовой информации с учетной политической проверяемого лица (сравнение сведений, отраженных в учетной политике для целей налогового учета «использование права применения амортизационной премии» и строки «расходы на капитальные вложения в соответствии с абзацем вторым пункта 9 статьи 258 Налогового кодекса Российской Федерации», счетами 01, 02 бухгалтерского учета; сравнение доли прибыли по обособленным подразделениям в учетной политике для целей налогового учета и суммы ежемесячных авансовых платежей по обособленным подразделениям декларации по налогу на прибыль) (АП11)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности; заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4)</li> </ul>   |
| Оценка рисков, связанных с неплатежеспособностью и угрозой банкротства   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение различных моделей оценки финансового состояния организации (АП6);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>   | <p>Не рассматриваются</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение различных моделей оценки финансового состояния организации (АП6);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>   |

Источник: составлено авторами.

Таблица 1. Использование аналитических процедур в рамках контроля расчетов с бюджетом на разных этапах проверки в зависимости от налоговых рисков

| Налоговые риски  | Применение аналитических процедур при планировании налоговой проверки  | Применение аналитических процедур в ходе проведения налоговой проверки  | Применение аналитических процедур на завершающей стадии налоговой проверки с учетом выявленных ошибок  |
|--|--|---|--|
| Оценка рисков недостаточности контроля                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности (например, выявление отклонений между выручкой в финансовой отчетности и доходами в налоговой отчетности, выявление отклонений между суммами внебюджетных расходов в виде безнадежных долгов (дебиторской задолженности с истекшим сроком исковой давности) по данным налогового учета и бухгалтерской отчетности и др.) (АП1);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с аналогичными за предыдущие периоды (АП2);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- план-факторный анализ (АП7);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с остатками на счетах бухгалтерского и налогового учета (АП8) (рис. 5);</li> <li>- анализ соответствия данных первичного учета и сальдо счетов бухгалтерского и налогового учета (АП9);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности (АП1);</li> <li>- сопоставление показателей финансовой и налоговой отчетности с аналогичными за предыдущий период (АП2);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> |
| Оценка рисков, связанных с применением схем уклонения от налогообложения | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности, заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации контрагентов проверяемого лица на предмет реальности поставки товара, выполнения работ, услуг (например, соотношение количества сотрудников, необходимых для выполнения работ, и фонда оплаты труда, соотношение количества сотрудников и выручки и др.) (АП5);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации проверяемого лица на предмет соответствия расходов их количественному значению (например, выявление отклонений между сведениями, содержащимися в инвентаризационной описи по объектам нефинансовых активов, с остатками на 41 счете бухгалтерского учета; выявление отклонений между сведениями, содержащимися в товарном балансе (приход, расход) и остатками на начало и конец периода 41 счета бухгалтерского учета) (АП10);</li> <li>- сопоставление финансовой и нефинансовой информации контрагентов проверяемого лица на предмет реальности поставки товара, выполнения работ, услуг (АП5);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности, заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>                                    |
| Оценка риска неэффективности применяемой налоговой политики              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности, заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сопоставление финансовой информации с учетной политической проверяемого лица (сравнение сведений, отраженных в учетной политике для целей налогового учета «использование права применения амортизационной премии» и строки «расходы на капитальные вложения в соответствии с абзацем вторым п. 9 ст. 258 Налогового кодекса Российской Федерации», счетами 01, 02 бухгалтерского учета; сравнение доли прибыли по обособленным подразделениям в учетной политике для целей налогового учета и суммы ежемесячных авансовых платежей по обособленным подразделениям декларации по налогу на прибыль) (АП11)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнение показателей (например, налоговой нагрузки, рентабельности, заработной платы, доли вычетов и др.) со среднеотраслевыми значениями (АП4)</li> </ul>   |
| Оценка рисков, связанных с неплатежеспособностью и угрозой банкротства   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение различных моделей оценки финансового состояния организации (АП6);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>   | <p>Не рассчитываются</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение различных моделей оценки финансового состояния организации (АП6);</li> <li>- применение показателей-индикаторов (АП3) (табл. 2)</li> </ul>   |

Источник: составлено авторами.

Для противодействия налоговым рискам эффективная система контроля расчетов с бюджетом должна включать различные виды аналитических процедур, которые классифицируются в зависимости:

- от видов проверяемой отчетности (отдельная отчетность, консолидированная отчетность, налоговая отчетность и др.);
- стадий применения (использования) (планирование, проведение проверки, завершающая стадия);
- способа осуществления (простое сравнение, комплексный анализ с применением коэффициентов, с применением сложных статистических методов);
- области применения и т. д.

Отличительной особенностью предложенного авторами подхода использования аналитических процедур на различных стадиях контроля расчетов с бюджетом является его нацеленность на выявление и оценку налоговых рисков, что обеспечивает унификацию и согласованность применяемых процедур как при внутреннем контроле, так и при проведении налоговых проверок.

#### Список источников

1. Аренс Э.А., Лоббек Дж.К. Аудит; пер. с англ. Москва: Финансы и статистика, 1995. 558 с.
2. Казакова Н.А. Аналитические процедуры: опыт использования в аудите и анализе хозяйственной деятельности // Вестник Финансового университета. 2017. № 2. С. 113–120. DOI: 10.26794/2587-5671-2017-21-2-113-120.
3. Казанцев А.К. Общий менеджмент: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2001. 251 с.
4. Международный стандарт аудита 520 «Аналитические процедуры»: приказ Министерства финансов Российской Федерации от 09.01.2019 № 2н [Электронный ресурс]. URL: [https://minfin.gov.ru/ru/document/?id\\_4=116594-mezhdunarodnyi\\_standart\\_audita\\_520\\_analiticheskie\\_protседury](https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=116594-mezhdunarodnyi_standart_audita_520_analiticheskie_protседury) (дата обращения: 18.08.2022).
5. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. 3-е изд.; пер. с англ. Москва: И.Д. Вильямс, 2012. 672 с.
6. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/) (дата обращения: 02.05.2022).
7. О рекомендациях по проведению камеральных налоговых проверок (в ред. от 13.02.2020): Письмо Федеральной налоговой службы Российской Федерации от 16 июля 2013 г. № АС-4-2/12705@ [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nalog.gov.ru/m77/about\\_fts/docs/4211240/](https://www.nalog.gov.ru/m77/about_fts/docs/4211240/) (дата обращения: 15.08.2022).
8. Печерская А.Н. Методические аспекты использования аналитических процедур при осуществлении контроля расчетов с бюджетом на этапе планирования проверки // Аудит и финансовый анализ. 2016. № 6. С. 189–193.
9. Печерская А.Н. Особенности использования аналитических процедур на этапах проведения и завершения проверки // Экономика и предпринимательство. 2017. № 4 (ч. 1). С. 781–793.
10. Халыпина Е.С. Генезис понятия «контроль» // Экономика и предпринимательство. 2015. № 2(55). С. 541–543.
11. Шеремет А.Д., Суйц В.П. Аудит: учебник. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: ИНФРА-М, 2006. 448 с.

**References**

1. Arens A.A., Loebbecke J.K. Auditing. An Integrated Approach; translated from English. Moscow: Finance and Statistic; 1995. 558 p. (In Russ.).
2. Kazakova N.A. Analiticheskie protsedury: opyt ispol'zovaniya v audite i analize khozyaistvennoj deyatel'nosti [The use of analytical procedures in audit and assessment of economic activities]. *Vestnik Finansovogo universiteta = Bulletin of the Financial University*. 2017;2:113-120. DOI: 10.26794/2587-5671-2017-21-2-113-120. (In Russ.).
3. Kazantsev A.K. Obschij menedjment: uchebnoe posobie [General management: study guide]. Moscow: INFRA-M Press; 2001. 251 p. (In Russ.).
4. Mezhdunarodnyj standart audita 520 "Analiticheskie protsedury" [International Standard on Auditing 520 "Analytical procedures"]: prikaz Minfina Rossii ot 09.01.2019 № 2n. [Order of the Ministry of Finance of the RF of 09.01.2019 No. 2n]. URL: [https://minfin.gov.ru/ru/document/?id\\_4=116594-mezhdunarodnyi\\_standart\\_audita\\_520\\_analiticheskie\\_protседury](https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=116594-mezhdunarodnyi_standart_audita_520_analiticheskie_protседury). (In Russ.).
5. Meskon M.H., Albert M., Khedouri F. Management: 3-e izd. [Management: 3<sup>rd</sup> edition]. Moscow: I.D. Williams Publishing House; 2012. 672 p. (In Russ.).
6. Nalogovyy kodeks Rossijskoj Federatsii (chast' vtoraya) ot 05.08.2000 № 117-FZ [Tax Code of the Russian Federation (Part Two) of 05.08.2000 No. 117-FZ] URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/). (In Russ.).
7. O rekomendatsiyakh po provedeniyu kameral'nykh proverok: Pis'mo FNS Rossii ot 16.07.2013 № AS-4-2/12705@ [On recommendation for conducting in-house tax audits: Letter of the Federal Tax Service of Russia of July 16, 2013 No. AS-4-2/12705@]. URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn77/about\\_fts/docs/4211240/](https://www.nalog.gov.ru/rn77/about_fts/docs/4211240/). (In Russ.).
8. Pecherskaya A.N. Metodicheskie aspekty ispol'zovaniya analiticheskikh protsedur pri osushchestvlenii kontrolya raschetov s byudzhетom na etape planirovaniya proverki [Methodological aspects of the use of analytical procedures in the control of tax liabilities at the planning stage of audit]. *Audit i finansovyi analiz = Audit and Financial Analysis*. 2016;6:189-193. (In Russ.).
9. Pecherskaya A.N. Osobennosti ispol'zovaniya analyticheskikh protsedur na etapakh provedeniya i zaversheniya proverki [Special aspects of the use of analytical procedures at the stages of conducting and completing the audit]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship*. 2017;4(1):781-793. (In Russ.).
10. Khalyapina E.S. Genezis ponyatiya "control" [Genesis of the concept of "control"]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship*. 2015;2(55):541-543. (In Russ.).
11. Sheremet A.D. Audit: uchebnik. 2-e izd., dopolnennoe i pererabotannoe [Audit: textbook. 3<sup>rd</sup> edition, revised and enlarged]. Moscow: INFRA-M Press; 2006. 448 p. (In Russ.).

**Информация об авторах**

A.N. Печерская – кандидат экономических наук, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», frau-pan@yandex.ru.

V.B. Малицкая – доктор экономических наук, профессор базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», vmrussian@yandex.ru.

E.V. Терновых – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», evled@yandex.ru.

I.N. Маслова – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», irimslv@mail.ru.

**Information about the authors**

A.N. Pecherskaya, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Financial Control, Analysis and Audit of the Office of the Controller General of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, frau-pan@yandex.ru.

V.B. Malitskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Financial Control, Analysis and Audit of the Office of the Controller General of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, vmrussian@yandex.ru.

E.V. Ternovykh, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, evled@yandex.ru.

I.N. Maslova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, irimslv@mail.ru.

**Статья поступила в редакцию 09.12.2022; одобрена после рецензирования 16.01.2023; принята к публикации 23.01.2023.**

**The article was submitted 09.12.2022; approved after reviewing 16.01.2023; accepted for publication 23.01.2023.**

© Печерская А.Н., Малицкая В.Б., Терновых Е.В., Маслова И.Н., 2023

## Наш юбиляр – Владимир Иванович Оробинский

26 февраля 2023 г. свой 70-летний юбилей отметил Владимир Иванович Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Владимир Иванович Оробинский относится к тем людям, которые лучшие качества своего характера впитали от родной земли и, идя по жизни, не растеряли их, а укрепили и приумножили за счет трудового воспитания, отличной учебы, службы в войсках ВДВ и последующей активной деятельности в вузе. Хуторянин по рождению, он с детства познал все тяготы труда на земле, поработав в поле трактористом, механиком в одном из колхозов Волоконовского района Белгородчины. А было это в далеком 1972 году, после окончания Новооскольского сельхозтехникума.

Полученные в сельхозтехникуме знания еще не успели как следует подкрепиться практическими навыками трудовой деятельности, как пришло время служить в рядах Советской Армии. Двухлетняя пауза в образовании компенсировалась сформировавшимся убеждением в том, что в жизни наступают такие периоды, когда нужно совершать поступки, требующие максимальной концентрации сил, проявления таких качеств характера, как целеустремленность, воля и дисциплина. Благодаря армейской службе укрепилось решение стать инженером сельскохозяйственного производства, и вот уже абитуриент В.И. Оробинский зачислен на подготовительное отделение Воронежского СХИ им. К.Д. Глинки.

Учеба давалась легко. Времени хватало на все: отличную учебу, руководство комсомольской организацией факультета, вовлеченность в создание художественного коллектива – участника студенческого фестиваля «Весенние зори» и многое другое, за что студент Владимир Оробинский был награжден Почетной грамотой ЦК ВЛКСМ. И когда в 1980 году был получен диплом с отличием, стало понятно, что с таким багажом институт просто так не покидают. Конечно, была рекомендация в аспирантуру. Но не таков был молодой выпускник – инженер Владимир Оробинский, чтобы ограничиваться только одним делом. В ту пору на кафедре сельхозмашин активно работал творческий коллектив по совершенствованию зерноуборочной техники за счет снижения повреждений и потерь зерна при уборке и послеуборочной обработке. Коллектив имел статус отдела механизации при кафедре. Параллельно с учебой в аспирантуре Владимир Иванович включился в работу отдела старшим научным сотрудником, а потом и заведующим.

За шестилетний срок работы в отделе Владимир Иванович обрел опыт сотрудничества с машиностроительными предприятиями, в частности с заводом Ростсельмаш, головным комбайностроительным заводом СССР. Было разработано несколько приспособлений к комбайну, испытано на практике и рекомендовано производству, предложены конструктивные изменения и альтернативные конструкционные материалы, ис-



пытанно множество режимов работы рабочих узлов и деталей, особенно молотильного аппарата и органов очистки, собран обширный экспериментальный материал на несколько диссертаций. Свою диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук Владимир Иванович написал, уже работая в должности ассистента кафедры сельскохозяйственных машин в 1987 году, озаглавив ее «Снижение травмирования зерна при уборке за счет совершенствования процесса доработки колосового вороха в молотилке комбайна». Став преподавателем, он углубил тематику своих научных исследований, акцентируя внимание на послеуборочной очистке зернового материала. Интерес к этим проблемам возник в связи с тем, что преподаватели Воронежского СХИ стали сотрудничать с научно-производственным объединением страны по разработке зерноочистительных машин «Воронежсельмаш». Несмотря на свои производственные успехи, это предприятие отставало от оснащенных западных фирм по выпуску высокопроизводительных зерноочистительных машин и установок. Вместе с коллегами Владимир Иванович разработал новую технологическую схему очистки с предварительным разделением потока на укрупненные фракции, что дало возможность создать машину практически в тех же габаритах, но в 4 раза более производительную, изготовить в металле экспериментальный образец, пройти процедуру приемочных и государственных испытаний, экспонировать его на многих выставках и запустить в производство на одном из предприятий Нового Оскола. Работа завершилась защитой докторской диссертации «Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации».

В творческом арсенале Владимира Ивановича свыше 500 научных и учебно-методических работ, в том числе десяток монографий и более ста статей в ведущих журналах и научных изданиях. На новые технические решения, воплощенные в конструкциях машин семейства ОЗФ и разработанные под его руководством, получено более 40 патентов РФ. Он является одним из авторов практикума «Сельскохозяйственные машины», рекомендованного МСХ РФ в качестве учебного пособия для сельскохозяйственных вузов, и других учебных пособий: «Устройство и подготовка сельскохозяйственных машин к работе», «Механизация садоводства», «Современные кормоуборочные комбайны», «Механизация растениеводства» и другие. В.И. Оробинским разработаны рекомендации по предупреждению травмирования семенного зерна сельскохозяйственными машинами (1983), по оценке влияния современных зерноочистительных машин и оборудования на качество семян и выбору наиболее перспективных для разработки или реконструкции семяочистительных линий (2008 и 2014 гг.). Профессор В.И. Оробинский является председателем ученого совета агроинженерного факультета Воронежского госагроуниверситета, председателем совета по защите кандидатских и докторских диссертаций.

Один из самых плодотворных отрезков агроуниверситетской жизни Владимира Ивановича начался в 2010 году, когда он был избран на должность декана агроинженерного факультета. В современных условиях с раздробленностью направлений обучения, частой сменой учебных планов и форм отчетности по всем пунктам должностных обязанностей с малочисленным составом сотрудников деканата работать очень сложно. И тем не менее Владимир Иванович на этом посту работает уже 12 лет, и работает эффективно в первую очередь за счет своих организаторских способностей, чувства долга, стремления к обязательному достижению цели, то есть за счет тех качеств, которые поселились в душе еще в детстве в школе, в юности при работе в хозяйстве и позже – на службе в ВДВ. Владимир Иванович знает обучающихся на факультете, помнит практически всех выпускников, работающих на ключевых административных или производственных постах и нашей, Воронежской области, и соседних областей ЦЧР, поддерживает с ними дружеские связи, и

все они это очень ценят. Еще не было ни одного праздника на агроинженерном факультете без участия выпускников, которые передают в безвозмездное пользование трактора, сельскохозяйственные машины и оргтехнику для оборудования лабораторий, что позволяет повышать качество учебного процесса. Весь профессорско-преподавательский состав факультета знает, что каждый находится под пристальным вниманием декана, что он поможет в трудной жизненной ситуации, подбодрит добрым словом, выразит благодарность за ответственное отношение к обязанностям и в то же время строго спросит за упущения в работе или нарушения трудовой дисциплины.

Владимир Иванович Оробинский внес значительный вклад в разработку и совершенствование технологии обработки семян фракционированием. Под его руководством выполнен грант «Исследование и разработка технологии фракционирования зернового вороха и создание экспериментального образца семяочистительной машины» (2004–2007 гг.). Машины нового поколения семейства ОЗФ выпускаются серийно на предприятии ООО «Осколсельмаш» в г. Новый Оскол Белгородской области. За более чем 30-летний период работы в агроуниверситете профессор В.И. Оробинский зарекомендовал себя профессионально грамотным, инициативным и принципиальным педагогом высшей школы, внедряющим современные образовательные технологии в учебный процесс. Под руководством Владимира Ивановича защищены 4 кандидатские и 3 докторские диссертации.

За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие сельскохозяйственного производства, подготовку кадров для агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного региона В.И. Оробинский отмечен Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ (2011). За достигнутые успехи в обучении и воспитании студентов, в подготовке специалистов сельского хозяйства Воронежской и Липецкой областей он неоднократно награждался почетными грамотами департамента аграрной политики Воронежской области и управления сельского хозяйства Липецкой области (2006), администрации Воронежской и Липецкой областей (2007, 2009, 2010, 2012 гг.). За разработку воздушно-решетных машин нового поколения семейства ОЗФ он стал лауреатом премии администрации Воронежской области (2006).

Профессор В.И. Оробинский отличается ответственным отношением к работе, компетентностью в вопросах высшего образования и сельскохозяйственного производства, исключительной коммуникабельностью со специалистами сельского хозяйства и научными работниками вузов и научно-исследовательских организаций, что позволило ему снискать заслуженный авторитет среди обучающихся, профессорско-преподавательского состава и других работников агроуниверситета, выпускников, руководителей и специалистов агропромышленного комплекса ЦЧР России.

*Ректорат, коллектив агроинженерного факультета  
Воронежского государственного аграрного университета*

**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 три диссертационных совета:  
**35.2.008.01, 35.2.008.02 и 35.2.008.03.**

Диссертационный совет 35.2.008.01 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1218/нк от 12 октября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.3.1., сельскохозяйственные науки).

Заместитель председателя – Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, доцент (4.3.1., технические науки).

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор (4.3.1., технические науки).

Диссертационный совет 35.2.008.02 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1384/нк от 28 октября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки).

Председатель – 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 – Голева Галина Геннадьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (1.5.20., сельскохозяйственные науки).

Диссертационный совет Д 220.010.03 не активен с 17.10.2022 г. в связи с утверждением новой номенклатуры научных специальностей.



## 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 незавершенных, 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, С.А. Дубова**  
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 31.03.2023 г.

Подписано в печать 29.03.2023 г. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная. Объем 34 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 24338  
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

