

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: THIQZC

ВЕСТНИК

Воронежского государственного
аграрного университета

Теоретический
и научно-практический
журнал

Том 17, 1(80) • 2024



ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: THIQZC

ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

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

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

Издается с 1998 года

Периодичность – 4 выпуска в год

**Том 17,
выпуск 1(80)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1

ВОРОНЕЖ
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
2024

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

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

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

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

**Вестник включен в Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук, Высшей аттестационной комиссии (ВАК)
при Министерстве образования и науки Российской Федерации –
№ 407 по состоянию на 27.03.2024**

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

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Образцов Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

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

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

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

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

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

Завражнов Анатолий Иванович, доктор технических наук, академик РАН, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и 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, и. о. директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве».

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

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

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

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

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

Смыслова Ольга Юрьевна, доктор экономических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Липецкого филиала ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

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

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

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

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

Журнал включен в библиографическую базу данных научных публикаций российских ученых и Российский индекс научного цитирования статей (РИНЦ), 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

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2024

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

EDN: THIQZC

VESTNIK

OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY

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

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

Published since 1998
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 17,
Issue 1(80)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1

VORONEZH
Voronezh SAU
2024

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

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

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

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

**Vestnik is included in the List of Peer-Reviewed Scientific Periodicals
recommended for publishing the major research results of dissertations
for candidate and doctorate degrees – No. 407 as of March 27, 2024**

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

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

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Olga Yu. Smyslova, Doctor of Economic Sciences, Docent, Vice-Rector for Research, Lipetsk Branch of Financial University under the Government of the Russian Federation.

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

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

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

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

The journal is included in the bibliographic database of Scientific Publications of Russian Authors and of the Information about Citing These Publications, i.e. Russian Science Citation Index (RINTS), in the 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

© Voronezh SAU, 2024

ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.
Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ) 4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)	
Яговенко Т.В., Яговенко Г.Л., Трошина Л.В., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Урожайность и элементы ее структуры при применении комплексных стимуляторов роста на люпине узколистом Yagovenko T.V., Yagovenko G.L., Troshina L.V., Zaytseva N.M., Misnikova N.V. Yield and its structure elements when applying complex plant growth stimulants to blue lupine.....	13
4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ) 4.1.1. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)	
Ожога О.Н., Мелькумова Е.А., Клишкин А.Ф. Снижение вредности фузариоза и сопутствующих болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР Ozhoga O.N., Melkumova E.A., Klimkin A.F. Reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region	22
Мельникова Е.С., Мелькумова Е.А. Основные вредоносные болезни картофеля в Центральном Черноземье и пути их ограничения Melnikova E.S., Melkumova E.A. Most common harmful potato diseases in the Central Chernozem Region and means for their limitation	32
Павлов А.А. Распределение тяжелых металлов в профиле дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв средней полосы России Pavlov A.A. Distribution of heavy metals in the profile of sod-podzolic sandy and sandy-loam soils in Central Russia.....	42
4.1.4. САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ) 4.1.4. HORTICULTURE, OLERICULTURE, VITICULTURE AND MEDICINAL PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)	
Щербакова Е.В., Ноздрачева Р.Г. Оценка зимостойкости гибридов абрикоса в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона Shcherbakova E.V., Nozdracheva R.G. Evaluation of winter hardiness of apricot hybrids in the soil and climatic conditions of the Central Chernozem Region.....	50

Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б.

Повышение адаптивности ежевики к условиям средней полосы России
за счет применения органоминеральных комплексов нового поколения

Gruner L.A., Kornilov B.B.

Increasing the adaptability of blackberry to the conditions of Central Russia
through the application of organomineral complexes of new generation 60

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

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

Недикова Е.В., Зотова К.Ю., Куликова Е.В., Недиков К.Д.

Обоснование проведения системы агролесомелиоративных мероприятий по защите
земель от водной и ветровой эрозии в условиях центральной части России

Nedikova E.V., Zotova K.Yu., Kulikova E.V., Nedikov K.D.

Justification of the implementation of a system of agroforestry measures to protect lands
from water and wind erosion in the conditions of Central Russia 75

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

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

Беляев А.Н., Афоничев Д.Н., Тришина Т.В., Оробинский В.И., Дерканосова Н.М.

Оценка параметров траектории входа в поворот двухосной колесной машины
со всеми управляемыми колесами

Belyaev A.N., Afonichev D.N., Trishina T.V., Orobinsky V.I., Derkanosova N.M.

Parameters estimation of the trajectory of the entry into the turn of a two-axle
all-wheel drive vehicle 84

Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В., Шередекин П.В., Новиков А.Е.

Согласование геометрических и кинематических характеристик криволинейного
движения транспортного средства

Belyaev A.N., Orobinsky V.I., Trishina T.V., Sheredekin P.V., Novikov A.E.

Verification of the match between geometric and kinematic characteristics of the
wheeled vehicle curvilinear motion 94

Андрианов Е.А., Судаков А.Н., Скуратов Н.И., Андрианов А.А.

Разработка инкубатора зонального нагрева для яиц птиц

Andrianov E.A., Sudakov A.N., Skuratov N.I., Andrianov A.A.

Development of a zone heating incubator for avian eggs 102

Чаплыгин М.Е., Годжаев З.А., Уютов С.Ю.

Обоснование параметров и режимов работы электроприводов базовых рабочих
органов селекционного комбайна

Chaplygin M.E., Godzhaev Z.A., Uyutov S.Yu.

Engineered estimation of the parameters and operating modes of the electric drives
of the threshing working bodies of the selection combine harvester 112

Захаров А.М., Мишанов А.П., Мурзаев Е.А., Иванов Д.Ю., Комоедов А.Д.

Обоснование конструктивных параметров дозирующей системы машины для
локального внесения концентрированных твердых органических удобрений

Zakharov A.M., Mishanov A.P., Murzaev E.A., Ivanov D.Yu., Komoeedov A.D.

Justification of design parameters of a dosing system of the machine for the local
application of concentrated solid organic fertilizers 125

Гордеев В.В., Авакимянц Е.В., Хазанов В.Е., Гордеева Т.И.

Результаты экспериментальных исследований по обоснованию интервала
варьирования времени смешивания БМВД в центробежном лопастном смесителе

Gordeev V.V., Avakimyants E.V., Khazanov V.E., Gordeeva T.I.

Results of experimental studies on variability interval estimation of mixing time
for albuminous vitamin-mineral additives in a centrifugal paddle mixer 131

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

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

Воронов Е.В., Новикова Г.В., Суслов С.А., Просвирякова М.В., Михайлова О.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом Voronov E.V., Novikova G.V., Suslov S.A., Prosviryakova M.V., Mikhailova O.V. Intensification of the process of meat waste heat treatment in an installation with a microwave power supply	138
Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Серебряков А.С., Осокин В.Л. Обоснование выбора места размещения устройства для нагрева воды, работающего за счет низкопотенциальной тепловой энергии, выделяемой животными Dulepova Yu.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A., Osokin V.L. Justification of selection of the location of a heating water device operating by force of low-grade thermal energy released by farm animals	152

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Калафатов Э.А. Особенности формирования системы экономических интересов и их реализации в сельской местности Kalafatov E.A. Features of the formation of a system of economic interests and their implementation in rural areas	162
Колотырин К.П., Наянов А.В., Сидельникова М.В., Бородастова Е.В. Методические подходы к формированию фонда оплаты труда наемных работников в фермерском секторе агроэкономики Kolotyryin K.P., Nayanov A.V., Sidelnikova M.V., Borodastova E.V. Methodological approaches to the formation of salaried employees wages fund in the farming sector of agricultural economics	173
Попов А.Ю., Чепулянис А.В. Современные концепции формирования информации о биологических активах животноводства в системе бухгалтерского учета организаций агропромышленного комплекса для целей управления Popov A.Yu., Chepulyanis A.V. Contemporary concepts of forming information on biological assets of animal husbandry in the accounting system of organizations of the Agro-Industrial Complex for management purposes	185
Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Медеяева З.П., Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А. Развитие методологии учета нематериальных активов в контексте новых федеральных стандартов Lytneva N.A., Zaporozhtseva L.A., Medelyaeva Z.P., Chirkova M.B., Kyshtymova E.A. Development of methodology for intangible assets accounting in the context of new Russian standards	197
Малицкая В.Б., Чиркова М. Б., Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Медеяева З.П. Концепция отражения в бухгалтерской финансовой отчетности информации по прекращаемой деятельности по российским и международным стандартам Malitskaya V.B., Chirkova M.B., Lytneva N.A. Zaporozhtseva L.A., Medelyaeva Z.P. The concept of recording information on discontinued operations in financial statements according to Russian and International Financial Reporting Standards	209
Широбоков В.Г., Нейштадт М.Л., Нуждин Р.В., Шамрина И.В., Горковенко Е.В. Аналитическое обеспечение управления дебиторской задолженностью сельскохозяйственных организаций в неустойчивой бизнес-среде Shirobokov V.G., Neistadt M.L., Nuzhdin R.V., Shamrina I.V., Gorkovenko E.V. Analytical support for receivables management in agricultural organizations in an unstable business environment	220

Костева Н.Н., Павлюченко Т.Н.

Формирование бухгалтерской информации в соответствии с ФСБУ 4/2023
«Бухгалтерская (финансовая) отчетность»

Kosteva N.N., Pavlyuchenko T.N.

Formation of accounting information in accordance with Russian Accounting
Standard 4/2023 "Accounting (Financial) Statements" 237

Малицкая В.Б., Морозова Т.В., Ахмадеев Р.Г., Чиркова М.Б., Запорожцева Л.А.

Анализ практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным
дивидендам в МСФО-отчетности

Malitskaya V.B., Morozova T.V., Akhmadeev R.G., Chirkova M.B., Zaporozhtseva L.A.

Analysis of practices used for classification of dividends received and paid in the financial
reporting under IFRS 244

Брянцева Л.В., Солопов В.А., Тайдаков А.Ю.

Проблемы и перспективы государственной поддержки и стимулирования инновационной
активности в нефтегазовом секторе экономики

Bryantseva L.V., Solopov V.A., Taidakov A.Yu.

Challenges and prospects of state support and stimulation of innovative activities in the oil
and gas sector of the national economy 254

5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Савченко Ю.Ю.

Влияние интеллектуального капитала на формирование стоимости
агропромышленных компаний

Savchenko Yu.Yu.

Intellectual capital impact on the formation of value of agro-industrial companies 261

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

Ученый-фитопатолог Исаак Григорьевич Бейлин. Воронежский период деятельности

Phytopathologist Isaac G. Beilin. Voronezh period of scientific activities 270

Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе

Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I

Doctoral and candidate science-degree councils formed on the basis

of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great 276

Информация для авторов

Information for the authors 277

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.367.2:631.559:661.162.6

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_13

EDN: UHJXUU

**Урожайность и элементы ее структуры при
применении комплексных стимуляторов
роста на люпине узколистом****Татьяна Владимировна Яговенко^{1✉}, Герман Леонидович Яговенко²,
Лариса Владимировна Трошина³, Наталья Михайловна Зайцева⁴,
Надежда Викторовна Мисникова⁵**^{1, 2, 3, 4, 5} Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал
ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии
имени В.Р. Вильямса», Брянская область, пос. Мичуринский, Россия¹ lupin.labphys@mail.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследований, выполненных с целью оценки влияния стимуляторов роста нового поколения, содержащих в своем составе макро- и микроудобрения в хелатной форме, на формирование урожайности, фитосанитарное состояние посевов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.). Полевые опыты проводились в 2021–2023 гг. в почвенно-климатических условиях юго-западной части Черноземной зоны. Почва опытного участка – серая лесная легкосуглинистая. Выявлено, что стимуляторы роста активизировали физиологические процессы, связанные с фотосинтетической деятельностью. В ходе исследований установлено, что площадь листьев люпина узколистного сорта Белорозовый 144 увеличивалась по отношению к контролю и достигала максимальных величин на варианте комплексного применения препаратов (предпосевная обработка семян + внекорневое опрыскивание в фазе бутонизации). Препарат Зеребра Агро при использовании этого приема повышал площадь листьев ценоза на 20,6%, Фитактив Вита – на 13,1%. На этих же вариантах отмечены самые высокие значения фотосинтетического потенциала, превышающие контроль на 25,5%. Максимальная урожайность сухой массы (1,48–1,57 кг/м²) получена при использовании препарата Зеребра Агро: увеличение относительно контроля составило в среднем 20,5%. При использовании препарата Фитактив Вита только для опрыскивания по вегетации отмечено достоверное увеличение урожайности в среднем на 15,7%. Наиболее высокой урожайностью зерна характеризовались варианты, включающие комплексную обработку: при использовании препарата Фитактив Вита – 3,15 т/га (на 25,4% выше контроля), Зеребра Агро – 2,92 т/га (на 16,3% выше контроля). Оба использованных препарата вызывали направленную регуляцию структуры растений люпина узколистного сорта Белорозовый 144, повышали функциональную активность органов, что способствовало увеличению продуктивности и массы 1000 семян, а также сдерживало зараженность бобов антракнозом (*Colletotrichum lupini*).

Ключевые слова: люпин узколистый, регулятор роста, урожайность, плодообразующий потенциал, элементы структуры урожая, антракноз

Для цитирования: Яговенко Т.В., Яговенко Г.Л., Трошина Л.В., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Урожайность и элементы ее структуры при применении комплексных стимуляторов роста на люпине узколистом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 13–21. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_13-21.

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

Original article

**Yield and its structure elements when applying
complex plant growth regulators to blue lupine****Tatiana V. Yagovenko^{1✉}, German L. Yagovenko², Larisa V. Troshina³,
Natalia M. Zaytseva⁴, Nadezhda V. Misnikova⁵**^{1, 2, 3, 4, 5} All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research
Center of Forage Production and Agroecology, Bryansk Oblast, pos. Michurinsky, Russia¹ lupin.labphys@mail.ru[✉]

Abstract. The authors present the results of research performed in order to assess the effect of new generation growth stimulants containing macro- and microfertilizers in chelated form on the formation of yield and phytosanitary condition of blue lupine crops (*Lupinus angustifolius* L.). Field experiments were carried out in 2021–2023 in the soil

and climatic conditions of the southwestern part of the Non-Chernozem zone. The soil in the experimental plot was gray forest light loamy. It was found that growth stimulants activated the physiological processes associated with photosynthetic activity. In the years of research the leaf area of the Belorozovy 144 blue lupine variety increased compared to control and reached its maximum values in the variant with combined use of preparations (pre-sowing seed treatment + foliar spraying in the budding stage). When using this method, the Zerebra Agro preparation increased the leaf area of the cenosis by 20.6%, while Fitaktiv Vita gave an increase by 13.1%. In the same variants the highest values of photosynthetic potential were noted exceeding the control by 25.5%. The maximum dry mass yield (1.48-1.57 kg/m²) was obtained applying the Zerebra Agro preparation: the increase compared to control was 16.5%, 23.6%, and 21.2%. When the Fitaktiv Vita preparation was applied only for spraying during the growing season, a significant increase in yield by 15.7% was noted. The highest grain yields were obtained in the variants that included complex treatment, e.g. 3.15 t/ha with Fitaktiv Vita (25.4% higher than control) and 2.92 t/ha with Zerebra Agro (16.3% higher than control). Both preparations induced targeted regulation of structure of the Belorozovy 144 blue lupine plants and increased the functional activity of their organs, which contributed to an increase in productivity and weight of 1000 seeds, and also restrained the infection of pods with anthracnose (*Colletotrichum lupini*).

Keywords: blue lupine, plant growth regulator, yield, carpogenous potential, yield structure elements, anthracnose

For citation: Yagovenko T.V., Yagovenko G.L., Troshina L.V., Zaytseva N.M., Misnikova N.V. Yield and its structure elements when applying complex plant growth stimulants to blue lupine. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):13-21. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_13-21.

Введение
Несмотря на лидирующее место по возделыванию люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в мире, в России в последнее десятилетие интерес к этому виду незаслуженно ослабевает, и предпочтение отдается люпину белому как более продуктивному, содержащему в семенах большее количество белка и жира. Однако люпин узколистный – самый скороспелый и пластичный вид, наиболее устойчивый к ряду грибных болезней [2, 11]. Его можно эффективно выращивать практически во всех регионах России. Обладая коротким вегетационным периодом (80–110 дней), нетребовательностью к плодородию почв, этот вид люпина характеризуется достаточно высоким содержанием белка. В зависимости от экотипа и почвенно-климатических условий его значение варьирует от 30,0 до 38,0% в сухом веществе, в зеленой массе – от 16,0 до 20,0% [4]. Эта культура рассматривается не только как источник высококачественного и сбалансированного белка, но и как фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения и является основным звеном в системе экологического земледелия [8]. Потенциал урожайности люпина узколистного в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны достаточно высок (2–3 т/га), но не всегда стабилен по годам выращивания, что обусловлено особенностями формирования адаптивных реакций растений к стрессовым факторам [1].

Включение стимуляторов роста и комплексных препаратов на основе микро-, макроэлементов и регуляторов роста в технологический процесс возделывания люпина имеет большое значение в плане более полной реализации плодотворного потенциала этой культуры, а также для снижения негативного воздействия неблагоприятных условий на растения [5, 7]. Целесообразность применения комплекса микроэлементов обусловлена биологическими особенностями этой культуры. Вызывая направленную регуляцию морфоструктуры растений и повышая функциональную активность их органов, физиологически активные вещества способствуют реализации биологического потенциала генотипа, в результате чего увеличивается урожайность и качество зерна, отмечается улучшение фитосанитарного состояния посевов [9].

Применение комплексных препаратов на основе микро-, макроэлементов и регуляторов роста – сравнительно новое направление в технологии выращивания люпина, поэтому необходим поиск наиболее эффективных препаратов и конкретизация способов их использования с учетом биологических особенностей люпина узколистного.

Цель исследования – оценка эффективности влияния стимуляторов роста нового поколения, содержащих в своем составе макро- и микроудобрения в хелатной форме, на формирование урожайности, фитосанитарное состояние посевов для разработки новых технологических приемов возделывания люпина узколистного.

Условия и методика проведения исследований

Исследования выполнялись в 2021–2023 гг. на опытном поле ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в почвенно-климатических условиях Юго-Западной части Нечерноземной зоны. Почва опытного участка – серая лесная легкосуглинистая.

Закладка, проведение полевых опытов и статистическая обработка данных проводились по методике Б.А. Доспехова [3].

Объектом исследований служил сорт люпина узколистного Белорозовый 144.

Посев проводился ручным способом. Площадь делянки – 10 м², норма высева – 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Повторность – четырехкратная. Размещение делянок – систематическое.

В качестве стимуляторов роста использовали препараты Зеребра Агро, Фитактив Вита. Схема опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опытов

Варианты	Фаза применения	Доза	Расход рабочей жидкости
Контроль – вода			
Зеребра Агро	Обработка семян	0,15 л/т	10 л/т
Зеребра Агро	Опрыскивание в фазе бутонизации	0,15 л/га	250 л/га
Зеребра Агро	Обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	0,15 л/т + 0,15 л/га	10 л/т + 250 л/га
Фитактив Вита	Обработка семян	0,05 л/т	10 л/т
Фитактив Вита	Опрыскивание в фазе бутонизации	0,06 л/га	100 л/га
Фитактив Вита	Обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	0,05 л/т + 0,06 л/га	10 л/т + 100 л/га

Зеребра Агро, ВР – регулятор роста нового поколения создан на основе коллоидного серебра. Действующее вещество – 500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида. Ростостимулирующий эффект этого препарата заключается в снижении негативного воздействия патогенной микрофлоры, стимулировании восстановительных процессов и улучшении энергетического обмена в растительных тканях, а также включении естественных защитных функций самого растения.

Фитактив Вита (водорастворимый концентрат) содержит следующие биологически активные вещества, стимуляторы роста и адаптогены, а также комплекс витаминов: N – 70,8 г/л; P – 3,5; K – 57,2; Mg – 3,2 г/л; Fe – 45 мг/л; Zn – 16; Cu – 5; Mn – 65; Mo – 5; B – 85; I – 5; Co – 5; 2-этил-индол-3-п-пропилено-3,6:1,2[60]фуллерен – 50; 4-индолил-3-масляная кислота – 10; никотиновая кислота – 40; глицин – 40; тиамин – 40 мг/л). За счет присутствия в препарате активных витаминно-минеральных комплексов на углеродном носителе, в качестве которого выступает фуллерен, коэффициент использования питательных элементов из препарата достигает 96%.

Учет урожая семян проводили прямым (сплошным) методом учета, поделочно, с пересчетом на 100% чистоту и 15% влажность.

Элементы структуры урожая анализировали по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Фотосинтетические показатели определяли по методикам, изложенным в работах А.А. Ничипоровича [6]. Учет зараженности посевов антракнозом проводили по методическим указаниям «Государственные испытания фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур» (1985).

Метеорологические условия вегетационных периодов люпина узколистного в годы исследований несколько различались. В целом период вегетации люпина узколистного в 2021 г. был менее теплым, но более влажным (ГТК 1,83) по сравнению с 2022 г. (ГТК 1,01) и 2023 г. (ГТК 1,15), климатические условия которых были более теплыми и менее влажными. В 2021 г. после обильных дождей в мае (ГТК 1-й декады – 6,22, 2-й – 2,85 и 3-й – 2,64) отмечена их острая нехватка в период цветения культуры (ГТК 0,45). В 2022 г. наблюдалась аналогичная картина – в 3-й декаде мая и 1-й декаде июня прошли обильные дожди (ГТК соответственно 5,53 и 2,71), в то время как во 2-й и 3-й декадах июня выпало недостаточное количество осадков (ГТК соответственно 1,01 и 0,91), при этом температура воздуха превышала среднемноголетнюю на 2,2 и 3,8 °С. В данный период происходило цветение люпина узколистного и формирование первых бобов. Условия этого периода в 2021 и 2022 гг. во многом повлияли на формирование репродуктивных органов люпина узколистного. Недостаток влаги способствовал редукации потенциальной урожайности. В связи с этим оценка эффективности влияния стимуляторов роста на развитие растений и формирование урожайности представляет особый интерес.

Результаты и их обсуждение

Введение в технологию возделывания люпина узколистного элементов, включающих обработки комплексными стимуляторами роста, направлено на стабилизацию, повышение урожайности этой культуры. В формировании общего биологического урожая люпина узколистного значительную роль играет фотосинтетическая деятельность [1]. Проведенные исследования показали, что обработки изучаемыми стимуляторами роста активизировали физиологические процессы, связанные с фотосинтетической активностью растений люпина узколистного, а именно: увеличивали ассимиляционную поверхность ценозов, фотосинтетический потенциал (ФП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), что отразилось на урожае сухой надземной массы (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на показатели фотосинтеза люпина узколистного (сизо-блестящий боб), 2021–2023 гг.

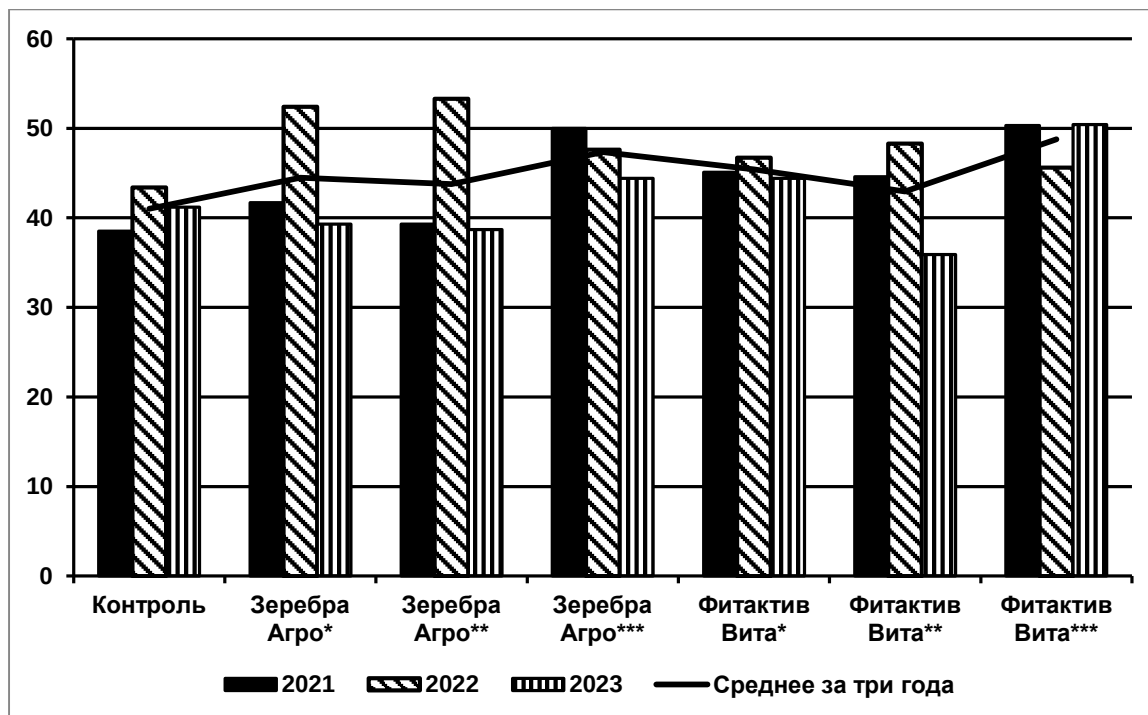
Варианты	Фаза сизо-блестящего боба			
	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² /га × сутки	ЧПФ, г/м ² сутки	Сухая масса, кг/м ²
Контроль	29,6	0,94	9,05	1,27
Зеребра Агро – обработка семян	32,5	0,98	10,4	1,48
Зеребра Агро – опрыскивание в фазе бутонизации	35,3	1,10	11,5	1,57
Зеребра Агро – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	35,7	1,18	10,3	1,54
Фитактив Вита – обработка семян	31,6	0,96	9,2	1,44
Фитактив Вита – опрыскивание в фазе бутонизации	31,8	1,09	9,6	1,44
Фитактив Вита – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	33,5	1,18	11,2	1,50
НСР ₀₅				0,18

В среднем за годы исследований площадь листьев люпина узколистного сорта Белорозовый 144 увеличивалась по отношению к контролю, достигая максимальных величин на вариантах комплексного применения препаратов (предпосевная обработка семян + внекорневое опрыскивание в фазе бутонизации). Так, при этом приеме использование препарата Зеребра Агро повышало площадь листьев ценоза на 20,6%, использование Фитактива Вита – на 13,1%. На этих же вариантах отмечен и максимальный фотосинтетический потенциал (ФП), превышающий контроль на 25,5% в обоих случаях. Изучаемые технологические приемы с использованием препарата Зеребра Агро повышали чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) по отношению к контролю соответственно на 14,5; 27,0; 13,8% согласно схеме опыта, комплексного препарата Фитактив Вита – на 1,6; 6,0; 23,7%.

Максимальные достоверные урожаи сухой надземной массы в среднем за годы исследований отмечены при применении стимулятора роста Зеребра Агро. Так, на вариантах его использования этот показатель возрастал по сравнению с контролем в среднем на 20,5%. Фитактив Вита только при опрыскивании по вегетации достоверно увеличивал урожайность в среднем на 15,7%.

В годы исследований установлены высокие коэффициенты корреляции величин площади листьев ценоза в фазе сизо-блестящего боба и урожайности зерна ($r = 0,97$), а также ФП в этот период и урожайности ($r = 0,85$), что указывает на тесную связь между этими показателями.

Для сравнения плодородности растений при разных приемах обработки определялся потенциал плодообразования и его реализация. Реализация плодообразующего потенциала (отношение количества завязавшихся бобов к количеству цветков на растении, выраженное в процентах) люпина узколистного сорта Белорозовый 144 в условиях 2021 г. находилась в пределах 38,5–50,3%, 2022 г. – 43,4–53,3%, 2023 г. – 35,9–50,4%. На всех вариантах опыта отмечался положительный эффект от применения физиологически активных веществ: реализация плодообразующего потенциала повышалась относительно контроля на 12,2–19,3% (см. рис.).



Влияние стимуляторов роста на реализацию плодообразующего потенциала люпина узколистного, %:
* – обработка семян; ** – опрыскивание по вегетации; *** – обработка семян + опрыскивание по вегетации

Оценивая действие изучаемых препаратов на реализацию плодообразующего потенциала, следует отметить, что Фитактив Вита на варианте его комплексного использования (предпосевная обработка семян + внекорневое опрыскивание в фазе бутонизации) был эффективнее. Реализация плодообразующего потенциала при его использовании превышала контроль на 19,0%. Стимулятор роста Зеребра Агро при аналогичном приеме увеличивал данный показатель на 15,3%.

В сложившихся погодных условиях вегетации 2021–2023 гг. применение стимуляторов роста дало возможность люпину узколистному получить максимальную реализацию потенциала продуктивности. Коэффициент корреляции между величиной реализации плодообразующего потенциала и конечной урожайностью люпина в годы исследований был достаточно высок ($r = 0,95$).

Урожайность является интегральным показателем физиолого-биохимических процессов, происходящих в растении и отражает эффективность того или иного приема технологии возделывания культуры. Усиление фотосинтетической деятельности и ростовых процессов в растениях в конечном итоге повлияло на урожайность.

В среднем за годы исследований наиболее высокой урожайностью зерна характеризовался вариант, включающий комплексную обработку (обработка семян + внекорневое опрыскивание в фазе бутонизации) (табл. 3). Урожайность при использовании препарата Фитактив Вита составила 3,15 т/га, что на 25,4% выше контроля, Зеребра Агро – 2,92 т/га, что на 16,3% выше контроля.

Таблица 3. Урожайность семян люпина узколистного, 2021–2023 гг., т/га

Вариант	Годы			Среднее
	2021	2022	2023	
Контроль	1,96	3,00	2,56	2,51
Зеребра Агро – обработка семян	2,13	3,25	3,06	2,81
Зеребра Агро – опрыскивание в фазе бутонизации	2,19	3,26	2,98	2,81
Зеребра Агро – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	2,42	3,27	3,08	2,92
Фитактив Вита – обработка семян	2,29	3,16	3,22	2,89
Фитактив Вита – опрыскивание в фазе бутонизации	2,26	3,25	2,96	2,82
Фитактив Вита – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	2,45	3,36	3,63	3,15
НСР ₀₅	0,16	0,09	0,13	

Отдельные элементы структуры урожая, такие как количество бобов, масса семян с растения, количество семян в бобе, масса 1000 семян, имеют большое значение в реализации генетического потенциала сорта и по-разному проявляют себя в зависимости от условий выращивания и используемых агротехнических приемов [7]. Исследования показали, что препараты оказывали в основном положительное влияние на изменение структурных элементов урожайности (табл. 4).

Максимальные прибавки достигались за счет повышения количества бобов на растении на 9,4% и массы семян с растения на вариантах применения препаратов Зеребра Агро и Фитактив Вита соответственно на 7,2 и на 8,6%. Увеличение массы 1000 семян происходило практически на всех вариантах опыта, но максимальными прибавками были на вариантах комплексной обработки – в среднем на 6,5%.

Таблица 4. Элементы структуры урожая люпина узколистного, 2021–2023 гг.

Варианты	Количество бобов, шт./растение	Количество семян, шт./растение	Продуктивность, г/растение	Масса 1000 семян, г
Контроль	9,5	41,3	6,9	164,5
Зеребра Агро – обработка семян	9,4	41,7	6,8	164,4
Зеребра Агро – опрыскивание в фазе бутонизации	9,6	40,3	6,9	167,6
Зеребра Агро – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	10,4	43,3	7,4	175,4
Фитактив Вита – обработка семян	9,7	39,8	6,9	167,7
Фитактив Вита – опрыскивание в фазе бутонизации	9,4	41,0	7,2	173,5
Фитактив Вита – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	10,4	41,8	7,5	175,1
НСР ₀₅	0,25	0,69	0,43	0,85

Также установлено, что применение стимуляторов роста Зеребра Агро и Фитактив Вита эффективно снижало распространение антракноза (*Colletotrichum lupini*) в посевах люпина узколистного, о чем свидетельствуют данные таблицы 5. Следует отметить, что в 2023 г. в ценозах люпина узколистного антракноз не обнаружен. В условиях вегетации 2022 г. отмечено небольшое положительное влияние на распространение фузариоза (*Fusarium oxisporum*).

Таблица 5. Результаты учета болезней в посевах люпина узколистного, 2021–2022 гг., %

Вариант	Фаза вегетации				
	Стеблевание		Блестящий боб		
	Антракноз (растения)		Антракноз (бобы)		Фузариоз (растение)
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.
Контроль	1,7	0	5,8	1,2	17,3
Зеребра Агро – обработка семян	0	0	4,1	0,3	12,1
Зеребра Агро – опрыскивание в фазе бутонизации	0	0	0	0	13,7
Зеребра Агро – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	0	0	0,7	0,6	13,0
Фитактив Вита – обработка семян	0	0	1,6	0,7	12,7
Фитактив Вита – опрыскивание в фазе бутонизации	0	0	2,0	0,3	10,0
Фитактив Вита – обработка семян + опрыскивание в фазе бутонизации	0	0	3,8	0	14,3

Распространение антракноза в посевах люпина в основном зависит от сложившихся гидротермических условий вегетации. Более сильное заражение растений, особенно бобов, отмечено в 2021 г. В среднем за годы исследований максимальное поражение бобов антракнозом зафиксировано в контрольном варианте – 3,5%. Учеты показали, что изучаемые препараты и способы их применения снижали количество больных бобов на растениях. Так, применение Зеребра Агро после предпосевной обработки семян сократило этот показатель на 37,1%, по вегетации в фазе бутонизации – на 100%, комплексная обработка – на 81,4%. Использование стимулятора роста Фитактив Вита уменьшало заражение бобов соответственно на 67,1; 67,1 и 45,7%.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют, что применение стимуляторов роста Зеребра Агро и Фитактив Вита на люпине узколистым в условиях серых лесных легкосуглинистых почв юго-западной части Нечерноземной зоны активизировало физиологические процессы, связанные с фотосинтетической, плодообразующей активностями, что отразилось на урожае сухой надземной массы и зерна люпина узколистного.

За годы исследований максимальные урожаи сухой массы (1,48–1,57 кг/м²) отмечены при применении препарата Зеребра Агро. Усиление ростовых и плодообразующих процессов в результате действия препаратов Фитактив Вита и Зеребра Агро в конечном итоге повлияло на рост урожая зерна. Наибольший урожай 3,15 и 2,92 т/га был сформирован на вариантах, включающих предпосевную обработку семян и последующее внекорневое опрыскивание в фазе бутонизации.

В условиях вегетации 2021–2023 гг. препараты Зеребра Агро и Фитактив Вита вызывали направленную регуляцию структуры растений люпина узколистного сорта Белорозовый 144, повышали функциональную активность органов, что способствовало увеличению продуктивности и массы 1000 семян, кроме того наблюдалось сдерживание зараженности бобов антракнозом.

Список источников

1. Агаркова С.Н., Головина Е.В., Беляева Р.В. Формирование продуктивности сортами люпина узколистного в контрастных метеорологических условиях // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019. № 1(29). С. 31–37. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11070.
2. Вишнякова М.А., Кушнарева А.В., Шеленга Т.В. и др. Алкалоиды люпина узколистного как фактор, определяющий альтернативные пути использования и селекции культуры // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020. Т. 24, № 6. С. 625–635. DOI: 10.18699/VJ20/656.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Кислицына А.П., Попов Ф.А., Светлакова Е.В. и др. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023. № 24(2). С. 267–275. DOI:10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275.
5. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д. и др. Влияние гербицидной защиты, макро- и микроудобрений на азотфиксацию и зерновую продуктивность узколистного люпина при разных погодных условиях в центре Нечерноземной Зоны РФ // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 1(45). С. 67–76. DOI: 10/24411/23/09-348X-2023-1-67-76.
6. Ничипорович А.А. О методах оценки фотосинтетической функции растений в связи с задачами селекции // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по унификации методов и приборов для массовых измерений интенсивности фотосинтеза. Пушкин: Изд-во ВИР, 1970. С. 84–88.
7. Персикова Т.Ф., Радкевич М.Л. Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений // *Земледелие и растениеводство*. 2021. № 1(134). С. 14–18.
8. Шор В.Ч., Евсеенко М.В., Козловский А.А. и др. Агротехнические особенности технологии возделывания люпина узколистного в Республике Беларусь // *Земледелие и защита растений*. 2020. Приложение к № 1. С. 13–20.
9. Яговенко Т.В., Пигарева С.А., Трошина Л.В. и др. Действие регулятора роста Зеребра Агро на рост и продуктивность люпина белого // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2020. № 4(36). С. 163–169. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11220.
10. Roupheal Y., Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. Article no. 40. DOI: 10.3389/fpls. 2020.00040.

References

1. Agarkova S.N., Golovina E.V., Belyaeva R.V. Formation of productivity by varieties of narrow-leaved lupine in contrasting meteorological conditions. *Legumes and Groat Crops*. 2019;1(29):31-37. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11070. (In Russ).
2. Vishnyakova M.A., Kushnareva A.V., Shelenga T.V. et al. Alkaloids of narrow-leaved lupine as a factor determining alternative ways of the crop's utilization and breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(6):625-635. DOI: 10.18699/VJ20/656. (In Russ).

3. Dospekhov B.A. Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th ed., revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Kisilitsyna A.P., Popov F.A., Svetlakova E.V. et al. The assessment of blue lupine varieties according to productivity and adaptability in the conditions of Kirov region. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2023;24(2):267-275. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275. (In Russ).
5. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D. et al. The effect of herbicidal protection, macro- and micro-fertilizers on nitrogen fixation and grain productivity of narrow-leaved lupine under different weather conditions in the center of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *Legumes and Groat Crops*. 2023;1(45):67-76. DOI: 10/244112/23/09-348X-2023-1-67-76. (In Russ).
6. Nichiporovich A.A. Concerning methods for assessing the photosynthetic function of plants in relation to breeding problems. Abstracts of the All-Union Meeting on the unification of methods and devices for mass measurements of photosynthesis intensity. Pushkin: Institute of Plant Industry Publishers; 1970:84-88. (In Russ).
7. Persikova T.F., Radkevich M.L. Dynamics of basic nutrients accumulation in the aboveground biomass during the growing season and blue lupine yield depending on macro-, micronutrient fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers. *Crop Farming and Plant Growing*. 2021;1(134):14-18. (In Russ).
8. Shor V.Ch., Evseenko M.V., Kozlovsky A.A. et al. Agro-technical characteristics of blue lupine cultivation technology in the Republic of Belarus. *Agriculture and Plant Protection*. 2020; Appx. 1:13–20. (In Russ).
9. Yagovenko T.V., Pigareva S.A., Troshina L.V. et al. Action of the growth regulator Zerebra Agro on white lupine growth and productivity. *Legumes and Groat Crops*. 2020;4(36):163-169. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11220. (In Russ).
10. Rouphael Y., Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11:40. DOI: 10.3389/fpls. 2020.00040.

Информация об авторах

Т.В. Яговенко – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления физиологии растений, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса», lupin.labphys@mail.ru.

Г.Л. Яговенко – доктор сельскохозяйственных наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса», lupin_mail@mail.ru.

Н.М. Зайцева – старший научный сотрудник направления физиологии растений, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса», Za.N.M@yandex.ru.

Л.В. Трошина – старший научный сотрудник направления физиологии растений, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса», lupin_lvtroshina@mail.ru.

Н.В. Мисникова – кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.П. Вильямса», lupin_nvmisnikova@mail.ru.

Information about the authors

T.V. Yagovenko, Candidate of Biological Sciences, Leading Research Scientist, Head of the Sc. Department of Plant Physiology, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, lupin.labphys@mail.ru.

G.L. Yagovenko, Doctor of Agricultural Sciences, Director, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, lupin_mail@mail.ru.

N.M. Zaytseva, Senior Research Scientist, Sc. Department of Plant Physiology, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Za.N.M@yandex.ru.

L.V. Troshina, Senior Research Scientist, Sc. Department of Plant Physiology, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, lupin_lvtroshina@mail.ru.

N.V. Misnikova – Candidate of Agricultural Sciences, Scientific Secretary, All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, lupin_nvmisnikoval@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 08.11.2023; одобрена после рецензирования 12.12.2023; принята к публикации 23.12.2023.

The article was submitted 08.11.2023; approved after reviewing 12.12.2023; accepted for publication 23.12.2023.

© Яговенко Т.В., Яговенко Г.Л., Зайцева Н.М., Трошина Л.В., Мисникова Н.В., 2024

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

Научная статья

УДК 632.4:633.11 «324»(470.324)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_22

EDN: UEBCHA

**Снижение вредоносности фузариоза и сопутствующих
болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР**

**Ольга Николаевна Ожога¹, Елизавета Айрапетовна Мелькумова²,
Анатолий Федорович Климкин³**

^{1, 2, 3} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

³ aklimkin.73@yandex.ru

Аннотация. Фузариоз зерна – широко распространенное и вредоносное заболевание, снижающее урожай и качество сельскохозяйственной продукции. В 2017–2020 гг. проводили исследования по выявлению способов снижения вредоносности фузариоза и сопутствующих болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР. С этой целью посевы озимой пшеницы сорта Донэра обрабатывали фунгицидами Амистар Экстра и Стробышанс однократно и двукратно согласно схеме опыта. Сроки обработок: первый – в начале вегетации в фазе кущения, второй – в конце фазы колошения – начале фазы цветения (при появлении единичных пыльников). Первый учет распространенности и степени развития грибных заболеваний проводили до начала опрыскивания фунгицидами в конце фазы кущения – начале фазы трубкования (распространенность септориоза и мучнистой росы составила соответственно 22–35% и 40–42%, а степень развития – 9–10% и 8–12%); второй – в фазе цветения перед повторной обработкой фунгицидами, третий – в фазе молочно-восковой спелости зерна. Максимальная биологическая эффективность достигнута при двукратном внесении фунгицида Амистар Экстра, СК с нормой расхода 1,0 + 0,5 л/га. При однократном действии фунгицида лучший результат отмечен при применении препарата с нормой расхода 0,75 л/га, минимальный эффект – 0,5 л/га, увеличение нормы препарата до 1 л/га не дает существенной разницы. Использование фунгицидов при первых признаках обнаружения фузариоза, в конце фазы колошения – начале фазы цветения, повышает биологическую эффективность препаратов, при этом оптимальным сроком можно считать обработку озимой пшеницы против фузариозной инфекции за 2–4 дня до цветения. В случае опасности развития фузариоза по данным прогноза целесообразны протравливание семенного материала, а также обработка посевов фунгицидами в период вегетации озимой пшеницы начиная с конца фазы кущения и начала фазы трубкования, а при необходимости – повторная обработка в период конца фазы колошения – начала фазы цветения.

Ключевые слова: озимая пшеница, фузариоз, вредоносность, фунгициды, мониторинг, интенсивность развития
Для цитирования: Ожога О.Н., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф. Снижение вредоносности фузариоза и сопутствующих болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 22–31. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_22-31.

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

Original article

**Reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant
diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region**

Olga N. Ozhoga¹, Elizaveta A. Melkumova², Anatoly F. Klimkin³

^{1, 2, 3} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

³ aklimkin.73@yandex.ru

Abstract. Fusarium head blight of cereals is a widespread and harmful disease that reduces the yield and quality of agricultural products. In 2017–2020 the authors conducted studies in order to identify the ways of reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region. For this purpose, the Donera variety winter wheat crops were treated with Amistar Xtra and Strobyschans fungicides once and twice according to the experimental design. The timing of treatment was as follows: the first treatment was in the beginning of the growing season in the tillering stage, and the second one was in the end of the earing stage/beginning of the flowering stage (with the appearance of single anthers). The extension and development of fungal diseases were first recorded before the start of spraying with fungicides in

the end of the tillering stage/beginning of booting (the extension of Septoria blotch and powdery mildew was 22-35% and 40-42%, respectively, and the degree of development was 9-10% and 8-12%). The second record was made in the flowering stage before the second treatment with fungicides, and the third record was in the milk-wax ripeness stage. The maximum biological efficiency was achieved with double application of Amistar Xtra SC fungicide at the rate of 1.0 + 0.5 L/ha. Single treatment with fungicide gave the best result at the rate of 0.75 L/ha, while at 0.5 L/ha the effect was minimal, and the increase of the application rate up to 1 L/ha gave no significant difference. The application of fungicides at first signs of Fusarium infection in the end of earing/beginning of flowering increases the biological efficiency of preparations. The optimal time of treatment of winter wheat against Fusarium infection can be considered at 2-4 days before flowering. In case of forecasted danger of Fusarium development it is advisable to perform the seed disinfection, as well as to treat crops with fungicides during the growing season of winter wheat, starting from the end of tillering and beginning of booting, and if necessary, to re-treat the crops within the period of the end of earing/beginning of flowering.

Keywords: winter wheat, Fusarium head blight, harmfulness, fungicides, monitoring, extension and development of plant diseases

For citation: Ozhoga O.N., Melkumova E.A., Klimkin A.F. Reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):22-31. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_22-31.

Введение
Фузариоз зерна – широко распространенное инфекционное заболевание зерновых культур, вызывающее не только снижение урожайности, но и значительно ухудшающее качество зерна за счет накопления в нем продуктов жизнедеятельности грибов. Возбудителями болезни являются отличающиеся по своим биоэкологическим характеристикам различные виды грибов рода *Fusarium* Link. Эти патогенные грибы наносят существенный вред, в результате их наличия в семенном материале снижается его всхожесть и энергия прорастания, формируются ослабленные растения. Некоторые виды грибов в процессе своей жизнедеятельности образуют молекулы, связанные с их вторичным метаболизмом, – микотоксины, которые обладают токсическими свойствами и делают зерно непригодным для использования на пищевые и кормовые цели [5]. Наличие микотоксинов в зерне вызывает увеличение аллергических реакций у населения, особенно у детей младшего возраста [7].

Проблема фузариоза зерна имеет международное значение. Широкая распространенность и изменчивость фузариевых грибов, а также высокая опасность микотоксинов для здоровья человека и животных обязывают специалистов непрерывно обращаться к данной проблеме. В России первоначально массовые вспышки – эпифитотии – фузариоза зерновых культур наблюдались в 1880–1890-е гг. на Дальнем Востоке [2]. Употребление зараженного зерна в пищу и на корм скоту привело к отравлению, первые симптомы которого были похожи на опьянение, из-за этого патология получила название «пьяный хлеб» [4]. В 1930–1950-е гг. в Центральном регионе и на Южном Урале использование в пищу перезимовавшего в поле пораженного некачественного зерна привело к массовому заболеванию сельского населения алиментарно-токсической алейкией (АТА), которое вызвало гибель тысячи людей и животных и стало для всего мира доказательством чрезвычайной опасности заболевания зерновых культур фузариозной этиологии [10].

К вредоносным корневым и прикорневым заболеваниям относится широко распространенная фузариозно-гельминтоспориозная гниль, или обыкновенная корневая гниль зерновых культур. Первичными возбудителями являются различные виды грибов рода *Fusarium* и гриб *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker). Вредоносность их зависит от преобладания того или иного видового состава патогенов, который обусловлен конкретным регионом и фактическими условиями произрастания (влажность почвы, предшественник, агротехника возделывания и др.) [1].

Одной из главных причин гибели всходов и раннего усыхания растений является именно фузариозная корневая гниль. К числу основных возбудителей этого заболевания относятся *F. culmorum* (Sm.) Sacc. и *F. graminearum* Schwabe [17], которые распространяются либо через почву, либо путем заражения колоса и семян конидиями в период вегетации растений [12]. Корневая гниль поражает узел кущения (корневую шейку) до первого междоузлия и подземные органы растений. У основания стебля мицелий и спороношения гриба образуют розовый налет. Листья обычно желтеют и отмирают. У взрослых растений нижняя часть стебля буреет, что приводит к белостебельности и белоколосости, при этом продуктивные стебли отмирают, а зерно становится щуплым. Больные растения обычно низкорослые, чахлые, некоторые из них преждевременно созревают и дают малое количество семян. При сильном развитии болезни рост растений останавливается, и они полегают. Потери урожая составляют не менее 15%, на 40% снижается всхожесть семян, на 32–35% – масса 1000 зерен [11].

Фузариоз колоса и зерна (патоккомплекс рода *Fusarium*: *F. graminearum* Schw., *F. oxysporum* Schlecht., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. и др.) проявляется в период налива или начала молочно-восковой спелости и нарастает в фазы восковой и полной спелости. Основным симптомом поражения колоса является обесцвечивание чешуй одного или нескольких колосков с образованием оранжевых спородохиев (конидиеносцев в виде подушечек) и бело-розового или белого мицелия в местах развития гриба. Однако эти же виды патогенов могут вызывать поражение колоса в нетипичной (скрытой) форме, которое проявляется в обесцвечивании единичных чешуй без последующего их побурения и образования спородохиев и налета, в результате наглядные симптомы на колосе отсутствуют [14].

Фузариоз зерна по многим параметрам является чрезвычайно трудным для изучения. Одна из его отличительных особенностей – специфическая этиология. Определение видовой принадлежности патогена традиционными методами затруднено из-за малой выборки морфологических признаков и внутривидовой изменчивости. В связи с этим методы фитоэкспертизы семян имеют ряд ограничений [15].

В настоящее время внедрение молекулярно-генетических методов стало важным шагом для более точной идентификации и подробного изучения. В основе этих методов лежит полимеразная цепная реакция (ПЦР) [9].

Эффективность фунгицидов в отношении фузариоза зерновых культур оценивают не только по снижению зараженности зерна, но также и по уменьшению содержания в нем микотоксинов. Ряд исследователей выявили рост их содержания даже под действием фунгицидов [6, 8, 19]. Установлено, что стробилуриновые препараты значительно повышают содержание токсического вещества – диоксинивалинола в зерне пшеницы [18].

В работе О.П. Гавриловой с соавт. (2009) анализировалась скорость роста *F. graminearum* Schwabe, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. и *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg на картофельно-декстрозном агаре (КДА) с добавлением различных концентраций карбендазима, тебуконазола, флутриафола, метконазола и прохлораза [3]. В результате было обнаружено, что среди протестированных фунгицидов наиболее эффективным для снижения скорости роста всех 3-х видов грибов оказался прохлораз, а наименее – флутриафол.

Еще в 1980-е гг. в Бразилии был начат поиск микроорганизмов для борьбы с фузариозом колоса. Множество грибов и бактерий, выделенных из растений пшеницы, в лабораторных условиях подвергли проверке на активность против *F. graminearum*. Бразильские исследователи анализировали чувствительность 50 изолятов *F. graminearum* к метконазолу и тебуконазолу. В результате была определена эффективная концентрация

фунгицида, снижающая до 50% рост мицелия, которая меньше для тебуконазола по сравнению с метконазолом. Показано, что полученные *in vitro* устойчивые к тебуконазолу штаммы *F. graminearum* при инокуляции колосьев образовывали больше микотоксина на единицу биомассы гриба, чем исходный штамм. При неблагоприятных условиях для роста и развития растений гриб может усиливать выработку токсичных вторичных метаболитов.

В связи с внедрением органического земледелия возрос интерес к применению биопрепаратов против возбудителей фузариоза. Показана эффективность подавления фузариевых грибов штаммами бактерий из родов *Bacillus*, *Pseudomonas* и др. [16, 17]. Считается, что биологические препараты защищают колос зерновых культур от фузариоза также эффективно, как контактные фунгициды химической природы, однако несколько ниже, чем системные. Исследователями предлагаются два пути использования биологических методов борьбы с фузариозом: первый – непосредственное воздействие на колос зерновых культур в период восприимчивой фазы биоагентов или их метаболитов, второй – обработка растительных остатков с целью подавления инфекции антагонистами до периода инфицирования растения. При обработке пшеничной соломы в поле суспензией грибов *Trichoderma harzianum* и *Microsphaeropsis* sp. [17] значительно снижается зараженность, что препятствует образованию сумчатой (половой) стадии гриба *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch. В лабораторных опытах *Paenibacillus macerans*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* способны подавлять рост *F. graminearum* на 95–100% [16].

В полевых условиях и теплицах уменьшение заболеваемости при применении их культуральных фильтратов составило 21–26%. Для повышения устойчивости и снижения вредоносности фузариоза изучалось применение микроорганизмов и их метаболитов. В клетках растений происходят сложные биологические и физиологические реакции, в результате которых отмечается высокий иммунный барьер против внедрения патогенов. В связи с тем, что устойчивых к фузариозу сортов озимой пшеницы немного, то применение фунгицидов актуально в тех зонах, где складываются благоприятные для заболевания условия и ожидается его эпифитотийное развитие [9]. В связи с этим протравливание семян препаратами и опрыскивание растений в период вегетации препятствует развитию фузариоза колоса и корневых гнилей.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2017–2020 гг. на базе хозяйства «Черноземье», (производственное поле № 20 В), расположенного на территории с. Благуша Верхнехавского района Воронежской области.

Изучалось действие фунгицидов Амистар Экстра, СК и Стробишанс Про, СК (Азоксистробин, 200 г/л + Ципроконазол, 80 г/л), которыми обрабатывали посевы озимой пшеницы сорта Донэра (предшественник – соя).

Повторность опыта – 3-кратная, расположение вариантов опыта – систематическое. Фунгициды применяли однократно и двукратно согласно схеме исследования (табл. 1).

Сроки обработок: первый – в начале вегетации, фаза кущения, второй – в конце фазы колошения – начале фазы цветения (при появлении единичных пыльников) в соответствии с рекомендуемыми методиками [13]. Первый учет распространенности и степени развития грибных заболеваний на озимой пшенице проводили до начала опрыскивания фунгицидами в межфазный период кущения – начала трубкования. При обследовании обнаружили симптомы септориоза и мучнистой росы, распространенность которых составила соответственно 22–35% и 40–42%, а степень развития 9–10% и 8–12%. Второе обследование осуществляли в фазе цветения озимой пшеницы перед повторной обработкой фунгицидами. Третий учет проводился в фазе молочно-восковой спелости зерна.

Таблица 1. Схема проведения исследования и нормы расхода препарата

Вариант опыта	Фазы развития озимой пшеницы			
	конец кущения – начало трубкования		конец колошения – начало цветения	
	Фунгицид	Норма расхода препарата, л/га	Фунгицид	Норма расхода препарата, л/га
1	Контроль – без обработки	–	–	–
2	–	–	Амистар Экстра	0,5
3	–	–	Амистар Экстра	0,75
4	–	–	Амистар Экстра	1,0
5	–	–	Стробишанс Про дженерик	0,5
6	Амистар Экстра	1,0	Амистар Экстра	0,5

Была рассчитана биологическая эффективность защитных мероприятий с учетом степени развития фузариоза и других сопутствующих заболеваний на озимой пшенице (табл. 3). Мониторинг включал фитоэкспертизу семян, обследование посевов в фазы колошения – цветения и молочно-восковой спелости. Оценку уровня развития заболевания выполняли визуально, путем отбора и анализа на каждом поле 10 проб по 20 колосьев в пробе. Учитывали колосья с признаками поражения и определяли процент пораженности [14].

Оценка качества зерна на зараженность внутренней инфекцией проводилась согласно ГОСТ 12044-93. Для этого из средней пробы брали навеску семян основной культуры, из которой отбирали четыре рабочие пробы по 50 семян в каждой, затем их помещали в стерильные чашки Петри с питательной средой. Данные анализа семян вносили в рабочую карточку. По каждой из четырех проб подсчитывали количество семян, зараженных как отдельной болезнью, так и сопутствующими патогенами.

Зараженность семян (X) в процентах вычисляли по формуле

$$X = N / n \times 100\%,$$

где N – суммарное количество зараженных семян в четырех пробах, шт.;

n – общее количество семян, взятых для анализа, шт. (табл. 4).

Результаты и их обсуждение

В Центральном-Черноземном регионе зараженность фузариозом образцов озимой пшеницы, выращенной в Воронежской области, оказалась значительно выше, чем в Белгородской. С высокой частотой встречаемости в Воронежской области регистрировались такие возбудители, как *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*. Фузариоз колоса озимой пшеницы в ЦЧР обнаруживается с 1987 г. По данным обзора фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в РФ (2018 г.) фузариоз встречался на площади 120,3 тыс. га, в 2017 г. – 973,18 тыс. га, в том числе с интенсивностью выше экономического порога вредоносности (ЭПВ) – на 69,3 тыс. га. На территории ЦЧР на озимых зерновых фузариоз отмечался на площади 10,34 тыс. га [10].

Аналогичные данные собраны нами в архиве областного Россельхозцентра, анализируя которые можно понять, как в разные годы происходило нарастание и снижение степени развития болезни, вызываемой грибами рода *Fusarium* spp. в посевах озимой пшеницы в виде корневых гнилей в начале вегетации, а также в форме белостебельности и пустоколосости в фазе созревания зерна (табл. 2).

Таблица 2. Распространенность и степень развития корневых гнилей и белоколосости в посевах озимой пшеницы Воронежской области (по многолетним данным отчетов областного Россельхозцентра)

Год обследования	Площади, обследованные в фазе кущения, тыс. га		Зараженные площади, %	Корневые гнили				Белоколосость	
				Фаза кущения		Фаза молочной спелости		Обследованная площадь, тыс. га	Распространенность заболевания
	всего	из них зараженных		P, %	R, %	P, %	R, %		P, %
1985	60,0	15,3	25,0	14,3	4,3	8,2	2,1	–	–
1987	110,0	22,1	20,0	4,8	1,4	5,2	2,9	1,2	1,0
1988	24,8	3,9	15,7	9,3	2,7	7,6	2	2,5	1,6
1989	7,2	1,6	22,2	5,9	1,9	3,4	0,9	7,9	2,0
1991	5,8	5,8	100,0	13,3	7,9	15,2	5,7	–	–
1992	7,7	4,1	53,2	6,7	2,4	11,8	4,7	2,0	0,4
1993	100,2	21,2	21,1	11,1	4,5	8,9	2,4	–	–
1994	90,0	13,8	15,3	9,3	3,3	13,5	4,2	0,66	1,1
1995	15,3	6,7	43,7	12,2	5,8	20,9	6,2	0,3	0,7
1996	35,7	6,7	18,7	6,5	2,8	12,0	7,0	3,7	1,7
1997	40,5	19,7	48,6	9,0	2,8	11,7	4,5	3,7	0,8
1998	–	6,7		8,3	2,8	16,1	6,0	8,5	2,1
1999	–	7,5		7,6	2,7	12,0	4,8	8,8	1,2
2000	–	–		8,3	2,8	15,1	6,0	–	2,1
2015	15,9	–		4,5	2,5	3,2	2,2	–	–
2016	–	–	31,7	4,2	1,4	4,7	1,8	–	–
2017	973,2	–	60,3	1,0	0,3	4,7	1,8	–	–
2018	120,3	–	66,4	2,0	0,4	4,7	1,5	–	–
2019	–	–	–	2,8	1,5	5,2	1,8	–	–
2020	176,3	–	75,1	2,0	1,0	4,2	1,8	–	–

Следует подчеркнуть, что за 35-летний отрезок времени максимальные значения распространенности (P, %) корневых гнилей в фазе кущения отмечались в 1985, 1991 и 1995 гг. – соответственно 14,3; 13,3 и 12,2%, в то время как степень развития (R, %) болезни в эти годы была на уровне 4,3; 7,9; и 5,8%.

В фазе молочной спелости аналогичная тенденция обнаружена в 1991–1992 и 1997–2000 гг., то есть в этот период происходило нарастание распространенности и повышалась степень развития корневых гнилей.

Анализ многолетних данных показывает, что это заболевание в 1991 г. носило эпифитотийный характер, так как было выявлено на 100% посевов, обследованных на площади 5,8 тыс. га.

На основании исходного материала нами построены графики (рис. 1 и 2), где отражены пики подъема и депрессии заболевания корневой гнили и белоколосости, вызванные грибами из рода *Fusarium* sp.

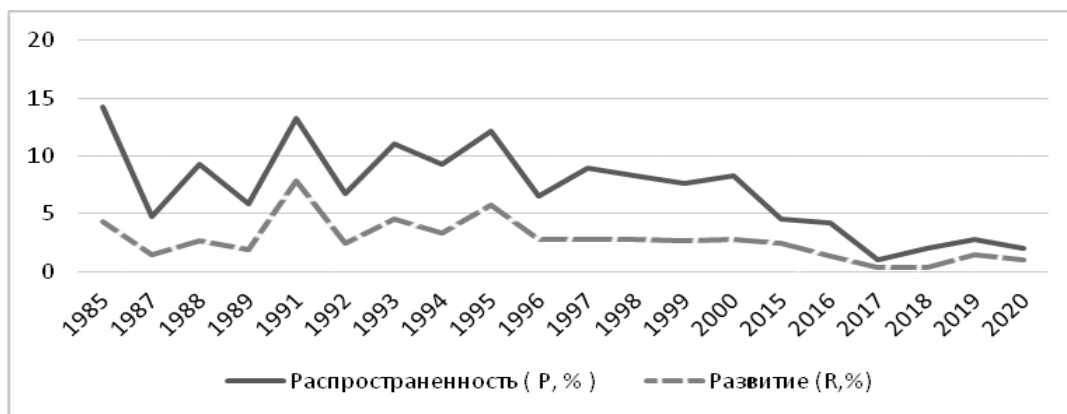


Рис. 1. Распространённость и степень развития корневых гнилей в фазе кущения озимой пшеницы

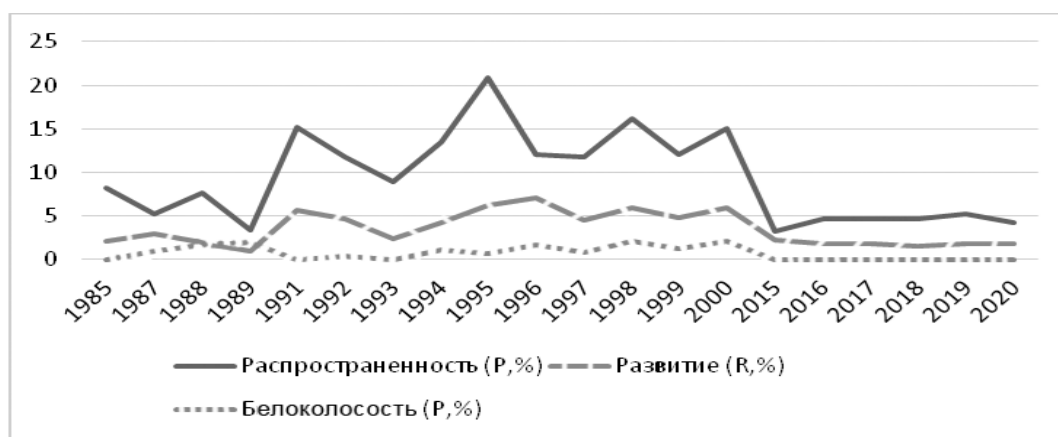


Рис. 2. Распространённость и степень развития корневых гнилей и белоколосости в фазе молочной спелости озимой пшеницы

Нами проводились исследования на территории Воронежской области по определению эффективности фунгицидов для подавления фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы. В последние годы патоген *F. graminearum* широко распространился, чему способствовала теплая влажная погода с низкой инсоляцией (особенно во время цветения), а также высокая доля восприимчивых сортов зерновых культур в севообороте (пшеница, кукуруза, ячмень). Следует отметить, что провоцировало развитие фузариоза протравливание семенного материала фунгицидами узкого спектра действия, а также редуцированная обработка почвы и другие негативные факторы. Изменение климата в сторону потепления, особенно в зимние месяцы, способствовало выживанию патогена на новых территориях, что приводило к адаптации к этим условиям [13, 14]. Кроме того, на расширении ареала данного патогена сказалось увеличение площади посевов кукурузы в России, поскольку известно, что озимая пшеница сильнее поражается *F. graminearum* после кукурузы, чем после других предшественников [16]. Для подавления данной инфекции нами запланировано использовать фунгициды системного действия группы стробилуринов в сочетании с триазолами в разные сроки вегетации растений и в различных дозировках.

Триазолы – термически и гидролитически стабильные системные фунгициды защитного, лечебного и искореняющего действия с эффектом воздействия при протравливании посевного материала до 30–35 суток, а при опрыскивании растений – до 14 суток. Механизм их действия обусловлен способностью нарушать биосинтез стерина у грибов, при этом триазолы подавляют рост мицелия и ростковых трубок конидий [18].

Стробилурины – высоко биологически активные контактные фунгициды широкого спектра действия с частичным системным эффектом (передвигаются в пределах листовой пластинки), продолжительность их защитного и лечебного эффекта – до 14–16 суток, для человека и теплокровных животных они относительно безопасны. Механизм действия стробилуринов обусловлен их способностью угнетать митохондриальное дыхание клеток

патогенов. Фунгициды этой группы максимально эффективны в ранние стадии развития инфекции, при прорастании конидий и спор [16].

Для борьбы с фузариозом и другими сопутствующими микозами озимой пшеницы испытывались фунгициды Амистар Экстра, СК (200 + 80 г/л) и Стробишанс Про, СК (200 + 80 г/л). Полученные данные позволили рассчитать биологическую эффективность этих фунгицидов при обработке посевов озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы, %

Заболевание	Варианты опыта				
	Амистар Экстра, СК, 1,0 л/га	Амистар Экстра, СК, 0,75 л/га	Амистар Экстра, СК, 0,5 л/га	Стробишанс Про, СК, дженерик, 0,5 л/га	Амистар Экстра, СК, 1 + 0,5 л/га
Фузариоз	82,0	80,2	79,5	77,6	98,4
Мучнистая роса	94,3	94,4	81,4	81,2	98,4
Септориоз	88,1	89,1	92,3	88,9	95,7
Бурая ржавчина	93,2	94,2	86,8	85,1	99,0
Среднее по заболеванию	89,4	89,5	85,0	83,2	97,8

Из таблицы 3 видно, что максимальная биологическая эффективность достигнута на варианте двукратного внесения фунгицида Амистар Экстра, СК с нормой расхода 1,0 + 0,5 л/га. Закономерность прослеживается при изучении зараженности зерна, выращенного на опытных делянках. Зараженность фузариозом зерна контрольного варианта оказалась самой высокой, минимальное значение этого показателя отмечено на варианте, где проводилась двукратная обработка фунгицидами. При однократном действии фунгицида лучший результат получен на варианте с нормой расхода препарата 0,75 л/га. Минимальный эффект отмечен на варианте с нормой 0,5 л/га. Установлено, что увеличение нормы расхода препарата до 1 л/га не дает существенной разницы. Сравнение обработанных вариантов с контролем свидетельствует о целесообразности и эффективности защитных мероприятий.

В таблице 4 приведены результаты фитоэкспертизы семян озимой пшеницы по каждому варианту, включая контроль.

Таблица 4. Зараженность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта, %

Вариант опыта	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Nigrosporum</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	Бактериоз + <i>Pseudomonas</i> spp.
Контроль	12	27	8	6	17	39	7
1	11	18	2	0	11	26	5
2	10	14	0	0	11	24	1
3	4	12	0	0	5	16	0
4	3	11	0	0	0	8	0
5	3	14	0	0	0	10	0
6	3	10	0	0	0	7	0

Примечание: образец состоит из 200 семян.

На основании анализа данных фитоэкспертизы семян озимой пшеницы (табл. 4) можно отметить некоторую закономерность, которая прослеживается в зависимости от действия различных дозировок испытываемых препаратов.

Контрольный вариант показывает максимальное поражение зерна микозами и бактериозом – *Pseudomonas* spp. В отношении факультативного паразита рода *Fusarium* обнаружен высокий процент пораженных зерновок, который незначительно снижается в зависимости от доз фунгицидов. Среди выявленных грибов большую часть составляют сапротрофные виды, в то время как представители рода *Alternaria* spp., которые прежде относились к этой группе, в последнее десятилетие, с резко меняющимся климатом, приобрели агрессивность в отношении зерновых и других культурных растений и перешли в раздел патогенов. Показатели пораженности зерна достаточно высокие, а уменьшение их наблюдается в случае увеличения дозировки препарата.

Выводы

1. Использование фунгицидов при первых признаках обнаружения фузариоза, в конце фазы колошения – начале фазы цветения, повышает биологическую эффективность препаратов, при этом оптимальным сроком можно считать обработку озимой пшеницы против фузариозной инфекции за 2–4 дня до цветения.

2. Наибольшая биологическая эффективность достигнута при проведении двукратных обработок фунгицидом Амистар Экстра, СК (1 + 0,5 л/га).

4. В случае опасности развития фузариоза по данным прогноза целесообразны протравливание семенного материала, а также обработка посевов фунгицидами в период вегетации озимой пшеницы. Выполнение этого технологического защитного приема рекомендовано начиная с конца фазы кущения – начала фазы трубкования, а при необходимости производится повторная обработка в конце фазы колошения – начале фазы цветения озимой пшеницы.

Список источников

- Афанасенко О.С., Новожилов К.В. Проблемы рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням // Экологическая генетика. 2009. Т. VII, вып. 2. С. 38–43.
- Билай В.И. Фузариоз. 2-е изд., доп. и перераб. Киев: Наукова думка, 1977. 444 с.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Буркин А.А. и др. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 6. С. 89–93.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. Влияние температуры и тебуконазола на рост и токсинообразование штаммов *Fusarium langsethiae* различного географического происхождения // Агрохимия. 2015. № 12. С. 76–82.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. Фузариоз зерна на севере Нечерноземья и в Калининградской области в 2007–2008 годах // Защита и карантин растений. 2010. № 2. С. 23–25.
- Гагкаева Т.Ю., Левитин М.М., Санин С.С. и др. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004–2006 гг. // Агро XXI. 2009. № 4. С. 4–6.
- Гагкаева Т.Ю., Ули-Маттила Т. Молекулярная идентификация хемотипов *Fusarium graminearum* // Вестник защиты растений. 2007. Вып. S. С. 60–67.
- Гагкаева Т.Ю. Фитопатогенный гриб *Fusarium cerealis* на территории России // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43, № 4. С. 331–342.
- Дацюк П.В., Антошина О.А., Петракова В.И. и др. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: методические указания. Москва: ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», 2008. 38 с.
- Захарова Л.П., Седова И.Б., Аристархова Т.В. и др. Фузариотоксины в зерновой продукции Российской Федерации: ситуация 2006–2008 гг. // Вопросы питания. 2009. Т. 78, № 6. С. 26–30.
- Иващенко В.Г., Шпилова Н.П. Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение). Санкт-Петербург: ВИЗР, 2004. 20 с.
- Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Назаровская Л.А. Фузариоз колоса хлебных злаков. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2004. 164 с.
- Коломбет Л.В., Старшов А.А., Шислер Д. Биологическая эффективность *Trichoderma asperellum* GJS 03-35 и дрожжей *Cryptococcus nodaensis* ОН 182.9 против возбудителя фузариоза колоса пшеницы // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, № 5. С. 80–88.
- Кононенко Г.П., Буркин А.А. Контаминация фузариотоксинами зерна кукурузы и риса на основных территориях возделывания культур в Российской Федерации // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 5. С. 88–91.
- Bujold I., Paulitz T.C., Carisse O. Effect of *Microsphaeropsis* sp. on the production of perithecia and ascospores of *Gibberella zeae* // Plant Disease. 2001. Vol. 85(9). Pp. 977–984. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.9.977.
- Ellner F.M. Results of long-term field studies into the effect of strobilurin containing fungicides on the production of mycotoxins in several winter wheat varieties // Mycotoxin Research. 2005. Vol. 21. Pp. 112–115.
- Gareis M., Ceynowa J. Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum* // Lebensmittel-Untersuchung-Forsch. 1994. Vol. 198(3). Pp. 244–248. DOI: 10.1007/BF01192603.
- Jochum C.C., Osborne L.E., Yuen G.Y. *Fusarium* head blight biological control with *Lysobacter* enzymogenes strain C3 // Biological Control. 2006. Vol. 39(3). Pp. 336–344. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.004.
- Luz W.C. Biocontrol of fungal pathogens of wheat with bacteria and yeasts // Proceedings of the 5th International Congress of Plant Pathology. Kyoto, Japan. 1988. Pp. 120–138.

References

1. Afanasenko O.S., Novozhilov K.V. Problems of rational use of genetic resources of plants resistance to diseases. *Ecological Genetics*. 2009;7(2):38-43. (In Russ.).
2. Bilai V.I. Fuzarii. 2nd edition, revised and enlarged. Kiev: Naukova dumka Publishers; 1977. 444 p. (In Russ.).
3. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu., Burkin A.A. et al. Mycological infection by *Fusarium* strains and mycotoxins contamination of oats and barley in the north of Nonchernozemie. *Agricultural Biology*. 2009;6:89-93. (In Russ.).
4. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu. The effect of temperature and Tebuconazole on the growth and toxin production of *Fusarium langsethiae* strains from different geographical regions. *Agrochemistry*. 2015;12:76-82. (In Russ.).
5. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu. *Fusarium* grain blight in the north of Nerchernoze region and in Kaliningrad region in 2007-2008. *Plant Protection and Quarantine*. 2010;2:23-25. (In Russ.).
6. Gagkaeva T.Yu., Levitin M.M., Sanin S.S. et al. *Fusarium* head blight of small cereals and causal organisms associated with this disease on the territory of Russia during 2004-2006. *Agro XXI*. 2009;4:4-6. (In Russ.).
7. Gagkaeva T.Yu., Uli-Mattila T. Molecular identification of *Fusarium* graminearum chemotypes. *Plant Protection News*. 2007;S:60-67. (In Russ.).
8. Gagkaeva T.Yu. Phytopathogenic fungus *Fusarium cerealis* on the territory of Russia. *Mycology and Phytopathology*. 2009;43(4):331-342. (In Russ.).
9. Datsyuk P.V., Antoshina O.A., Petrakova V.I. et al. Assessment of the condition of winter wheat crops by vegetation phases in the conditions of the Central Part of the Non-Chernozem Region: methodology guidelines. Moscow: Russian Center for Agricultural Consulting Publishers; 2008. 38 p. (In Russ.).
10. Zakharova L.P., Sedova I.B., Aristarkhova T.V. et al. Fusariotoxins in the food production in the Russian Federation: 2006-2008 situation. *Voprosy Pitania (Problems of Nutrition)*. 2009;78(6):26-30. (In Russ.).
11. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P. Fungi of the genus *Fusarium* on cereal seeds in the main grain regions of Russia (areas, frequency of occurrence, ratio). Saint Petersburg: All-Russian Institute of Plant Protection Publishers; 2004. 20 p. (In Russ.).
12. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P., Nazarovskaya L.A. *Fusarium* head blight in cereals. Saint Petersburg: All-Russian Institute of Plant Protection Publishers; 2004. 164 p. (In Russ.).
13. Kolombet L.V., Starshov A.A., Schisler D. Biological effectiveness of *Trichoderma asperellum* GJS 03-35 and yeast *Cryptococcus nodaensis* OH 182.9 against the causative agent of *Fusarium* head blight in wheat. *Mycology and Phytopathology*. 2005;39(5):80-88. (In Russ.).
14. Kononenko G.P., Burkin A.A. Fusariotoxins content in maize and rice grain harvested in the main regions of cultivation in the Russian Federation. *Agricultural Biology*. 2008;5:88-91. (In Russ.).
15. Bujold I., Paulitz T.C., Carisse O. Effect of *Microsphaeropsis* sp. on the production of perithecia and ascospores of *Gibberella zeae*. *Plant Disease*. 2001;85(9):977-984. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.9.977.
16. Ellner F.M. Results of long-term field studies into the effect of strobilurin containing fungicides on the production of mycotoxins in several winter wheat varieties. *Mycotoxin Research*. 2005;21:112-115.
17. Gareis M., Ceynowa J. Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum*. *Lebensmittel-Untersuchung-Forsch.* 1994;198(3):244-248. DOI: 10.1007/BF01192603.
18. Jochum C.C., Osborne L.E., Yuen G.Y. *Fusarium* head blight biological control with *Lysobacter* enzymogenes strain C3. *Biological Control*. 2006;39(3):336-344. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.004.
19. Luz W.C. Biocontrol of fungal pathogens of wheat with bacteria and yeasts. *Proceedings of the 5th International Congress of Plant Pathology*. Kyoto, Japan. 1988:120-138.

Информация об авторах

О.Н. Ожога – соискатель кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», botanika@agronomy.vsau.ru.

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

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

Information about the authors

O.N. Ozhoga, Candidate Degree Seeking Applicant, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, botanika@agronomy.vsau.ru.

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

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

Статья поступила в редакцию 09.11.2023; одобрена после рецензирования 12.12.2023; принята к публикации 23.12.2023.

The article was submitted 09.11.2023; approved after reviewing 12.12.2023; accepted for publication 23.12.2023.

© Ожога О.Н., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф., 2024

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

Обзорная статья

УДК 632.4:633.491(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_32

EDN: UCNEON

**Основные вредоносные болезни картофеля
в Центральном Черноземье и пути их ограничения**

Елена Сергеевна Мельникова^{1✉}, Елизавета Айрапетовна Мелькумова²

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

¹ les.melnikowa@yandex.ru✉

Аннотация. Представлен обзор источников научной литературы, позволяющий оценить патогенез болезней картофеля. Возделывание картофеля – это достаточно затратный процесс, в основе которого лежат принципы соблюдения чередования культур (севооборот), сбалансированного минерального питания и своевременной защиты от вредоносных организмов. Селекционные работы в разных странах, в том числе и в России, позволяют получить высокопродуктивные и урожайные сорта картофеля, обладающие устойчивостью к патогенокомплексу. Сортосовый состав картофеля в отношении вредных объектов подразделяют на иммунные, устойчивые и восприимчивые сорта, однако все они в той или иной мере нуждаются в защите. Картофель выращивают на всей территории России. Наибольший процент посевных площадей сосредоточен в Нечерноземье (европейская часть), которое характеризуется максимально благоприятными климатическими условиями для возделывания этой культуры. По наблюдениям специалистов и данным из литературных источников, в России отмечается почти весь фитопатогенный комплекс картофеля. Опасность представляют грибные и бактериальные болезни: фитофтороз, альтернариоз, все виды парши, фузариозная сухая и фомозная гнили и др. Поражаются микозами как надземные, так и подземные органы растения. Основные экономически значимые заболевания картофеля невозможно искоренить без соблюдения комплексных мер защиты, включая применение химических препаратов направленного действия. Для получения высоких и качественных урожаев этой ценной культуры рекомендуется: использовать здоровый посадочный материал, свободный от болезней и вредителей; соблюдать принцип чередования культур; своевременно применять малотоксичные фунгициды широкого спектра действия с соблюдением принципа чередования действующих веществ. В отсутствии благоприятных условий для развития патогенов в целях профилактики целесообразно применение биологических препаратов Альбит, Гамаир и других, зарегистрированных для использования на картофеле, которые предпочтительны в органическом земледелии.

Ключевые слова: картофель, фитофтороз, ризиктониоз, альтернариоз, патоген, микозы картофеля, заболевания картофеля

Для цитирования: Мельникова Е.С., Мелькумова Е.А. Основные вредоносные болезни картофеля в Центральном Черноземье и пути их ограничения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 32–41. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_32–41.

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

Review

**Most common harmful potato diseases in the
Central Chernozem Region and means for their limitation**

Elena S. Melnikova^{1✉}, Elizaveta A. Melkumova²

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

¹ les.melnikowa@yandex.ru✉

Abstract. The authors present an overview of scientific literature sources in order to evaluate the pathogenesis of potato diseases. Potato cultivation is a rather expensive process, which is based on the principles of observing crop rotation (rotational farming), balanced mineral nutrition and timely protection of crops from harmful organisms. Breeding works in different countries, including Russia, allow obtaining highly productive and high-yielding potato varieties that are resistant to pathogen complex. In terms of relation to harmful objects the variety assortment of potato is divided into immune, resistant and susceptible, but all varieties need protection to some extent. Potato is grown throughout the territory of Russia. The largest acreage is concentrated in the Non-Chernozem region (European part), which is characterized by the most favorable climatic conditions for this crop. According to expert observations and data from literature sources, almost the entire phytopathogenic complex of potato is present in

Russia. A hazard is posed by fungal and bacterial diseases, e.g. late blight, early blight, all types of scab, fusarium dry rot, Phoma rot, etc. Mycoses affect both aboveground and underground organs of the plant. The main economically significant diseases of potato cannot be eradicated without compliance with comprehensive protection measures, including the use of targeted chemical preparations. In order to obtain heavy and high-quality yields of this valuable crop, it is recommended to use healthy planting material free from diseases and pests; observe the principle of crop rotation; use low-toxic broad-spectrum fungicides in due time and in compliance with the principle of active substances alternation. In the absence of favorable conditions for the development of pathogens and for prevention purposes it is advisable to use such biological preparations as Albit, Gamair, etc. registered on potato and preferable for organic farming.

Keywords: potato, late blight, Rhizoctonia disease, early blight, pathogen, potato mycoses, potato diseases

For citation: Melnikova E.S., Melkumova E.A. Most common potato diseases in the Central Chernozem Region and means for their limitation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):32-41. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_32-41.

Картофель является стратегически важной для России культурой, включенной в Перечень родов и видов сельскохозяйственных растений, выращивание которых направлено на обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации. Поддержание производства картофеля на высоком уровне, расширение возможностей по его переработке – это тот комплекс задач, который может быть решен только при плотном взаимодействии представителей науки, бизнеса и производства.

В Россию картофель был завезен более 250 лет назад и с тех пор он прочно вошел в повседневный рацион жителей страны [16, 17].

Выращивание картофеля и получение высоких урожаев – это весьма трудоемкий и ответственный процесс. Из практических наблюдений известно, что малейшая ошибка при возделывании этой ценной культуры может существенно отразиться на урожае и качестве продукции. Умеренный климат и достаточное количество влаги наиболее благоприятны для выращивания картофеля [7, 24, 30]. По мере развития культуры важность этих факторов возрастает в межфазный период бутонизации – начала цветения, когда активно начинают образовываться клубни [24, 35]. При возникновении почвенной засухи (влажность почвы ниже 50% полной влагоемкости) наблюдается повышение степени рисков заражения вирусными болезнями [28, 29] и различными микозами, поскольку растения испытывают стресс. Картофель – светолюбивая и теплолюбивая культура, а при недостатке освещенности и нестабильности температур урожайность снижается [6, 47]. Особые требования картофель предъявляет к почве, предпочтительны рыхлые дерново-подзолистые легко-среднесуглинистые, супесчаные почвы с pH_{KCl} 5,3–5,8 [1, 40].

Одной из составляющих успеха в выращивании картофеля является соблюдение севооборота. Оптимальными предшественниками считаются зерновые, зернобобовые культуры, кукуруза, оборот пласта многолетних трав и однолетние растения. Возвращать картофель на прежнее место выращивания целесообразно через 3–5 лет. Несоблюдение севооборота и постоянное возделывание его на одном и том же участке (монокультура) провоцируют сильное развитие болезней и вредителей, снижают урожайность и качество продукции [22].

Поражение культуры микозами возможно на всех этапах выращивания и в период хранения. Многие возбудители болезней способны длительное время сохраняться и накапливаться в почве, поэтому так важно соблюдение севооборота [16].

По данным исследований Н.А. Дорожкина с соавт. [13], С.Н. Еланского с соавт. [14] и К.В. Попковой [33], одним из ключевых значений комплексной защиты клубней картофеля от микозов является грамотное применение удобрений, от чего зависит не только урожайность и качество клубней, но и эффективность мер защиты растений.

Установленные нормы внесения минеральных удобрений под картофель для Центрально-Черноземного региона при локальном их внесении (N60P90K60 кг/га д. в.) способствуют ускорению развития и созревания клубней, уменьшению механических повреждений при уборке, а также снижению их пораженности при хранении [34].

В последние годы вопрос защиты картофеля становится все более актуальным. В связи с изменением климата в сторону потепления возрастает запас и агрессивность патогенов. По данным Росстата за 2023 г., средняя урожайность картофеля по стране находилась на довольно низком уровне и составляла около 25 т/га [36].

Важное место в получении высоких результатов занимает сортовой ассортимент картофеля. Одно из требований, предъявляемых к сорту независимо от зоны выращивания, – высокая урожайность [5, 7, 8, 18, 25].

Толерантные сорта с устойчивостью к патогенам требуют проведения меньшего количества обработок химическими и биологическими препаратами, повышают эффективность защитных мероприятий, существенно снижают пестицидную нагрузку на окружающую среду, уменьшают инфекционный фон и его агрессивность. На иммунных и высокоустойчивых сортах слабее размножаются вредители, а потомство их менее жизнеспособно [10, 39].

Во все годы выращивания картофеля остро стоит вопрос о наличии качественного посадочного материала. На клубнях картофеля способна сохраняться инфекция практически всех возбудителей заболеваний в явной или латентной форме [5, 41].

В настоящее время насчитывается более 30 наиболее распространенных болезней картофеля, ежегодные потери урожая, по нашим и литературным данным, могут достигать 60%.

Наиболее вредоносны в Черноземье такие микозы, как фитофтороз, альтернариоз (макроспориоз), ризоктониоз, сухая и фомозные гнили клубней, антракноз, парша обыкновенная и бугорчатая, а также вирусы (в виде различных мозаик, деформации, хлорозов) и бактериозы [20, 41].

К наиболее опасным патогенам относится фитофтороз, который занимает одно из лидирующих мест по вредоносности этой ценной культуры [9]. В годы эпифитотий потери продукции достигают 60% [43]. Возбудитель болезни – гриб *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary из класса *Oomycetes* порядка *Peronosporales* семейства *Phytophthoraceae*, который поражает все органы растения [44].

Симптомы фитофтороза картофеля проявляются во второй половине вегетации, примерно в конце бутонизации – начале цветения, а в последнее время наблюдается более раннее проявление болезни. Симптомы отмечаются на долях листьев нижнего яруса куста, позднее – среднего и верхнего ярусов. Признаки заболевания обнаруживаются на черешках листьев, стеблях, клубнях. На листьях появляются бурые расплывчатые пятна со светло-зеленой каймой. При влажной и теплой погоде пятна быстро разрастаются, покрывая всю листовую пластинку. Листья загнивают, приобретают коричневый или темно-коричневый цвет и свисают на стеблях. В сырую погоду, обычно с нижней стороны листа, на границе здоровой и пораженной ткани образуется нежно-паутинистый налет белого цвета. При благоприятных для развития патогена условиях листья полностью сгнивают в течение нескольких дней. Стебли коричневеют и гниют, издавая характерный запах плесени. При сухой погоде пораженные листья скручиваются, высыхают, крошатся и опадают. На стеблях и черешках листьев образуются продольные бурые загнивающие пятна или штрихи. В местах поражения формируются перетяжки, что приводит к изломам черешков, листьев и стеблей. На цветоложах, бутонах и ягодах пятна имеют ту же форму, но формируются редко. На клубнях образуются немногочисленные вдавленные бурые, светло-коричневые или свинцово-серые пятна. Цвет их варьирует в зависимости от окраски клубня. При разрезе места поражения обнаруживается распространение бурой или ржаво-коричневой ткани вглубь сердцевины в форме подтеков и лент. На свежесобранных клубнях заболевание диагностируется легко. После зимнего хранения определение фитофтороза картофеля затруднено, поскольку пораженная ткань вторично заселяется различными грибами и бактериями, усиливающими патологический процесс [32].

Провоцируют развитие фитофтороза благоприятные для него условия – наличие почвенной инфекции, осадки, относительная влажность воздуха выше 75%, среднесуточная температура 10–20 °С. Патоген интенсивно проявляется на участках с восприимчивыми сортами раннего срока созревания при одностороннем внесении азотных удобрений, недостатке в почве микроэлементов (бор, медь и марганец) [42].

К экономически значимым заболеваниям относится альтернариоз [31, 50], который встречается во всех зонах выращивания картофеля на территории России [3, 12, 21]. В качестве возбудителей обычно указывают вид *Alternaria solani* Sorauer. и группу мелкоспоровых видов, объединяемых в один вид *A. alternata* (Fr.) Keissl [15].

Симптомы заболевания, вызываемые этими видами альтернариоза, сходны и на пораженных растениях проявляются в виде темно-коричневых некрозов, часто с концентрической зональностью, располагаясь в основном в центре листовых пластинок. В период вегетации пятна увеличиваются, листья желтеют, преждевременно засыхают и опадают. На стеблях некрозы вытянуты в длину и не имеют резких очертаний. Есть сведения, что в период уборки урожая конидии с пораженных листьев (или вегетативной массы – ботвы) попадают на клубни и инфицируют их. Через несколько месяцев хранения на поверхности клубней появляются бурые вдавленные морщинистые пятна неправильной формы, мякоть под пораженной тканью превращается в сухую трухлявую темно-серую или коричневую массу [26].

Агрессивность отдельных изолятов *A. solani* может значительно отличаться, что зависит от условий окружающей среды [51, 52].

Болезнь обычно появляется на 1–2 недели раньше фитофтороза, а максимального развития достигает к концу августа [37]. Перепады сухой и влажной погоды способствуют активному спороношению. Оптимальные температуры для развития возбудителей альтернариоза находятся в пределах 25–27 °С, однако в последние годы наблюдается их адаптация к более низким температурам [48]. Благоприятные условия для появления патогена складываются при средней температуре в июле-августе выше 17 °С, относительной влажности воздуха 80–90%, а также при выпадении кратковременных осадков или обильных ночных рос, а также выращивании восприимчивых сортов картофеля на легких по механическому составу почвах. Развитие альтернариоза снижает как урожай клубней, так и содержание в них крахмала [49].

Одной из существенных проблем в картофелеводстве является возбудитель ризоктониоза – *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn [4], развивающийся при высокой влажности и широком температурном диапазоне: от +9 до +27 °С (оптимум 15–21 °С). Ризоктониозом (как и многими другими патогенами) поражаются клубни, стебли, столоны и корни взрослых растений [2].

Симптомы заболевания проявляются на различных органах растений. На клубнях наблюдается образование на поверхности черных склероциев различной величины и формы. Это характерный признак заболевания. Склероции напоминают комочки прилипшей почвы, однако во время мытья клубней не смываются. Затем на них развиваются слабо вдавленные пятна, заполненные сухой тканью, впоследствии выпадающие с образованием язвочек. На молодых проростках и всходах при посадке зараженных клубней развивается красно-бурая или черно-бурая пятнистость, часто сливающаяся и охватывающая стебельки кольцом. Такие проростки гибнут еще до достижения поверхности почвы. На этой стадии растения выдергиваются из почвы с трудом, что является основным отличием от черной ножки картофеля. У основания растений могут появляться сухие язвы ржавой окраски. В период цветения симптомы проявляются на корнях и основаниях стеблей в виде характерного серо-белого налета спороношения гриба под названием «белая ножка». Больные растения имеют угнетенный вид, стебли и листья у них прямостоячие, листовые пластинки хлоротические, скрученные, с красноватым оттенком по краям. В пазухах листьев часто формируются воздушные клубеньки [38].

До недавнего времени считалось, что развитию антракноза благоприятствует сухая и жаркая погода летом, однако в настоящее время уточнен температурный диапазон для развития возбудителя, который колеблется от 5 до 39 °С (оптимум 18–27 °С), оптимальная влажность – не более 90%, при этом рН почвы не играет существенной роли в патогенезе болезни [27, 45]. Возбудителем антракноза является несовершенный гриб *Colletotrichum coccoides* (Wallr.) Hughes. Патоген поражает стебли, корни, столоны, клубни картофеля. Источниками инфекции являются пораженные посадочные клубни, а также растительные остатки в почве, зараженные склероциями патогена [46].

На стеблях антракноз развивается сначала в нижней, а затем и в средней частях в виде светлых вдавленных пятен, чаще всего в местах прикрепления черешков листьев. При сильном развитии болезни пятна сплошь покрывают стебли.

В сухую погоду заболевание протекает по типу увядания. Ботва желтеет и буреет. Эпидермис стебля становится кожистым на ощупь, с вертикальными бороздками. К концу вегетации на нижней части стеблей появляется серая окраска, кожа становится рыхлой и легко удаляется. Ткани под кожицей окрашиваются в слабо фиолетовый цвет. После того как растение засыхает, у его основания на поверхности образуются многочисленные мелкие черные, сначала гладкие, позже щетинистые склероции.

Во влажную погоду пятна размягчаются, ослизняются, стебли поникают. При подсыхании на пораженной ткани формируется большое количество склероциев, покрытых щетинками. Заражение ботвы может происходить путем переноса инфекции ветром с отмерших растительных остатков на здоровые растения.

При заражении листьев наблюдаются некротические пятна, похожие на поражение альтернариозом, но без концентрических колец. После цветения нижние листья обычно желтеют, затем приобретают коричневый оттенок. Столоны и корни, пораженные в начале формирования клубней, загнивают и распадаются, на их остатках заметны крупные черные склероции, расположенные в одиночку или группами [23].

Гриб также способен поражать неповрежденные ткани столонов и корней, что в дальнейшем приводит к полной их гибели. В таком случае больные растения легко выдергиваются из почвы. Заражение клубней может происходить на любой стадии их формирования, но чаще всего на завершающих этапах развития. В зависимости от срока и интенсивности заражения клубней внешние признаки проявления могут быть разные. Серовато-коричневые пятна на коже клубня, как правило, видны уже при уборке, однако более выраженные симптомы наблюдаются в период хранения – большие по размеру серебристые пятна с нечеткими границами [23].

При сильной пораженности клубней, особенно в теплых и влажных условиях, болезнь проявляется в виде большого количества вдавленных светло-коричневых пятен, сплошь покрытых микросклероциями. Пораженная *C. coccoides* кожура становится пористой, что приводит к потере влаги, клубни становятся мягкими, «резиновыми» на ощупь. Глазки пораженных клубней не прорастают [23].

Еще одним заболеванием, которое ежегодно снижает товарные и вкусовые качества картофеля, является парша обыкновенная. Возбудителем выступает бактерия *Streptomyces scabies* Waks. et Neur [4]. К сожалению, на клубнях картофеля эта болезнь встречается повсеместно и присутствует практически на всех полях в большей или меньшей степени [27]. Жизнеспособность возбудителя в почве подавляется при уменьшении содержания воздуха и увеличении органических веществ гумуса [4]. Достаточное количество марганца, бора и других микроэлементов снижает активность актинобактерии, ввиду чего в последние годы активно применяют микроудобрения с содержанием этих элементов. Установлено, что на слабокислых почвах парша на картофеле встречается редко. Опытным путем определено, что нецелесообразно возделывать картофель на полях, где вносили известь, минимум два-три года, также дополнительно не

стоит использовать удобрения со щелочной реакцией. Во избежание активного развития парши рекомендуется вносить нейтральные, кислые или слабокислые удобрения [27].

Симптомы заболевания проявляются на столонах, корнях, в большей степени на клубнях картофеля. На свежевыкопанных клубнях заметен белый пушистый налет мицелия и спороношения. При подсыхании клубней налет быстро исчезает. Вокруг чечевичек образуются бугорчатые складки, со временем превращающиеся в сухие язвочки разнообразной формы, диаметром от нескольких миллиметров до 1 сантиметра. Язвочки могут растрескиваться или сливаться, формируя сплошную шелушащуюся корку. Вегетативные органы не поражаются [2, 4].

Основные экономически значимые заболевания картофеля невозможно искоренить без соблюдения комплексных мер защиты, включая применение химических препаратов направленного действия. Для получения высоких и качественных урожаев этой ценной культуры рекомендуется проводить следующие мероприятия:

1) использовать здоровый посадочный материал, свободный от болезней и вредителей;

2) соблюдать принцип чередования культур;

3) своевременно применять малотоксичные фунгициды широкого спектра действия с соблюдением принципа чередования действующих веществ.

Против ризоктониоза и обыкновенной парши картофеля высокоэффективны:

Эместо Сильвер, КС (Пенфлуфен 100 г/л + Протиоконазол 18 г/л);

Имикар, КС (Имидаклоприд 280 г/л + Тиabendазол 80 г/л);

Серкадис, КС (Флуксапироксад 300 г/л);

Юниформ, СЭ (Азоксистробин 322 г/л + Мефеноксам 124 г/л);

Селест Топ, КС (Дифеноконазол 25 г/л + Тиаметоксам (Актара) + 262,5 г/л + Флудиоксонил 25 г/л).

Против фитофтороза и альтернариоза наиболее предпочтительны:

Акробат МЦ, ВДГ (Диметоморф 90 г/кг + Манкоцеб 600 г/кг);

Ридомил Голд МЦ, ВДГ (Манкоцеб 640 г/кг + Мефеноксам 40 г/кг);

Полирам ДФ, ВДГ (Метирам 700 г/кг);

баковые смеси: Орвего, КС (Аметоктрадин 300 г/л + Диметоморф 225 г/л) + Сигнум, ВДГ (Боскалид 267 г/кг + Пиракlostробин 67 г/кг).

Также известны и применяются многие другие фунгициды, включенные в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ [11].

В отсутствии благоприятных условий для развития патогенов в целях профилактики целесообразно применение биологических препаратов Альбит, ТПС (Поли-бета-гидроксимасляная кислота 6,2 г/кг + магний сернокислый 29,8 г/кг + калий фосфорнокислый двухзамещенный 91,1 г/кг + калий азотнокислый 91,2 г/кг + карбамид (Urea) 181,5 г/кг) [19], Гамаир, СП (бактерии *Bacillus subtilis*, штамм М-22 ВИЗР, титр не менее 10^{11} КОЕ/г) и других, зарегистрированных для использования на картофеле [10], которые предпочтительны в органическом земледелии.

Необходимо шире внедрять иммунные и высокоустойчивые к комплексу опасных патогенов сорта картофеля.

Список источников

1. Андрианов А.Д., Костин В.И. Научное обеспечение интегрированной агротехники раннего картофеля в Республике Башкортостан // Картофелеводство: сборник научных трудов. Минск: РУП Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, 2018. Т. 26. С. 6–21.

2. Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Москва: Картофелевод, 2009. 272 с.

3. Анненков Б.Г. Макроспориоз картофеля в Хабаровском крае // Иммуитет сельскохозяйственных растений к болезням и вредителям: научные труды ВАСХНИЛ. Москва: Колос, 1975. С. 315–321.
4. Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И. и др. Болезни и вредители овощных культур и картофеля: монография. Москва: ООО «Товарищество научных изданий КМК», 2013. 463 с.
5. Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля. Ленинград: Агропромиздат. 1986. 192 с.
6. Букасов С.М., Камераз А.Я. Основы селекции картофеля. Москва: Сельхозгиз, 1959. 528 с.
7. Васью В.Т., Оболоник Н.В. Технологии возделывания картофеля в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации. Санкт-Петербург: Профи-Информ, 2004. 224 с.
8. Вендило Г.Г., Миканаев Т.А., Пертиченко В.Н. и др. Удобрение овощных культур: справочное руководство. Москва: Агропромиздат, 1986. 204 с.
9. Воловик А.С., Глез В.М., Замотаев А.И. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков: справочник. Москва: Агропромиздат, 1989. 205 с.
10. Воронкова Е.В., Чашинский А.В., Павлючук Н.В. и др. Диплоидные гибриды между *Solanum tuberosum* и *S. stoloniferum* как источник устойчивости к фитофторозу и Y-вирусу картофеля // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (Большие Вяземы, 17–21 июля 2012 г.). Московская область: ВНИИ фитопатологии РАСХН, 2012. С. 327–335.
11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 03 июля 2023 г.); в 2 ч. Ч. I. Пестициды [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Архив. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-arkhiv> (дата обращения: 11.11.2023).
12. Дмитриева Е.П. Разработка методов оценки устойчивости картофеля к альтернариозу и характеристика картофеля по этому признаку: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11. Москва, 1988. 21 с.
13. Дорожкин Н.А., Иванюк В.Г. Методы оценки томатов на устойчивость к ранней сухой пятнистости // Овощеводство. Межведомственный тематический сборник. Белорусский научно-исследовательский институт картофелеводства и плодовоовощеводства. Минск: Ураджай, 1978. № 4. С. 149–153.
14. Еланский С.Н., Анисимов Б.В., Белов Г.Л. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Москва: Картофелевод, 2009. 272 с.
15. Еланский С.Н., Побединская М.А., Плуталов П.Н. и др. Устойчивость российских штаммов возбудителей альтернариоза картофеля и томата к азоксистробину // Защита картофеля. 2011. № 2. С. 14–19.
16. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи: систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Колос, 1971. 751 с.
17. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов: ООО «Новая газета», 2000. 276 с.
18. Ившин Е.И. Справочное пособие по семеноводству картофеля. Алма-Ата: Кайнар, 1983. 188 с.
19. Илларионов А.И., Деркач А.А., Торочин И.С. Методы и средства интегрированной защиты картофеля от вредоносных организмов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, №3(78). С. 53–64.
20. Князева З.В., Рукин В.Ф., Саранцева Н.А. и др. Защита картофеля от вредителей и болезней, оптимизированная для хозяйств различных форм собственности в условиях ЦЧР (Рекомендации). Рамонь: ВНИИЗР, 2000. 30 с.
21. Коваленко А.Ф., Коваленко Е.А. Сорта, семена, апробация // Второй хлеб: сборник статей. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1984. С. 24–48.
22. Корнев Г.В. Справочник агронома (Центрально-Черноземный регион). Воронеж: Воронежский ГАУ, 1996. 313 с.
23. Кузнецова М.А., Денисенков И.А., Рогожин Н.А. и др. Антракноз – вредоносное заболевание картофеля // Картофель и овощи. 2020. № 6. С. 20–23.
24. Кустовенко Л.Н. Влияние влагообеспеченности растений на физиологические показатели и продуктивность картофеля // Научные труды НИИ картофельного хозяйства. Москва: НИИКХ, 1970. Вып. 7. С. 27–33.
25. Малявко А.А. Сорта и семеноводство – главные факторы возрождения отрасли // Картофель и овощи. 2004. № 4. 22 с.
26. Мельникова Е.С. Вредоносные болезни картофеля в современных условиях Черноземья // Известия Воронежского отделения Русского ботанического общества. Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2023. № 10. С. 145–148.
27. Мельникова Е.С., Мелькумова Е.А., Кузнецова М.А. Пути снижения вредоносности альтернариоза картофеля // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4(31) С. 30–32.
28. Наумов В.И., Цыварев Д.Е., Заикин Д.В. и др. Картофелеводство в США. Москва: Россельхозиздат, 1981. 140 с.
29. Никитина Е.В., Решетник О.А. Методы общей и специальной микробиологии: учебное пособие. Казань: КГТУ, 2006. 123 с.
30. Новиков Ф.А. Водный режим картофельного растения // Картофель. Москва: Сельхозгиз, 1937. 365 с.
31. Орина А.С., Ганнибал Б.Ф. Видовой состав и патогенные свойства грибов рода *Alternaria*, обнаруженные на пасленовых культурах // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. (Большие Вяземы, 17–21 июля 2012 г.). Московская область: ВНИИ фитопатологии РАСХН, 2012. С. 152–159.

32. Пересыпкин В.Ф., Пожар З.А., Кирик Н.Н. и др. Болезни сельскохозяйственных культур: в 3 т. Т. 2. Болезни технических культур и картофеля. Киев: Урожай, 1990. 248 с.
33. Попкова К.В., Шнейдер Ю.И., Воловик А.С. и др. Болезни картофеля. Москва: Колос, 1980. 304 с.
34. Попов Н.Н. Урожай и качество клубней разных сортов картофеля в зависимости от срока, густоты посадки и нормы минеральных удобрений в лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Воронеж, 2004. 18 с.
35. Сапрыкин В.В., Федянин Ю.В. Урожайность и качество перспективных сортов картофеля в зависимости от агротехники возделывания в Центрально-Черноземной зоне России // Вопросы картофелеводства: материалы Школы молодых ученых. Москва: ВНИИКС, 2004. С. 124–129.
36. Сельское хозяйство в России. 2023: Статистический сборник. Москва: Росстат, 2023. 103 с.
37. Сорока С.В., Прищепа И.А., Жукова М.И. и др. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации. Несвиж: Несвиж. укруп. типография, 2011. 272 с.
38. Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: в 4 т. Т. 4. Болезни технических культур; пер. с болгарского. София- Москва: Пенсофт, 2003. 185 с.
39. Стройков Ю.М., Гриценко В.В., Третьяков Н.Н. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур: учебное пособие. Москва: Издательский центр «Академия», 2008. 224 с.
40. Турко С.А., Рубель М.И., Иванюк В.Г. и др. Настольная книга картофелевода: монография. Минск: РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2007. 165 с.
41. Тютчев С.Л. Неинфекционные болезни растений. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2003. 44 с.
42. Филиппов А.В., Кузнецова М.А., Спиглазова С.Ю. Профилактика болезней картофеля // Сельскохозяйственные вести. 2013. № 3(94). С. 30–32.
43. Филиппов А.В., Рогожин А.Н., Спиглазова С.Ю. и др. Программа действий по защите картофеля от фитофтороза. Москва: Общество фитопатологов, 2001. 16 с.
44. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля // Защита и карантин растений. 2012. № 5S. С. 1(61)–88(28).
45. Хютти А.В., Лазарев А.М. Нерегламентированный антракноз // Сельскохозяйственные вести. 2020. № 3. С. 28–30.
46. Шёбер-Бутин Б., Гарбе Ф., Бартельс Г. Иллюстрированный атлас по защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Москва: Контэнт, 2005. 232 с.
47. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель. Возделывание, уборка и хранение. 3-е изд., дораб. и доп. Минск: ЧУП «Орех», 2004. 465 с.
48. Kapsa J., Osowski J. Occurrence of early blight (*Alternaria* ssp.) at potato crops and results of its chemical control in Polish experiences // Proceedings of the 8th workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Jersey, Channel Islands. PPO-Special Report, 2004. No. 10. Pp. 101–107.
49. Leiminger J., Hausladen H. Early blight: influence of different varieties // PPO-Special Report, 2007. No. 12. Pp. 195–204.
50. Pscheidt J.W., Stevenson W.R. Early blight of potato and tomato: A literature review. USA: University of Wisconsin, 1986. 17 p.
51. Rotem J. The genus *Alternaria*. Biology, Epidemiology, and Pathogenicity. USA: APS Press, St. Paul, Minnesota, 1994. 326 p.
52. Schepers H. Decision Support Systems for integrated control of late blight // Plant Breeding and Seed Science. 2004. Vol. 50. P. 57–62.

References

1. Andrianov A.D., Kostin V.I. Directions for potato breeding in the Republic of Bashkortostan: Potato Growing. Proceedings of Research-to-Practice Conference. Minsk: Research and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing Publishers. 2018;26:6-22. (In Russ.).
2. Anisimov B.V., Belov G.L., Varitsev Yu.A. et al. Protection of potatoes against diseases, pests and weeds. Moscow: Kartofelevodstvo Publishers; 2009. 272 p. (In Russ.).
3. Annenkov B.G. Potato macrosporiosis in Khabarovsk Territory. Immunity of agricultural plants to diseases and pests: Scientific papers of the All-Union Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Kolos Publishers; 1975:315-321. (In Russ.).
4. Akhatov A.K., Gannibal F.B., Meshkov Yu.I. et al. Diseases and pests of vegetable crops and potato. Moscow: Partnership of Scientific Publications KMK; 2013. 465 p. (In Russ.).
5. Budin K.Z. Genetic basis of potato breeding. Leningrad: Agropromizdat; 1986. 192 p. (In Russ.).
6. Bukasov S.M., Kameraz A.Ya. Foundations of potato breeding. Moscow: Selkhozgiz Publishers; 1959. 528 p. (In Russ.).
7. Vasko V.T., Obolonik N.V. Technologies for cultivating potato in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. St. Petersburg: Profi-Inform Publishers; 2004. 224 p. (In Russ.).
8. Vendilo G.G., Mikanaev T.A., Pertichenko V.N. et al. Fertilization of vegetable crops: reference guide. Moscow: Agropromizdat Publishers, 1986. 204 p. (In Russ.).
9. Volovik A.S., Glez V.M., Zamotaev A.I. et al. Protection of potato against pests and weeds: guide. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1989. 205 p. (In Russ.).

10. Voronkova E.V., Chashinskiy A.V., Pavliuchuk N.V. et al. Diploid hybrids between *Solanum tuberosum* and *S. Stoloniferum* as a source of potato light blight and PVY resistance. Immunogenetic protection of crops against diseases: theory and practice: Proceedings of International Research-to-Practice Conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of N.I. Vavilov (Bolshie Vyazemy, July 17-21, 2012). Moscow Oblast: All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology Publishers; 2012:325-334. (In Russ.).
11. State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation (as of July 3, 2023); in 2 parts. Part I. Pesticides. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Archive. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-arkhiv/>. (In Russ.).
12. Dmitrieva E.P. Development of methods for assessing the resistance of potato to *Alternaria* blight and characterization of potato on this basis: Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 01.06.11. Moscow; 1988. 21 p. (In Russ.).
13. Dorozhkin N.A., Ivanyuk V.G. Methods for assessing tomatoes for resistance to Early dry spot. Vegetable Growing. Interdepartmental Subject Collection. Research and Practical Centre of National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing. Minsk: Uradzhay Publishers; 1978;4:149-153. (In Russ.).
14. Elanskiy S.N., Anisimov B.V., Belov G.L. et al. Protection of potatoes against diseases, pests and weeds. Moscow: Potato Breeder Publishers; 2009. 272 p. (In Russ.).
15. Elanskiy S.N., Pobedinskaya M.A., Plutalov P.N. et al. Resistance of Russian strains of potato and tomato early blight pathogens to Azoxistrobin. *Protection of Potato*. 2011;2:14-19. (In Russ.).
16. Zhukovskiy P.M. Cultivated plants and their relatives: taxonomy, geography, cytogenetics, immunity, ecology, origin, use. 3rd edition, revised and enlarged. Leningrad: Kolos Publishers; 1971. 751 p. (In Russ.).
17. Zhuchenko A.A. Fundamental and applied scientific priorities of adaptive intensification of crop production in the 21st century. Saratov: Novaya Gazeta Publishers; 2000. 276 p. (In Russ.).
18. Ivshin E.I. Reference guide on potato seed production. Alma-Ata: Kainar Publishers; 1983. 188 p. (In Russ.).
19. Illarionov A.I., Derkach A.A., Toropchin I.S. Methods and means of integrated protection of potato crop from pests. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):53-64. (In Russ.).
20. Knyazeva Z.V., Rukin V.F., Sarantseva N.A. et al. Protection of potato from pests and diseases, optimized for farms of various forms of ownership in the conditions of the Central Chernozem Region (Recommendations)]. Ramon: All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection Publishers; 2000. 30 p. (In Russ.).
21. Kovalenko A.F., Kovalenko E.A. Varieties, seeds, testing. Second Bread: Collection of articles. Chelyabinsk: South Ural Book Publishing House; 1984:24-48. (In Russ.).
22. Korenev G.V. Reference Book for Agronomist (Central Chernozem Region). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 1996. 313 p. (In Russ.).
23. Kuznetsova M.A., Denisenkov I.A., Rogozhin N.A. et al. Anthracnose is a harmful disease of potato. *Potato and Vegetables*. 2020;6:20-23. (In Russ.).
24. Kustovenko L.N. Influence of moisture supply of plants on physiological parameters and productivity of potatoes. Proceedings of Potato Scientific Research Institute. Moscow: Potato Scientific Research Institute Publishers; 1970;7:27-33. (In Russ.).
25. Malyavko A.A. Varieties and seed production are the main factors in the revival of the industry. *Potato and Vegetables*. 2004;4:22. (In Russ.).
26. Melnikova E.S. Harmful potato diseases under modern Black Earth conditions. *Izvestiya of Voronezh Branch of the Russian Botanical Society*. Voronezh: Digital Printing Publishing House; 2023;10:145-148. (In Russ.).
27. Melnikova E.S., Melkumova E.A., Kuznetsova M.A. Methods for reducing harmfulness of potato blight (*Alternaria solani*). *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2011;4(31):30-32. (In Russ.).
28. Naumov V.I., Tsyvarev D.Ye., Zaikin D.V. et al. Potato growing in the USA. Moscow: Rosselkhozizdat Publishers; 1981. 140 p. (In Russ.).
29. Nikitina E.V., Reshetnik O.A. Methods of general and special microbiology: textbook. Kazan: Kazan State Technological University Publishers; 2006. 123 p. (In Russ.).
30. Novikov F.A. Water regime of the potato plant. In: Potato culture. Moscow: Selkhozgiz Publishers; 1937. 365 p. (In Russ.).
31. Orina A.S., Gannibal B.F. Species composition and pathogenic properties of fungi of the genus *Alternaria* registered on nightshade family crops. Immunogenetic protection of agricultural crops against diseases: theory and practice: Proceedings of International Research-to-Practice Conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of N.I. Vavilov (Bolshie Vyazemy, July 17-21, 2012). Moscow Oblast: All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology Publishers; 2012:152-159. (In Russ.).
32. Peresypkin V.F., Pozhar Z.A., Kirik N.N. et al. Diseases of agricultural crops: in 3 vols. Vol. 2. Diseases of industrial crops and potato. Kyiv: Urozhay Publishers; 1990. 248 p. (In Russ.).
33. Popkova K.V., Shneyder Yu.I., Volovik A.S. et al. Potato diseases. Moscow: Kolos Publishers; 1980. 304 p. (In Russ.).
34. Popov N.N. The yield and quality of tubers of different potato varieties depending on the period, planting density and the norm of mineral fertilizers in the forest-steppe of the Central Chernozem region: Author's Abstract of Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 01.06.09. Voronezh; 2004. 18 p. (In Russ.).

35. Saprykin V.V., Fedyanin Yu.V. Productivity and quality of promising potato varieties depending on agricultural cultivation technology in the Central Chernozem Region of Russia. Issues on potato growing: Proceedings of the School of Young Scientists. Moscow: All-Russian Potato Scientific Research Institute Publishers; 2004:124-129. (In Russ.).
36. Agriculture in Russia. 2023: Statistical book. Moscow: Rosstat; 2023. 103 p. (In Russ.).
37. Soroka S.V., Prishchepa I.A., Zhukova M.I. et al. Integrated systems for the protection of vegetable crops and potato from pests, diseases and weeds: recommendations. Nesvizh: Nesvizh Printing House; 2011. 272 p. (In Russ.).
38. Stancheva Y. Atlas of diseases of agricultural crops: in 4 vols. Vol. 4. Diseases of industrial crops; translated from Bulgarian. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers; 2003. 185 p. (In Russ.).
39. Stroikov Yu.M., Gritsenko V.V., Tretiakov N.N. Pests and diseases of agricultural crops: study guide. Moscow: Academy Publishers; 2008. 224 p. (In Russ.).
40. Turko S.A., Rubel M.I., Ivanyuk V.G. et al. Potato Breeder's Handbook: monograph. Minsk: Research and Practical Centre on Potato and Fruit & Vegetable Growing of the National Academy of Science of Belarus Publishers; 2007. 165 p. (In Russ.).
41. Tyuterev S.L. Non-infectious plant diseases. St. Petersburg: All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection Publishers; 2003. 44 p. (In Russ.).
42. Filippov A.V., Kuznetsova M.A., Spiglazova S.Yu. Prevention of potato diseases. *Agri-news*. 2013;3(94):30-32. (In Russ.).
43. Filippov A.V., Rogozhin A.N., Spiglazova S.Yu. et al. Framework for action on protection of potato against Late blight disease. Moscow: Society of Phytopathologists Publishers; 2001. 16 p. (In Russ.).
44. Filippov A.V. Potato late blight disease. *Plant Protection and Quarantine (Supplement)*. 2012;5:1(61)-88(28). (In Russ.).
45. Khyutti A.V., Lazarev A.M. Unregulated anthracnose. *Agri-news*. 2020;3:28-30. (In Russ.).
46. Sherber-Butin B., Garbe F., Bartels G. Illustrated atlas on the protection of crops from diseases and pests. Moscow: Publishing Group Content; 2005. 232 p. (In Russ.).
47. Shpaar D., Bykin A., Dreger D. et al. Potato. Cultivation, Harvesting and Processing. 3rd edition, revised and enlarged. Minsk: Orekh Publishers; 2004. 465 p. (In Russ.).
48. Kapsa J., Osowski J. Occurrence of early blight (*Alternaria* ssp.) at potato crops and results of its chemical control in Polish experiences. Proceedings of the 8th workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Jersey, Channel Islands. PPO-Special Report, 2004. No. 10. Pp. 101–107.
49. Leiminger J., Hausladen H. Early blight: influence of different varieties. PPO-Special Report, 2007. No. 12. Pp. 195–204.
50. Pscheidt J.W., Stevenson W.R. Early blight of potato and tomato: A literature review. USA: University of Wisconsin; 1986. 17 p.
51. Rotem J. The genus *Alternaria*. Biology, Epidemiology, and Pathogenicity. USA: APS Press, St. Paul, Minnesota, 1994. 326 p.
52. Schepers H. Decision Support Systems for Integrated Control of Late Blight. *Plant Breeding and Seed Science*. 2004;50:5762.

Информация об авторах

Е.С. Мельникова – соискатель кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», les.melnikowa@yandex.ru.

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

Information about the authors

E.S. Melnikova, Candidate Degree Seeking Applicant, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, les.melnikowa@yandex.ru.

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

Статья поступила в редакцию 09.11.2023; одобрена после рецензирования 12.12.2023; принята к публикации 23.12.2023.

The article was submitted 09.11.2023; approved after reviewing 12.12.2023; accepted for publication 23.12.2023.

© Мельникова Е.С., Мелькумова Е.А., 2024

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

Научная статья

УДК 631.416

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_42

EDN: UBLYLK

**Распределение тяжелых металлов в профиле дерново-подзолистых
супесчаных и песчаных почв средней полосы России**

Артём Андреевич Павлов^{1✉}

¹ Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова,
Москва, Россия

¹ kupo@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследований, проведенных в Рязанской области в 2019–2022 гг. с целью определения содержания тяжелых металлов (ТМ) в дерново-подзолистых почвах, которые, занимаемая 1/5 площади сельскохозяйственных угодий в регионе, подвергаются техногенной нагрузке и деградации. В настоящее время при расчете уровня загрязнения почв используются ориентировочные фоновые концентрации тяжелых металлов для средней полосы России, что не всегда отражает действительную картину загрязнения. В задачи исследований входила оценка содержания тяжелых металлов в почве с дифференциацией элементов по генетическим горизонтам и расчетом местных фоновых концентраций. Особое внимание уделено содержанию валовых форм Zn, Pb, Cd (1-й класс опасности) на глубине до 1,5 м по интервалам 0,1–0,2 м. Получены следующие значения анализируемого показателя: Zn (5,4–12,8 мг/кг), Pb (2,1–7,4 мг/кг), Cd (0,031–0,081 мг/кг). Наибольшая концентрация определена в верхнем слое. Выполнено сравнение полученных расчетных фоновых значений с ориентировочными фоновыми концентрациями (ОФК) для средней полосы России, ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК), с содержанием ТМ в почвах северной Европы, в почвах мира (по Виноградову), в почвах США (по Шаклетту и Борнгену), а также с данными других исследований, выполненных в условиях Рязанской области. Содержание Zn, Pb, Cd в дерново-подзолистых почвах Рязанской области значительно ниже, чем в почвах мира, в частности северной Европы. Построены ряды содержания исследуемых тяжелых металлов (Zn>Pb>Cd), в том числе приоритетные ряды их содержания по интервалам. Значения Zn и Pb в отличие от Cd не превышают ориентировочные фоновые концентрации. Превышений ОДК также не выявлено. По результатам исследований предложены следующие значения местных фоновых концентраций: Zn – 8,3 мг/кг, Pb – 4,2 мг/кг, Cd – 0,053 мг/кг.

Ключевые слова: дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы, почвенный горизонт, тяжелые металлы, ориентировочные фоновые концентрации (ОФК), ориентировочно допустимые концентрации (ОДК)

Для цитирования: Павлов А.А. Распределение тяжелых металлов в профиле дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв средней полосы России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 42–49. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_42–49.

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

Original article

**Distribution of heavy metals in the profile of sod-podzolic
sandy and sandy-loam soils in Central Russia**

Artem A. Pavlov^{1✉}

¹ Federal Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Moscow, Russia

¹ kupo@mail.ru

Abstract. The author presents the results of studies conducted in Ryazan Oblast in 2019–2022 in order to determine the content of heavy metals (HM) in sod-podzolic soils, which occupy 1/5 of the area of agricultural land in the region and are affected by technogenic load and degradation. At present the calculation of the level of soil pollution is performed using approximate background concentrations of heavy metals for Central Russia, which does not always reflect the actual situation with pollution. The objectives of research included assessing the content of heavy metals in the soil with differentiation of chemical elements according to genetic horizons and calculation of local background concentrations. Particular attention is paid to the content of bulk forms of Zn, Pb, and Cd (Hazard Class 1) at the depth of up to 1.5 m at intervals of 0.1–0.2 m. The following values of the analyzed indicator were obtained: 5.4–12.8 mg/kg

for Zn, 2.1-7.4 mg/kg for Pb, and 0.031-0.081 mg/kg for Cd. The highest concentration was determined in the upper layer. The obtained calculated background values were compared with the approximate background concentrations (ABC) for Central Russia, approximate permissible concentrations (APC), and the content of HMs in the soils of northern Europe, soils of the world (according to A.P. Vinogradov), and soils of the USA (according to H.T. Shacklette and J.G. Boemgen), as well as with data from other studies carried out in the conditions of Ryazan Oblast. The content of Zn, Pb, and Cd in sod-podzolic soils of Ryazan Oblast is significantly lower than in the soils of the world, particularly northern Europe. Sequences of values of content of the studied heavy metals (Zn>Pb>Cd) have been plotted, including priority sequences by intervals. In contrast to Cd, the values of Zn and Pb do not exceed the approximate background concentrations. Also no excesses of the APC have been detected. According to the research results, the following values of local background concentrations were proposed: 8.3 mg/kg for Zn, 4.2 mg/kg for Pb, and 0.053 mg/kg for Cd.

Keywords: sod-podzolic sandy and sandy-loam soils, soil horizon, heavy metals, approximate background concentrations (ABC), approximate permissible concentrations (APC)

For citation: Pavlov A.A. Distribution of heavy metals in the profile of sod-podzolic sandy and sandy-loam soils in Central Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):42-49. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_42-49.

Введение
Интенсивные темпы техногенного воздействия на окружающую среду приводят к широкомасштабному химическому загрязнению агроэкосистем. Большая часть тяжелых металлов поступает в почву в результате деятельности промышленных предприятий, сельскохозяйственных комплексов, развитой автотранспортной инфраструктуры вблизи населенных пунктов [8, 15], при этом основными веществами 1-го класса опасности являются цинк, кадмий, свинец [4, 15, 19]. Как известно, часть тяжелых металлов (ТМ) вступает в трофические цепи и вместе с продукцией растениеводства и животноводства попадает в рацион человека, другая часть при взаимодействии с органическими веществами становится более устойчива к вымыванию и накапливается в почвенном слое [3, 7, 9, 10].

Постоянное накопление тяжелых металлов оказывает негативное влияние на процессы гумификации, приводя к увеличению кислотности почвы, что способствует развитию деградационных процессов [1, 11, 16, 18]. В этой связи необходимы организация и проведение агроэкологического мониторинга загрязнения почв сельскохозяйственного назначения тяжелыми металлами. Справедливая оценка уровня загрязнения почвы невозможна без учета фоновых концентраций содержания элементов района исследований.

Общая площадь дерново-подзолистых почв в Рязанской области составляет около 1200 тыс. га, или 29,3% территории. В структуре сельскохозяйственных угодий дерново-подзолистые почвы занимают 477,0 тыс. га, или 18,4%, в том числе пашни – 254,3 тыс. га, или 14% [5, 6]. Наибольшую распространенность в регионе дерново-подзолистые почвы получили на северо-востоке и простираются вдоль левого берега р. Оки. На сегодняшний день изучаемые почвы подвергаются высокой антропогенной нагрузке ввиду постоянно развивающихся технологий химизации и защиты растений, близкого расположения к крупным населенным пунктам и предприятиям, таким как ГРЭС, ТЭЦ, предприятиям металлургической промышленности [8, 15]. По статистическим данным, на территории региона за последний год в атмосферный воздух выброшены десятки тысяч тонн поллютантов, которые в результате рассеивания из атмосферы попали на поверхность почвы и водных объектов. [5]. Дерново-подзолистые почвы из-за резкого сокращения объемов вносимых органических удобрений и техногенного загрязнения деградируют, их основные физико-химические свойства ухудшаются, в частности регистрируется повышение кислотности, снижение содержания гумусовых веществ и, как следствие, потеря плодородия [1, 11, 16, 18].

В Рязанской области к приоритетным поллютантам относятся цинк, кадмий, свинец (1-й класс опасности); хром, никель, медь, кобальт, бор (2-й класс опасности); марганец, ванадий (3-й класс опасности) [15]. В отдельные годы в почвах области отмечали превышение фоновых показателей по свинцу, кадмию, цинку, меди и другими ТМ [4, 19]. Такие вещества, как цинк, свинец, кадмий, вступают в связь с органическими веществами, тем

самым повышая устойчивость к вымыванию и создавая некий запас поллютантов в слое почвы. Эта зависимость характерна в большей степени для свинца, в меньшей степени для цинка и кадмия [3, 7, 9, 10]. При этом следует отметить, что на территории Рязанской области в дерново-подзолистых супесчаных почвах содержание поллютантов в 4–5 раз ниже, чем в почвах глинистого гранулометрического состава.

В настоящее время отсутствуют современные региональные значения фоновых концентраций для почв Рязанской области и чаще всего используются ориентировочные фоновые концентрации для средней полосы России, что не позволяет достаточно точно оценить степень загрязнения почвы. В этой связи актуальность приобретают исследования по определению современных региональных фоновых показателей с учетом природных и техногенных факторов воздействия на почву.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований выступают дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы Рязанской области. Основным условием выбора места взятия почвенных проб являлось отсутствие видимых признаков техногенного воздействия на природный комплекс, а также отсутствие вблизи источников загрязнения. Такими были определены участки в Спасском районе – левобережье р. Оки (близ д. Сумбулово – с. Новики), на границе Ермишинского и Касимовского районов – правобережье р. Оки (близ п. Лебяжий Бор – п. Игошино), в Рыбновском районе – левобережье р. Оки (южнее с. Шехмино). Исследования проводились в теплые периоды 2019–2022 гг.

Изучение загрязнения почвы тяжелыми металлами осуществлялось посредством отбора почвенных образцов до глубины 1,5 м, с интервалами отбора 0,1–0,2 м с последующим лабораторным анализом методом атомно-абсорбционной спектроскопии [13]. При анализе образцов почв было уделено внимание валовым формам приоритетных поллютантов (цинк, свинец, кадмий), относящихся к 1-му классу опасности. Исследуемые вещества имеют высокую интенсивность поступления в почву и широкий спектр источников выбросов.

Анализ расчетного фонового значения, а также значений по интервалам выполнялся посредством сравнения с ориентировочными фоновыми концентрациями (ОФК) [17], ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) [14], с содержанием ТМ в почвах северной Европы [12], в почвах мира по Виноградову (ПМВ) [2], в почвах США (по Шаклетту и Борнгену) [2], а также с данными других исследований, выполненных в условиях Рязанской области [8, 9, 15].

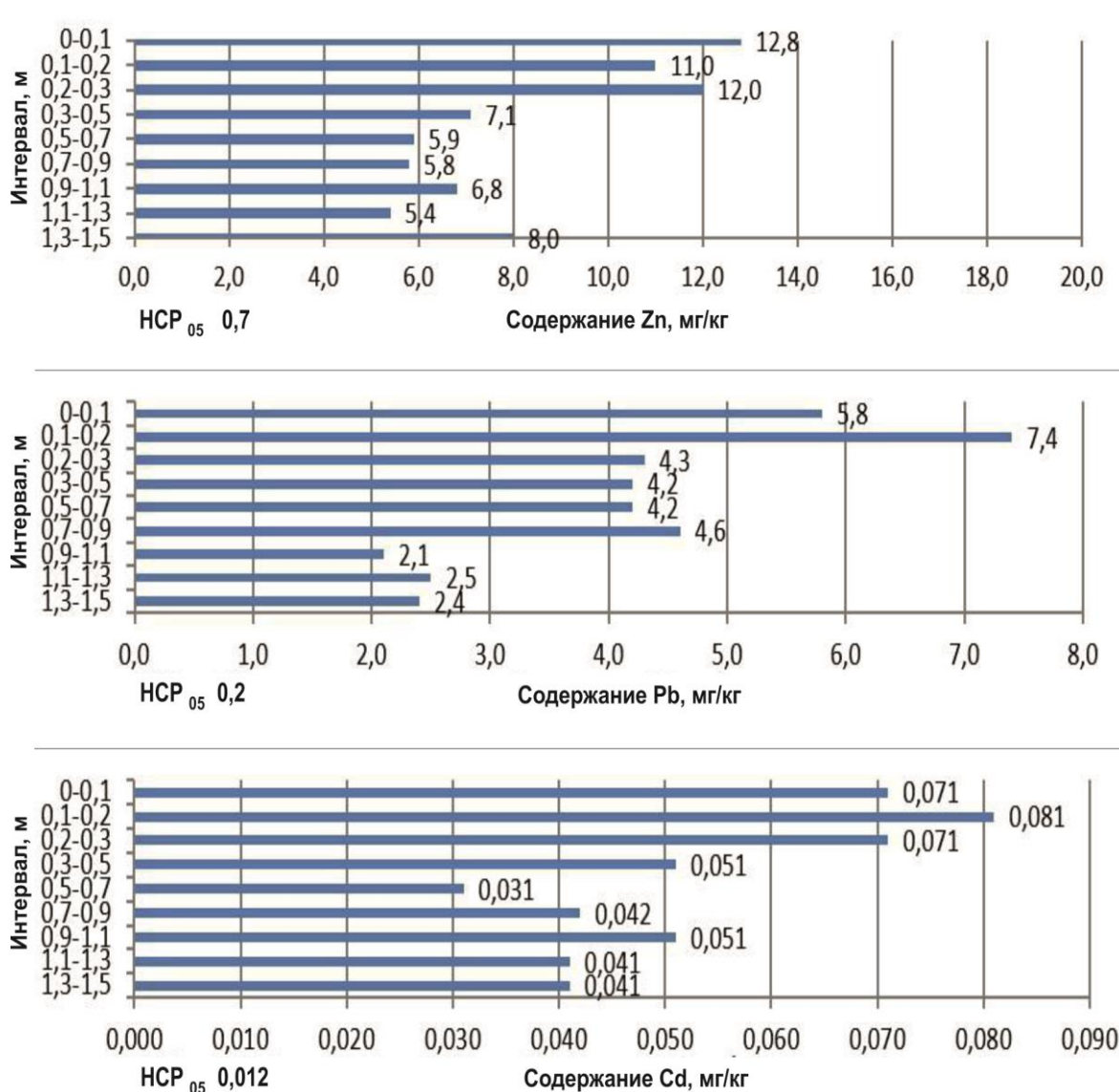
Результаты и их обсуждение

Дерново-подзолистые почвы формируются на песчаных отложениях и покровных суглинках. По сравнению с другими почвами Рязанской области они обладают более низким содержанием агрохимических элементов и тяжелых металлов. Аккумуляция питательных элементов и формирование почвенной структуры, позволяющей противостоять вымыванию, происходит в верхнем слое благодаря дерновому процессу. Процесс вымывания минеральных веществ дернового слоя в нижние слои почвы и грунтовые воды происходит за счет подзолистого процесса.

Валовое содержание тяжелых металлов во всех слоях дерново-подзолистой почвы различно. По полученным данным, наибольшее количество поллютантов содержится ближе к поверхности в верхнем слое, а в нижележащих слоях до 1,5 м наблюдается постепенное снижение концентрации. В материнской породе обнаружены минимальные концентрации по всем элементам. По результатам проведенных исследований в интервале до 1,5 м определено содержание поллютантов в следующих диапазонах:

- цинк – 5,4–12,8 мг/кг;
- свинец – 2,1–7,4 мг/кг;
- кадмий – 0,031–0,081 мг/кг.

Сравнительный анализ содержания исследуемых тяжелых металлов в почвенных слоях проводился по принципу разницы значений концентрации в рассматриваемом слое почвы с поверхностью почвы. Значения послойного накопления поллютантов по всем интервалам с шагом 0,1–0,2 м в профиле до 1,5 м приведены на рисунке.



Послойное содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах Рязанской области

Таким образом, наибольшая концентрация цинка отмечена в верхнем слое почвы в интервалах 0,0–0,3 м со средним значением 11,9 мг/кг, далее, с углублением по почвенному горизонту до 1,5 м, этот показатель уменьшался до 6,5 мг/кг. Похожая зависимость складывалась и в отношении свинца: наибольшее содержание определено в интервале 0,0–0,2 м со средним значением 6,6 мг/кг; в интервале 0,2–0,9 м концентрация составила 4,3 мг/кг; на следующем шаге, в интервале 0,9–1,5 м, отмечено снижение концентрации до 2,3 мг/кг. Аккумуляция кадмия происходит следующим образом: в интервале 0,0–0,3 м среднее значение составляет 0,073 мг/кг; в нижних слоях разреза до 1,5 м отмечено снижение концентрации до 0,042 мг/кг. Сравнительный анализ послойного содержания цинка, свинца и кадмия свидетельствует о ярко выраженной биогеохимической аккумуляции элементов. Приоритетный ряд по среднему содержанию тяжелых металлов в почвенном профиле 0,0–1,5 м выглядит следующим образом: Zn > Pb > Cd.

Наименьшая концентрация цинка относительно поверхностного слоя почвы обнаружена в интервале 1,1–1,3 м со снижением на 7,39 мг/кг. Относительно поверхностного слоя почвы наибольшее содержание свинца определено в интервале 0,1–0,2 м с повышением концентрации на 1,63 мг/кг. Одновременно наименьшая концентрация отмечена в интервале 0,9–1,1 м со снижением на 3,65 мг/кг. Наименьшая концентрация кадмия относительно поверхностного слоя почвы отмечена в интервале 0,5–0,7 м со снижением на 0,04 мг/кг. По результатам анализа послойного содержания поллютантов построены приоритетные ряды содержания тяжелых металлов по интервалам:

Zn: 0,0–0,1 > 0,2–0,3 > 0,1–0,2 > 1,3–1,5 > 0,3–0,5 > 0,9–1,1 > 0,5–0,7 > 0,7–0,9 > 1,1–1,3;

Pb: 0,1–0,2 > 0,0–0,1 > 0,7–0,9 > 0,2–0,3 > 0,3–0,5 > 0,5–0,7 > 1,1–1,3 > 1,3–1,5 > 0,9–1,1;

Cd: 0,1–0,2 > 0,1–0,2 > 0,2–0,3 > 0,3–0,5 > 0,9–1,1 > 0,7–0,9 > 1,1–1,3 > 1,3–1,5 > 0,5–0,7.

По данным анализа содержания тяжелых металлов в различных интервалах были получены расчетные фоновые концентрации.

Средние значения содержания валовых форм тяжелых металлов, мг/кг

Элемент	Расчетные фоновые концентрации	Ориентировочные фоновые концентрации (ОФК) по СП 502.1325800.2021 [17]	Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) [14]	Содержание в почвах мира по геохимическому атласу (ПМ) [12]	Содержание в почвах мира по Виноградову (ПМВ) [2]	Содержание в почвах США по Шаклетту и Борнгену [2]
Zn	8,3 ± 1,9	28	55	70	50	58
Pb	4,2 ± 0,8	6	32,0	17	–	–
Cd	0,053 ± 0,011	0,05	0,5	0,3	–	–

Анализ полученных расчетных значений фоновых концентраций по всему исследуемому интервалу 0,0–1,5 м на дерново-подзолистой супесчаной почве показал, что расчетные фоновые значения содержания цинка и свинца не превышают значений ориентировочных фоновых концентраций валовых форм тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве для средней полосы России и составляют по цинку – 0,3 ОФК, по свинцу – 0,7 ОФК. Расчетный фон по кадмию, наоборот, превышает и составляет 1,1 ОФК.

При интервальном сопоставлении отмечены следующие превышения:

- по цинку – наибольшая концентрация 0,47 ОФК – в верхнем слое 0,0–0,1 м;
- по свинцу – наибольшая концентрация 1,23 ОФК – в верхнем слое 0,1–0,2 м;
- по кадмию – наибольшее превышение 1,65 ОФК – в верхнем слое 0,1–0,2 м.

Анализ полученных данных в отношении валовых форм тяжелых металлов показал, что из изучаемых элементов не наблюдается превышений ОДК по всем значениям: расчетное значение фоновых концентраций по цинку составляет 0,15 ОДК, по свинцу –

0,13 ОДК, по кадмию – 0,1 ОДК. При интервальном сопоставлении полученных значений с ОДК отмечено наибольшее содержание цинка – 0,23 ОДК в интервале 0,0–0,1 м, свинца – 0,23 ОДК в интервале 0,1–0,2 м, кадмия – 0,16 ОДК в интервале 0,1–0,2 м.

Значения содержания тяжелых металлов в почвах мира весьма разнообразны, в основном это связано с географическим расположением, отдаленностью участков исследований, почвообразующими породами, разными периодами наблюдений, отличиями в методиках определения элементов, особенностями техногенных нагрузок исследуемых территорий и пр. Так, например значения цинка по разным источникам варьируют в диапазоне 50–70 мг/кг. При сопоставлении полученных расчетных значений фоновых концентраций тяжелых металлов со значениями почв мира, в частности северной Европы, отмечено, что в дерново-подзолистой почве Рязанской области содержание исследуемых элементов цинка, свинца, кадмия значительно ниже: расчетное значение фоновых концентраций по цинку – 0,11 ПМ, по свинцу – 0,24 ПМ, по кадмию – 0,18 ПМ. При интервальном сравнении полученных фоновых значений и сопоставлении с ПМ определено наибольшее содержание цинка в интервале 0,0–0,1 м – 0,18 ПМ, свинца – в интервале 0,1–0,2 м – 0,43 ПМ, кадмия – в интервале 0,1–0,2 м – 0,27 ПМ.

На территории Рязанской области в разное время проводились исследования содержания тяжелых металлов в дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах. Полученные в представленной статье значения сопоставимы с данными ранее опубликованных исследований, в которых авторы отмечали, что поллютанты аккумулировались в верхней части профиля, причем их концентрация в дерново-подзолистых супесчаных почвах была более низкой в сравнении с почвами глинистого гранулометрического состава [9, 10, 15]. Так, содержание поллютантов в супесчаных почвах было соизмеримо с полученными в опытах значениями, а различия наблюдались в сопоставимых интервалах почвы по цинку от 0,05 до 2,4 мг/кг, по свинцу – от 0,01–0,02 мг/кг, по кадмию – от 0,001–0,003 мг/кг. Распределение тяжелых металлов в слоях дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах Рязанской области также зависит от механического состава, интенсивности антропогенной нагрузки и свойств генетических горизонтов почв.

Заключение

При выращивании сельскохозяйственных культур на землях, подверженных загрязнению, происходит транслокация тяжелых металлов в растения, тем самым снижается качество сельскохозяйственной продукции и кормов. Поэтому проведение постоянного агроэкологического мониторинга с целью предупреждения и выявления необходимости профилактических мероприятий по детоксикации загрязненных почв является обязательным для сельхозпроизводителей.

Представленная характеристика содержания тяжелых металлов в профиле почв свидетельствует о наибольшем накоплении исследуемых элементов в дерновом и гумусовом горизонтах, при этом расчетные фоновые концентрации составляют всего 10–15% от установленных гигиенических нормативов. Сравнительная оценка предлагаемых фоновых концентраций с общеизвестными фоновыми концентрациями позволяет сделать вывод о том, что текущее содержание изучаемых элементов в дерново-подзолистых супесчаных почвах Рязанской области ниже других. Использование в расчетах предлагаемых концентраций позволит снизить порог значений категории «чистых» почв.

Результаты настоящих исследований дают современное представление о региональном фоновом содержании валовых форм цинка, свинца и кадмия в дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах Рязанской области и могут быть использованы при оценке антропогенного воздействия на почву и научно-методическом обосновании природовосстановительных мероприятий.

Список источников

1. Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Белявская Ю.А. и др. Миграция подвижных форм тяжелых металлов по профилю дерново-подзолистых почв под влиянием регулярных нагрузок жидких отходов животноводства // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 1(62). С. 179–195.
2. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах: монография. Москва: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 17 с.
3. Воробьев В.Б. О взаимосвязи между содержанием тяжелых металлов и гумуса в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 103–107.
4. Государственный доклад об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей среды Рязанской области в 2000 году. Белая книга. Рязань: Министерство природных ресурсов РФ. Комитет природных ресурсов по Рязанской области, 2001. 398 с.
5. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Рязанской области в 2020 году. Рязань: Комитет природных ресурсов по Рязанской области, 2020. 148 с.
6. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Рязанской области в 2021 году. Рязань: Комитет природных ресурсов по Рязанской области, 2021. 163 с.
7. Касатиков В.А. Влияние мелиоративных приемов на миграцию тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве // Мелиорация. 2018. № 4(86). С. 72–77.
8. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Экологические проблемы агроландшафтов Рязанской области // Биосфера. 2019. Т. 11, № 3. С. 156–159. DOI: 10.24855/biosfera.v11i3.510.
9. Мажайский Ю.А. Обоснование режимов комплексных мелиораций в условиях техногенного загрязнения агроландшафта: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02. Москва, 2002. 456 с.
10. Мажайский Ю.А. Особенности распределения тяжелых металлов в профилях почв Рязанской области // Агрохимия. 2003. № 8. С. 74–79.
11. Мамиева Е.Б., Ширнина Л.В. Липа мелколистная как биоиндикатор загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 1(52). С. 34–40. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.1.34.
12. Матиян Н.Н., Рейман К., Бахматова К.А. и др. Фоновое содержание тяжелых металлов и мышьяка в пахотных почвах Северо-Запада России (по материалам международного геохимического атласа) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 2007. № 3. С. 123–134.
13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ЦИНАО, 1992. 61 с.
14. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2. URL: <https://www.55.rospotrebnadzor.ru/Files/СанПиН%203685.pdf> (дата обращения: 15.03.2023).
15. Павлов А.А., Мажайский Ю.А. Определение фоновых концентраций почвенных элементов в серой лесной почве Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14, № 4. С. 33–40. DOI: 10.36508/RSATU.2022.35.33.006.
16. Солодухина М.А., Михеев И.Е., Банщикова Е.А. и др. Тяжелые металлы и мышьяк в дикорастущих растениях и растениеводческой продукции Балеysкого рудного поля (Забайкальский край) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 2(73). С. 95–104. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_2_95.
17. СП 502.1325800.2021. Свод правил «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ»: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 июля 2021 г. № 475/пр. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1710009803&tld> (дата обращения: 15.03.2023).
18. Терехова В.А., Прудникова Е.В., Кирюшина А.П. и др. Фитотоксичность тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах разной степени окультуренности // Почвоведение. 2021. № 6. С. 757–768. DOI: 10.31857/S0032180X21060137.
19. Черникова О.В. Экологическое обоснование комплексных приемов реабилитации черноземов, загрязненных тяжелыми металлами (на примере Рязанской области): дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Рязань, 2010, 178 с.

References

1. Bogatyrova E.N., Seraya T.M., Belyavskaya Yu.A. et al. Migration of mobile forms of heavy metals along the profile of sod-podzolic soils under the influence of regular loads of liquid animal waste. *Soil Science and Agrochemistry*. 2019;1(62):179-195. (In Russ.).
2. Vodyanitskiy Yu.N. Heavy metals and metalloids in soils: monograph. Moscow: V.V. Dokuchaev Institute of Soils Publishers; 2008. 164 p. (In Russ.).
3. Vorobiev V.B. Concerning the interrelationp between the content of heavy metals and humus in sod-podzolic light loamy soil. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2022;4:103-107. (In Russ.).
4. State Report on the Use of Natural Resources and the Status of the Environment of Ryazan Oblast in 2000. Ryazan: State Committee of Natural Resources for Ryazan Oblast Publishers; 2001. 398 p. (In Russ.).
5. Report on the state and environmental protection in Ryazan Oblast in 2020. Ryazan: Committee of Natural Resources of Ryazan Oblast Publishers; 2020. 148 p. (In Russ.).
6. Report on the state and environmental protection in Ryazan Oblast in 2021. Ryazan: Committee of Natural Resources of Ryazan Oblast Publishers; 2021. 163 p. (In Russ.).
7. Kasatkov V.A. The influence of reclamation techniques on the migration of heavy metals in sod-podzol sandy loam soil. *Land Reclamation*. 2018;4(86):72-77. (In Russ.).
8. Mazhaysky Yu.A., Guseva T.M. Ecological problems of agricultural landscapes of Ryazan region. *Biosphere*. 2019;11(3):156-159. DOI: 10.24855/biosfera.v11i3.510. (In Russ.).
9. Mazhaysky Yu.A. Justification of the modes of complex land reclamation in the conditions of technogenic pollution of the agricultural landscape: Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.02. Moscow; 2002. 456p. (In Russ.).
10. Mazhaysky Yu.A. The distribution of heavy metals in the profile of soils of Ryazan Oblast. *Agrochemistry*. 2003;8:74-79. (In Russ.).
11. Mamieva E.B., Shirnina L.V. Littleleaf linden as a biological indicator of air pollution with heavy metals. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2017;1(52):34-40. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.1.34. (In Russ.).
12. Matinian N.N., Reimann K., Bakhmatova K.A. et al. The background concentrations of heavy metals and As in arable soils of the Baltic region]. *Vestnik of Saint Petersburg University. Seriya 3. Biology*. 2007;3:123-134. (In Russ.).
13. Methodological guidelines for the determination of heavy metals in soils of farmland and crop production. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Central Research Institute of Agrochemical Services of Agriculture Publishers; 1992. 61 p. (In Russ.).
14. On the approval of sanitary rules and norms of SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans": Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 2 of 28.01.2021. URL: <https://www.55.rospotrebnadzor.ru/Files/СанПин%203685.pdf>. (In Russ.).
15. Pavlov A.A., Mazhaysky Yu.A. Determination of background concentrations of soil elements in gray forest soil of the Ryazan region. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2022;14(4):33-40. DOI: 10.36508/RSATU.2022.35.33.006. (In Russ.).
16. Solodukhina M.A., Mikheev I.E., Bانشchikova E.A. et al. Heavy metals and arsenic in wild plants and plant production of the Balesky Ore Field (Zabaykalsky Krai). *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(73):95-104. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_2_95. (In Russ.).
17. SP 502.1325800.2021. Code of Rules "Engineering and environmental survey for construction. General regulations for execution of work": approved by Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation of July 16, 2021 No. 475/pr. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1710009803&tld>. (In Russ.).
18. Terekhova V.A., Prudnikova E.V., Kiryushina A.P. et al. Phytotoxicity of heavy metals in contaminated podzolic soils of different fertility levels. *Eurasian Soil Science*. 2021;6:757-768. DOI: 10.31857/S0032180X21060137. (In Russ.).
19. Chernikova O.V. Ecological justification of complex methods of rehabilitation of chernozems contaminated with heavy metals (on the example of Ryazan Oblast): Candidate Dissertation in Biological Sciences: 03.02.08. Ryazan; 2010. 178 p. (In Russ.).

Информация об авторе

A.A. Павлов – кандидат биологических наук, научный сотрудник научного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», kupoz@mail.ru.

Information about the author

A.A. Pavlov, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Scientific Department, Federal Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, kupoz@mail.ru, kupoz@mail.ru

Статья поступила в редакцию 05.11.2023; одобрена после рецензирования 19.12.2023; принята к публикации 22.12.2023.

The article was submitted 05.11.2023; approved after reviewing 19.12.2023; accepted for publication 22.12.2023.

© Павлов А.А., 2024

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

Научная статья

УДК 634.21:631.52(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_50

EDN: TZZHGG

**Оценка зимостойкости гибридов абрикоса в почвенно-климатических
условиях Центрально-Черноземного региона**

Елена Владимировна Щербакова^{1✉}, Раиса Григорьевна Ноздрачева²

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

¹ shher-elena@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты изучения зимостойкости гибридных семей абрикоса во время прохождения периода покоя в почвенно-климатических условиях ЦЧР. Изучено влияние недостатка увлажнения верхних слоев почвы на успешную перезимовку гибридных сеянцев абрикоса. С помощью общепринятых методик проанализировано строение корневой системы молодых растений по морфологическим признакам, глубина залегания и распределение по слоям почвы. Показано, что основная масса всасывающих корней однолетних сеянцев абрикоса расположена в поверхностном слое почвы (10–20 см). По данным Воронежского ЦГМС, проведен анализ метеорологических условий за годы исследований, оказывающих влияние на развитие сеянцев. В полевых и лабораторных условиях изучена динамика изменения запасов влаги в почве опытного участка на протяжении трех летних месяцев вегетационных периодов 2021–2022 гг. Установлено, что сеянцы абрикоса в этот период испытывали недостаток влаги. С учетом поверхностного залегания корневой системы сеянцев сделан вывод, что происходит снижение зимостойкости годового прироста при недостаточном увлажнении поверхностных слоев почвы во время вегетационного периода в условиях Воронежской области. Для сравнения и оценки зимостойкости изучаемых гибридных семей абрикоса, полученных от свободного опыления, проведена их группировка по происхождению материнского растения. С учетом степени подмерзания в зимний период однолетних сеянцев абрикоса за два года исследований осуществлена оценка зимостойкости четырех гибридных семей: 1/2020 – Сюрприз X; 2/2020 – Триумф X; 3/2021 – формы Крымский ранний X; 4/2021 – Магистр X, а также отдельных сеянцев в пределах каждой гибридной семьи. По результатам полевых и лабораторных опытов и с учетом изученных морфологических признаков и биологических особенностей строения корневой системы, оценки зимостойкости в изучаемых семьях отобраны гибридные сеянцы абрикоса с культурными признаками и высокой зимостойкостью.

Ключевые слова: сорта, сеянцы абрикоса, гибридная семья, влажность почвы, морфология корней, глубина залегания, зимостойкость

Для цитирования: Щербакова Е.В., Ноздрачева Р.Г. Оценка зимостойкости гибридов абрикоса в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 50–59. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_50–59.

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

**Evaluation of winter hardiness of apricot hybrids in the soil
and climatic conditions of the Central Chernozem Region**

Elena V. Shcherbakova^{1✉}, Raisa G. Nozdracheva²

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

¹ shher-elena@yandex.ru[✉]

Abstract. The authors present the results of research on winter hardiness of hybrid families during the dormant period in the soil and climatic conditions of the Central Chernozem Region. The study concerned the effect of lack of moisture in the upper soil layers on the successful overwintering of hybrid apricot seedlings in the conditions of the Central Chernozem Region. Conventional methods were used to analyze the structure of root system of young plants by morphological characteristics, depth of root bedding and distribution across soil layers. It has been shown that the main proportion of absorbing roots of one-year old apricot seedlings is located in the surface soil layer (10-20 cm). Meteorological data from Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring was used for the analysis of meteorological conditions over the years of research that influence the development of seedlings. In field and laboratory conditions, the authors have studied the dynamics of changes in moisture reserves in the soil of the experimental plot during the three summer months of the growing season of 2022. It was established that apricot seedlings experienced a lack of moisture during that growing season. Taking

into account the superficial bedding of the root system of seedlings, it was concluded that winter hardiness of annual increment decreased with insufficient moisture in the surface soil layers during the growing season in the conditions of Voronezh Oblast. To compare and evaluate the winter hardiness of the studied hybrid apricot families obtained from open pollination, they were grouped according to the origin of their mother plant. Taking into account the degree of winter freezing of one-year old apricot seedlings, the winter hardiness of four hybrid families was assessed over two years of research. It included 1/2020 Surprise X, 2/2020 Triumph X, 3/2021 forms of Krymskiy Ranniy X, 4/2021 Magister X, as well as individual seedlings within each hybrid family. Based on the results of field and laboratory experiments and taking into account the studied morphological characteristics and biological features of structure of the root system, as well as assessment of winter hardiness in the studied families, hybrid apricot seedlings with cultural characteristics and high winter hardiness were selected.

Keywords: varieties; apricot seedlings, hybrid family, soil moisture, root morphology, depth of root bedding, winter hardiness

For citation: Shcherbakova E.V., Nozdracheva R.G. Evaluation of winter hardiness of apricot hybrids in the soil and climatic conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):50-59. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_50-59.

Введение
Плодовые культуры имеют различные типы адаптации к условиям произрастания. Зимостойкость – способность растений противостоять неблагоприятным критическим воздействиям внешней среды в зимний период – является основным биологическим свойством растений умеренного климата, определяющим ареал их произрастания. Для оптимального прохождения периода покоя необходимо соблюдение ряда условий во время вегетации. Одним из факторов является достаточная влагообеспеченность растений абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) на протяжении всего вегетационного сезона [1, 7].

Абрикос относится к засухоустойчивым культурам, однако у сеянцев и молодых растений неглубокое залегание корневой системы, размещенной в горизонтальной проекции, поэтому недостаток влаги в летний период в почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона является лимитирующим фактором. При недостаточной влагообеспеченности надземной части у растений абрикоса плохо вызревают побеги второй волны роста, что ведет к повреждению его в зимний период. У плодоносящих растений перестают закладываться генеративные органы, а во время продолжительных оттепелей, характерных для климата Центрально-Черноземного региона, и последующих заморозков, это приводит к подмерзанию цветковых почек и, как следствие, периодичности в плодоношении культуры. Необходимо всестороннее изучение морфологических признаков и биологических особенностей селекционного материала для проведения отбора в направлении повышения адаптивности породы к конкретным условиям.

Цель исследований – изучить зимостойкость гибридных семей абрикоса во время прохождения периода покоя в почвенно-климатических условиях ЦЧР, а также выявить характер залегания корневой системы гибридных сеянцев в зависимости от обеспеченности их влагой во время вегетационного периода.

Материалы и методы

Объектами исследований служили саженцы абрикоса Сюрприз (к), Триумф северный, Компотный, Чемпион Севера, Магистр на клоновом подвое ОП 23-23 и сеянцы абрикоса от свободного опыления гибридных семей 1/2020 – Сюрприз X, 2/2020 – Триумф северный X, 3/2021 – формы Крымский ранний X, 4/2021 – Магистр X.

Растения выращивались на территории ботанического сада имени Б.А. Келлера Воронежского ГАУ. Посев семян, фенологические наблюдения и оценка зимостойкости проведены в соответствии с общепринятыми методиками [10, 12].

Результаты и их обсуждение

Для изучения структурно-морфологических особенностей корневой системы по окончании первого года вегетации производился полный раскоп. Применялся метод отмывки корней, их взвешивание, измерения длины по типам, проанализировано строение корневой системы по морфологическим признакам без учета корневых волосков. На основании полученных результатов сделан вывод о поверхностном расположении основной массы всасывающих корней однолетних сеянцев абрикоса в слоях почвы от 10 до 20 см [11]. На рисунке 1 представлены показатели средней длины главного корня, всасывающих и проводящих корней.

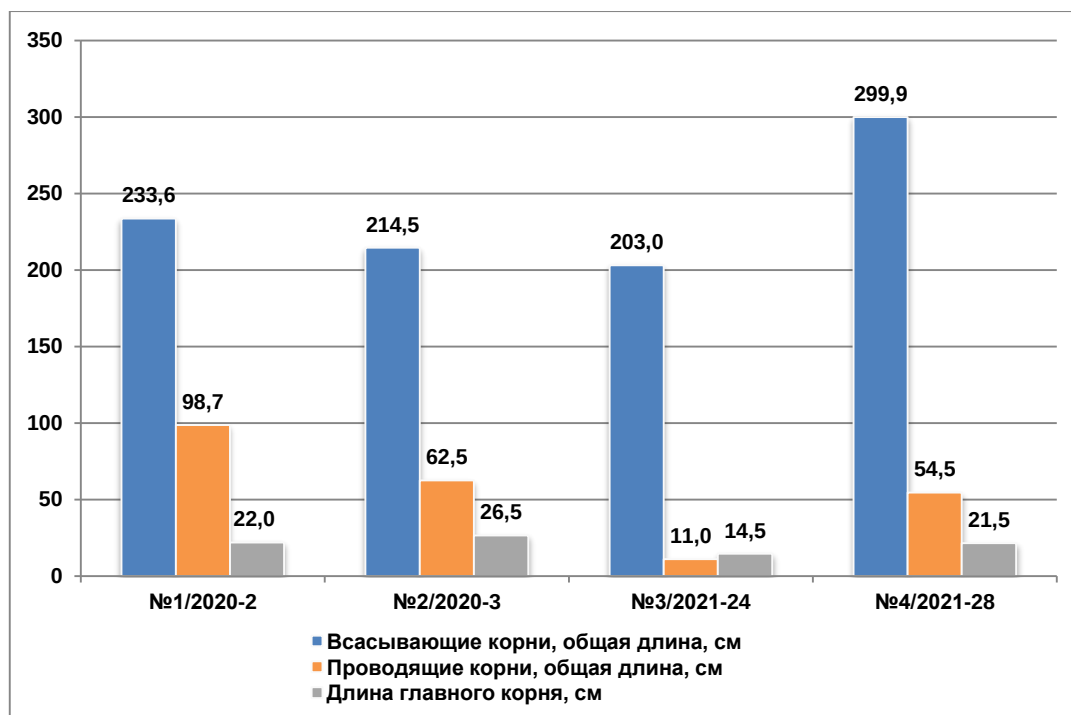


Рис. 1. Длина основных корней выборки однолетних сеянцев абрикоса

Подготовка растительных организмов к зиме – сложный и длительный процесс, во время которого в клетках растений происходят физиологические и биохимические изменения, обеспечивающие повышение устойчивости тканей к низким отрицательным температурам [14].

При изучении строения корневой системы гибридных сеянцев абрикоса одновременно проведен анализ почвенно-климатических условий в течение зимнего и вегетационного периодов, в результате которого выявлено, что неполное вызревание тканей однолетнего прироста в условиях недостаточного увлажнения почвы приводит к их подмерзанию после продолжительных оттепелей при возвратных заморозках.

По данным Воронежского ЦГМС, в зимний период 2021 г. начиная с первой декады декабря отмечалась морозная погода со среднесуточной температурой в интервале от -7 до -11 °C, высотой снежного покрова к третьей декаде месяца – в среднем 6–12 см; средним количеством осадков за месяц – 44 мм, или 86% от нормы. Холодная погода этого месяца приводила к промерзанию верхнего слоя почвы – на конец месяца почва промерзла на 5–21 см.

В январе наблюдались аномально теплые погодные условия. В первой декаде средняя температура колебалась от $-1,5$ до $+0,2$ °C, что на 8° превысило норму. В самые морозные дни фиксировали температуры от -6 до -9 °C. Снежный покров был устой-

чивым, его высота составляла 13–18 см. Что касается второй и третьей декад января, то они были теплыми, наблюдались колебания дневной и ночной температур, что в конце месяца привело к повсеместному таянию снега.

Начиная с первой декады февраля погода была неустойчивой, в первой половине месяца среднесуточная температура находилась в интервале от -3 до $+4$ °С, средняя декадная температура – от $-2,5$ до $-7,2$ °С, что на $2-5^{\circ}$ было выше нормы. Среднее количество осадков за декаду составило 37 мм, или 116% от февральской нормы. Во второй декаде февраля средняя температура находилась в интервале от $-7,0$ до $-10,8$ °С, что было ниже нормы на $1-2^{\circ}$. Количество осадков в среднем по области составило 13 мм, или 41% от нормы. В конце месяца наблюдалась аномально морозная погода, 23 и 24 февраля было зафиксировано понижение температуры до $-15...-21$ °С. Среднее по области количество осадков составило 6 мм, или 19% от нормы.

Весенний период характеризовался теплой погодой. В первой декаде марта среднесуточная температура воздуха колебалась от -4 до $+1$ °С, что на $2-6^{\circ}$ превысило норму. В конце декады (10 марта) было отмечено резкое понижение температуры до $-12...-16$ °С. Весь март наблюдалась преимущественно теплая погода с резким понижением в отдельные дни. На конец третьей декады марта промерзание почвы было отмечено на 27–49 см. Средняя месячная температура воздуха колебалась от $-1,6$ до $+0,2$ °С. На юге области в конце третьей декады произошло полное оттаивание почвы. Среднее по области количество осадков составило 19 мм, или 66% от месячной нормы.

В апреле средняя температура воздуха находилась в интервале от $+8$ до $+10$ °С, что на $0,6-1,5^{\circ}$ было выше среднегодовых значений. Средний суточный переход температуры через $+5$ °С произошел 1 апреля (на 7–14 дней раньше среднегодовых сроков), через $+10$ °С – 12 апреля (на 10–17 дней раньше средних многолетних сроков). Во второй декаде апреля отмечен абсолютный максимум температуры воздуха, в промежутке с 12 по 16 апреля температура держалась в интервале от $+23$ до $+27$ °С. Местами (начиная с 23 апреля) отмечалась температура от $+19$ до $+21$ °С, что совпало с началом цветения абрикоса ранних сортов. Однако в отдельные дни третьей декады наблюдались заморозки от 0 до -3 °С, длившиеся в воздухе 1–3 дня, на поверхности почвы – 2–5 дней. Такие резкие колебания температуры зачастую приводят к гибели генеративных образований сортов абрикоса с ранним сроком цветения.

В среднем по области подекадно выпало следующее количество осадков: в первой, второй и третьей декадах – 9, 22 и 17 мм, или 26, 61 и 47% месячной нормы. Верхний слой почвы в первой декаде апреля был сильно увлажнен, во второй – хорошо, в отдельные дни – сильно увлажнен, в третьей декаде – преимущественно хорошо увлажнен.

Погодные условия в мае характеризовались неустойчивым температурным режимом с неравномерным выпадением осадков. В первую декаду температура воздуха находилась в интервале от $+12,4$ до $+14,2$ °С. Среднее по области количество осадков составило 28 мм, или 62% от нормы. Увлажнение верхнего слоя почвы (10–12 см) оценивалось как хорошее, в отдельные дни – сильное. В середине месяца температура воздуха находилась в интервале от $+9$ до $+14$ °С, переход через 15 °С произошел в обычные сроки – 13–15 мая. Максимальная температура второй декады (15–18 мая) колебалась от $+20$ до $+26$ °С. Среднее по области количество осадков составило 19 мм, или 42% от нормы. Преимущественно теплая погода установилась в третьей декаде мая и находилась в интервале от $+17$ до $+23$ °С, что было выше нормы на $1-5^{\circ}$. Среднее областное количество осадков составило 8 мм, или 18% от месячной нормы. Увлажнение поверхностного слоя почвы в среднем по области оценивалось как хорошее.

В первой декаде июня 2021 г. наблюдалась прохладная погода с осадками. На большей части территории области сумма выпавших осадков составила 26–52 мм, или от 46 до 98% от июньской нормы. Отмечалось хорошее увлажнение верхнего слоя почвы на глубине 0–20 см. Во второй декаде июня среднее по области количество осадков составило 18 мм, или 30% от месячной нормы. В третьей декаде месяца погода стояла жаркая и сухая, среднее областное количество осадков – 12 мм, или 20% от месячной нормы. В это время абрикос интенсивно увеличивает массу завязей, а дефицит почвенного увлажнения приводит их преждевременному осыпанию.

Июль характеризовался повышенным температурным режимом, количество выпавших осадков в первую декаду составило 14 мм, или 23% от месячной нормы. Во второй и третьей декадах осадков не наблюдалось, погодные условия характеризовались как сухие и аномально жаркие, температура на 7–9° превышала норму. Верхние слои почвы были сухими или слабо увлажненными, среднее количество осадков составило 19 мм, или 32% от месячной нормы.

В начале августа отмечался повышенный температурный режим, выше нормы на 5–9°, количество осадков составило 4 мм, или 8% от месячной нормы. Середина августа оставалась жаркой, среднее количество выпавших осадков – 18 мм, или 38% от нормы. Последняя декада месяца характеризовалась повышенным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков, среднее по области количество выпавших осадков – 9 мм, или 19% от нормы.

В июне 2022 г. почва была хорошо увлажнена, в некоторых местах был отмечен избыток влаги, в среднем месячное количество осадков находилось в интервале от 98 до 148%. Июль месяц был более сухим, в верхних слоях почвы фиксировался существенный недостаток влаги. В среднем за месяц выпало 68% осадков от месячной нормы, что оказало существенное влияние на рост молодых гибридных сеянцев абрикоса. Погодные условия августа, как и влажность поверхностных слоев почвы, существенно не изменились, среднее количество выпавших осадков по области за месяц составило 65%, что было ниже, чем в июле [2].

При проведении отбора гибридных сеянцев абрикоса исследована динамика изменения зимостойкости в гибридных семьях в течение двух лет. Зимостойкость гибридов в большей степени обусловлена генетическими особенностями, поэтому сравнивать гибридные семьи между собой некорректно ввиду их различного происхождения [8, 9].

Для сравнения средней степени зимостойкости гибридные семьи сгруппированы по происхождению материнского растения, поскольку при свободном опылении известен только один родитель. Материнские растения гибридных семей 1/2020 и 2/2020 выведены селекционерами кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского ГАУ и относятся к европейской группе, т. е. к северной подгруппе сортов абрикоса с более высокой зимостойкостью. Сеянцы гибридных семей 3/2020 и 4/2021 получены от материнских растений, созданных учеными ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», их предки относятся к ирано-кавказской группе сортов. Сорт Магистр – результат отбора из сеянцев от свободного опыления сорта Вымпел, созданного К.Ф. Костиной, Н.В. Ковалевым, А.С. Татауровой в Средней Азии и в Закавказье [13].

Гибридные семьи 1/2020 и 2/2020 имеют общее происхождение, характеризуются глубоким влиянием инбридинга на гибридное потомство. Так как материнские растения в саду размещены в смежных рядах, сроки их цветения практически совпадают, имеет место и частичное самоопыление. В результате получен малый процент жизнеспособных семян. Однако в пределах каждой гибридной семьи наблюдалась различная степень зимостойкости у сеянцев в одинаковых условиях перезимовки (табл. 1).

Таблица 1. Степень подмерзания однолетних сеянцев абрикоса гибридных семей

Гибридная семья 1/2020 – Сюрприз (к) X свободное опыление		Гибридная семья 2/2020 – Триумф северный X свободное опыление	
Номер сеянца в ряду	Степень подмерзания гибридных сеянцев, %	Номер сеянца в ряду	Степень подмерзания гибридных сеянцев, %
1(ос)	45	1(ос)	0
3	0	2	10
1(вес)	0	3	0
2	0	4	0
3	0	5	0
4	80	6	0
5	100	1(вес)	0
6	0	2	3
7	10	4	0
8	0	5	0
9	10	6	3
10	5	7	11
11	0	8	35
12	100	Степень подмерзания в среднем по гибридной семье – 4,7%	
13	10		
14	5		
15	10		
16	90		
17	100		
18	30		
Степень подмерзания в среднем по гибридной семье – 29,75%			

Степень подмерзания однолетних сеянцев определяли визуально при осмотре растений в начале второго года вегетации и выражали в баллах, затем в процентах:

- 0 – нет подмерзания;
- 1 – очень слабое (< 5%);
- 2 – слабое (< 10%);
- 3 – среднее (< 20%);
- 4 – сильное (< 50%);
- 5 – очень сильное (> 50%);
- 6 – полное вымерзание (100%) [15].

Выявлена большая степень зимостойкости гибридной семьи 2/2020 в сравнении с гибридной семьей 1/2020. В гибридной семье 1/2020 основная часть сеянцев вышла из перезимовки в хорошем состоянии, однако до 15% сеянцев вымерзло полностью, критические повреждения получили 10% сеянцев. У сеянцев гибридной семьи 2/2020 вымерзаний и критических повреждений не наблюдалось.

Перезимовка сеянцев абрикоса гибридных семей 3/2020 и 4/2021 в среднем показала низкую зимостойкость. В гибридной семье формы Крымский ранний X свободное опыление полностью вымерзло более 23% сеянцев, было зарегистрировано столько же сеянцев, поврежденных более чем на 50%. Низкая зимостойкость тесно связана с генетическим происхождением материнских растений; выделены сеянцы, не получившие критические повреждения. В гибридной семье Магистр X свободное опыление отмечена низкая зимостойкость – более 25% сеянцев вымерзло, а оставшиеся сеянцы получили повреждения до 50%, показатель зимостойкости составил 36,5% в сравнении с гибридной семьей 3/2020, средний процент повреждений составил 54,4% (табл. 2).

Таблица 2. Степень подмерзания однолетних сеянцев абрикоса в гибридных семьях

Гибридная семья 3/2020 – форма Крымский ранний X свободное опыление		Гибридная семья 4/2021 – Магистр X свободное опыление	
Номер сеянца в ряду	Степень подмерзания гибридных сеянцев, %	Номер сеянца в ряду	Степень подмерзания гибридных сеянцев, %
1	50	1	100
2	50	2	50
3	10	3	0
4	10	4	10
5	50	5	0
6	60	6	0
7	5	7	5
8	30	8	30
9	20	9	30
10	0	10	100
11	70	11	0
12	100	12	0
13	0	13	100
14	50	14	100
15	0	15	20
16	70	16	100
17	5	17	5
18	100	18	100
19	100	19	0
20	90	20	50
21	100	21	0
22	70	22	0
23	80	23	5
24	10	24	100
25	100	25	10
26	10	26	10
27	50	27	45
28	50	28	0
29	0	29	25
30	50	30	100
31	80	31	0
32	10	32	0
33	100	33	35
34	0	34	50
35	100	35	100
36	100	Степень подмерзания в среднем по гибридной семье – 36,5%	
37	100		
38	70		
39	70		
40	90		
41	80		
42	50		
43	100		
Степень подмерзания в среднем по гибридной семье – 54,4%			

В тех же почвенно-климатических условиях высокую зимостойкость показали контрольные сорта абрикоса: Сюрприз (к) – 0, Триумф северный – 0, Компотный – 0, Чемпион Севера – 0, а слабое повреждение отмечено у сорта Магистр 2 (< 10%).

Полученные данные о зимостойкости гибридных сеянцев первого года развития учитывались при проведении отбора сеянцев, проявивших морфологические культурные признаки во время второго вегетационного сезона (табл. 3) [6].

Таблица 3. Гибридные сеянцы абрикоса с культурными признаками и высокой зимостойкостью

Гибридные семьи и сеянцы	Сроки начала и завершения листопада, день	Подмерзание побегов, балл	Подмерзание побегов, %
1/2020/B1	04.10 – 15.10.2022	1	5
1/2020/B9	04.10 – 15.10.2022	0	0
2/2020/B1	07.10 – 18.10.2022	0	0
3/2021/29	07.10 – 18.10.2022	1	5
4/2021/32	11.10 – 26.10.2022	0	0

По данным Воронежского ЦГМС, погодные условия перезимовки гибридных сеянцев абрикоса в 2022 г. характеризовались понижением температуры воздуха на 1–6 °С от нормы. В среднем за первую декаду температура находилась в интервале от –6,3 до –8,7 °С (на 4–5° ниже нормы). Среднее областное количество выпавших осадков составило 11 мм, или 25% от месячной нормы. Глубина промерзания почвы в Воронеже составила 18 см. Что касается второй декады декабря, то погодные условия отличались повышенным температурным режимом, в среднем за декаду температура была от –1,6 до +0,5 °С (на 3–4° выше нормы). Среднее количество выпавших осадков по области составило 30 мм, или 68% от месячной нормы. Теплая погода и осадки способствовали сходу образовавшегося снежного покрова. Средняя температура воздуха за декабрь находилась в интервале от –1,5 до –3,2 °С, что было выше нормы на 2°. Среднее областное количество выпавших осадков составило 58 мм, или 132% от декабрьской нормы. В январе среднемесячная температура воздуха находилась в интервале от –4,1 до –5,8 °С (на 3–4° выше нормы). Погодные условия месяца характеризовались частым выпадением осадков и неустойчивым температурным режимом.

Февральская погода была неустойчивой и аномально теплой, среднемесячная температура была на 7–8° выше нормы. Среднемесячное количество выпавших осадков составляло 51 мм, или 127% от февральской нормы. В конце месяца на большей части области почва была талая, но в Воронеже отмечалось промерзание почвы на 2 см [3].

Во время 2-го сезона вегетации на селекционном участке для получения более объективных данных провели отбор образцов грунта послойно при помощи бура. Согласно методике, грунт помещали во взвешенные бюксы в соответствии с глубиной слоя в трехкратной повторности. В лабораторных условиях бюксы после взвешивания с сырой навеской помещали в сушильный шкаф и высушивали до постоянной массы при $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4, 5]. Данные, характеризующие запасы влаги в почве, приведены на рисунке 2.

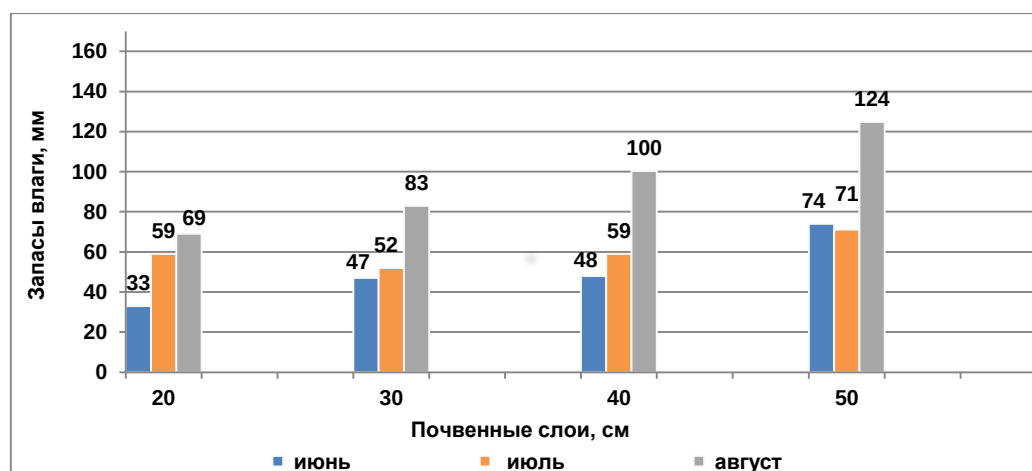


Рис. 2. Распределение запасов влаги в почве по месяцам, мм

Анализ данных рисунка 2 показал, что в верхнем слое на глубине 20 см в третьей декаде июня запасы влаги в почве характеризовались как удовлетворительные, в слое 30–40 см – очень плохие, в слое 0–50 см – плохие, что свидетельствует о том, что сеянцы абрикоса в этот период вегетации испытывали недостаток влаги [16].

Пробы грунта, взятые в июле и августе, показали хорошие значения запасов продуктивной влаги в почве в слое 20 см. В июле в слое почвы 30–50 см запасы влаги характеризовались как плохие. В августе этот показатель увеличился, но в слое 30–40 см все еще находился на низком уровне, в слое 0–50 см значения запасов продуктивной влаги составили 124,8 мм и были удовлетворительными.

Выводы

Проведенные опыты и метеоданные Воронежского ЦГМС свидетельствуют о том, что в ЦЧР и в Воронежской области среднегодовое количество осадков в критические периоды развития плодовых растений оцениваются как недостаточные.

Во время вегетационного периода недостаточное увлажнение почвы на глубине залегания основной части всасывающих корешков (от 0 до 20 см) показало отрицательное влияние на перезимовку гибридных сеянцев абрикоса. Недостаточно подготовленными к зимним условиям региона оказались гибридные семьи 3/2020 и 4/2021, имеющие южное происхождение предков, относящихся к ирано-кавказской группе сортов. Отдельные сеянцы проявили высокую зимостойкость даже в сложившихся условиях, что учитывалось при проведении отбора перспективных гибридов. Гибридные семьи 1/2020 и 2/2020, материнские растения которых относятся к европейской группе, северной подгруппе сортов абрикоса, показали высокую зимостойкость.

Зимостойкость гибридов зависит в большей степени от генетического происхождения, однако при проведении отбора необходимо учитывать и климатические условия региона, и морфобиологические особенности гибридных сеянцев, что позволяет отобрать более адаптированные перспективные экземпляры.

Список источников

1. Авдеев В.И. Абрикосы Евразии; эволюция, генофонд, интродукция, селекция: монография. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2012. 408 с.
2. Агрометеорологический бюллетень по Воронежской области за 2021 год. Воронеж: Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2021. 5 с.
3. Агрометеорологический бюллетень по Воронежской области за 2022 год. Воронеж: Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2022. 8 с.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина. З.А. Методы исследования физических свойств почв: учебное пособие по специальности «Агрохимия и почвоведение». 3-е изд., перераб и доп. Москва: Агропромиздат, 1986. 415 с.
5. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению: учебное пособие; под ред. доктора биологических наук, профессора Н.Ф. Ганжары. Москва: Агроконсалт, 2002. 280 с.
6. Еремин Г.В., Исачкин А.В., Седов Е.Н. Селекция и сортоведение плодовых культур. Москва: Колос, 1993. 288 с.
7. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. Москва: Колос, 1995. 335 с.
8. Кичина В.В. Повреждающие факторы зимнего периода и генетические возможности повышения зимостойкости у плодовых растений // Плодоводство и ягодоводство России. 1999. Т. 6. С. 13–24.
9. Кичина В.В. Современные представления о зимостойкости плодовых культур (концепция и генетические аспекты) // Селекция на зимостойкость плодовых и ягодных культур: материалы совещания, Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. Москва: ВСТИСП, 1993. С. 3–16.
10. Лобанов Г.А., Заец В.К., Степанов С.Н. и др. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: Всесоюзный НИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 1973. 492 с.
11. Рахтеенко И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород. Москва; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. 106 с.
12. Седова Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур: сборник статей. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (Жилина), 1999. 606 с.
13. Смыков А.В., Комар-Темная Л.Д., Горина В.М. и др. Атлас сортов плодовых культур коллекции Никитского ботанического сада. Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. 400 с.
14. Соловьева М.А. Зимостойкость плодовых культур при различных условиях выращивания. Москва: Колос, 1967. 239 с.

15. Тюрина М.М. Комплексная оценка растений на зимостойкость // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды: сборник тезисов конференции. Ленинград: Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова, 1976. С. 171–183.

16. Щербакова Е.В., Ноздрачева Р.Г. Водный режим гибридов абрикоса в условиях естественной влажности почвы // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Курск, 15 ноября 2022 г.). Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. Т. 1. С. 154–159.

References

1. Avdeev V.I. Apricots of Eurasia; evolution, gene pool, introduction, selection: monograph. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Publishers; 2012. 408 p. (In Russ.).
2. Agrometeorological Bulletin of Voronezh Oblast. 2021. Voronezh: Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Region Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring Publishers; 2021. 5 p. (In Russ.).
3. Agrometeorological Bulletin of Voronezh Oblast. 2022. Voronezh: Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Branch of the Central Chernozem Region Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring Publishers; 2022. 8 p. (In Russ.).
4. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of studying the physical properties of soils: a textbook on the specialty "Agrochemistry and Soil Science". 3rd edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1986. 415 p. (In Russ.).
5. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. Practical Course on Soil Science: Textbook; edited by Doctor of Biological Sciences, Professor N.F. Ganzhara. Moscow: Agrokonsalt Publishers; 2002. 280 p. (In Russ.).
6. Eremin G.V., Isachkin A.V., Sedov E.N. Breeding and variety science of fruit crops. Moscow: Kolos Publishers; 1993. 288 p. (In Russ.).
7. Kashin V.I. Scientific foundations of adaptive gardening. Moscow: Kolos Publishers; 1995. 335 p. (In Russ.).
8. Kichina V.V. Damaging factors of the winter period and genetic possibilities of increasing winter hardiness in fruit plants. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 1999;6:13-24. (In Russ.).
9. Kichina V.V. Modern ideas concerning winter hardiness of fruit crops (concept and genetic aspects). Breeding for winter hardiness of fruit and berry crops: Proceedings of the Conference of the All-Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery. Moscow: All-Russian Breeding and Technological Institute of Horticulture and Nursery Publishers; 1993:3-16. (In Russ.).
10. Lobanov G.A., Zaets V.K., Stepanov S.N. et al. The program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops. Michurinsk: I.V. Michurin All-Union Research Institute of Horticulture Publishers; 1973. 492 p. (In Russ.).
11. Rakhtenko I.N. Root systems of trees and shrubs. Moscow; Leningrad: Goslesbumizdat; 1952. 106 p. (In Russ.).
12. Sedova E.N., Ogoltsova T.P. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops: Collection of Articles, All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding (Zhilina). Orel: All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding Publishers; 1999. 606 p. (In Russ.).
13. Smykov A.V., Komar-Temnaya L.D., Gorina V.M. et al. Atlas of varieties of fruit crops from the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Simferopol: Arial Publishers; 2018. 400 p. (In Russ.).
14. Solovieva M.A. Winter hardiness of fruit crops under various growing conditions. Moscow: Kolos Publishers; 1967. 239 p. (In Russ.).
15. Tyurina M.M. Intergrated assessment of plants for winter hardiness. Methods for assessing plant resistance to adverse environmental conditions: Collection of Conference Abstracts. Leningrad: N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry Publishers; 1976:171-183. (In Russ.).
16. Shcherbakova E.V., Nozdracheva R.G. Water regime of apricot hybrids under conditions of natural soil humidity. Youth science for the development of Agro-Industrial Complex: Proceedings of the III International Research-to-Practice Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists (Kursk, November 15, 2022). Kursk: Kursk State Agricultural I.I. Ivanov Academy Publishing House. 2023;1:154-159. (In Russ.).

Информация об авторах

Е.В. Щербакова – аспирант кафедры плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», shher-elena@yandex.ru.

Р.Г. Ноздрачева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», r.nozdracheva@mail.ru.

Information about the authors

E.V. Shcherbakova, Postgraduate Student, the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, shher-elena@yandex.ru.

R.G. Nozdracheva, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, r.nozdracheva@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 12.11.2023; одобрена после рецензирования 19.12.2023; принята к публикации 26.12.2023.

The article was submitted 12.11.2023; approved after reviewing 19.12.2023; accepted for publication 26.12.2023.

© Щербакова Е.В., Ноздрачева Р.Г., 2024

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

Научная статья

УДК 634.717: 631.86

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_60

EDN: TMMLJW

**Повышение адаптивности ежевики к условиям средней полосы России
за счет применения органоминеральных комплексов нового поколения**

Лидия Андреевна Грюнер^{1✉}, Борис Борисович Корнилов²

^{1, 2} Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур,
Орловская область, Россия

¹ gruner@vniispk.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследований, выполненных в 2018–2021 гг. с целью изучения протекторного действия экологически безопасных препаратов природного происхождения при выращивании ежевики в условиях средней полосы России для повышения зимостойкости, регулярности плодоношения и качества ягод. Исследование проводили в различных гидротермических условиях зимних и вегетационных периодов в Орловской области. В течение трех лет наблюдений отмечены периоды как с повышенным количеством осадков, так и засушливые. Объектом изучения были растения ежевики сорта Thornfree, широко распространенного в России и отзывчивого на различные погодные факторы. Для повышения морозо- и зимостойкости ежевики, помимо укрытия агроволокном, применяли жидкое органоминеральное удобрение ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» по двум вариантам – с обработкой и без обработки (по 10 кустов в каждом варианте). Препарат применяли в виде некорневых обработок осенью 2018, 2019 и 2020 гг. перед зимним укрытием ежевики. Перед созреванием ягод в 2020 и 2021 гг. применили дополнительно два других препарата серии ПРК «Белый Жемчуг» для повышения устойчивости растений к летним неблагоприятным условиям. Получены следующие наиболее значимые результаты: повышение морозостойкости растений на величину от 7,5% (в относительно теплую зиму 2019–2020 гг.) до 36,8% (в наиболее холодную зиму 2020–2021 гг.); своевременное созревание ягод в неблагоприятных погодных условиях вегетационного периода 2021 г.; увеличение массы ягод в среднем на 0,7–0,9 г и выравнивание по сборам. Показано, что отрицательно сказывались на своевременности прохождения цветения и созревания ежевики низкие температуры в мае (во время бутонизации) и засушливые условия в августе (во время созревания ягод). Выявлен значимый для ежевики период вегетации, когда особенно важно достаточное увлажнение почвы, – это период формирования зеленых завязей перед созреванием (в зоне исследования – это июль).

Ключевые слова: ежевика, зимостойкость, масса ягоды, экологически безопасные удобрения, жидкое органоминеральное удобрение

Для цитирования: Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Повышение адаптивности ежевики к условиям средней полосы России за счет применения органоминеральных комплексов нового поколения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 60–74. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_60–74.

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

Original article

**Increasing the adaptability of blackberry to the conditions
of Central Russia through the application of organomineral
complexes of new generation**

Lidia A. Gruner^{1✉}, Boris B. Kornilov²

^{1, 2} Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Oblast, Russia

¹ gruner@vniispk.ru✉

Abstract. The authors present the results of research performed in 2018–2021 in order to study the protective effect of environmentally friendly preparations of natural origin when growing blackberry in Central Russia to increase its winter hardiness, regularity of fruiting and quality of berries. The studies were carried out under various hydrothermal conditions of winter and growing seasons in Oryol Oblast. During the three years of observation, periods with both increased precipitation and dry periods were noted. The object of study was blackberry plants of the Thornfree variety, which is very common in Russia and responsive to various weather factors. In order to increase the frost resistance and winter hardiness of blackberry, in addition to covering it with agrofibre, liquid organomineral fertilizer Natural Plant Complex “Belyi Zhemchug Antifreeze” was used in two variants, i.e. with treatment and without treatment (10 bushes in each variant). The preparation was used as foliar

treatments in the autumn of 2018, 2019 and 2020 before winter covering of blackberry. In 2020 and 2021 before the ripening of berries two other preparations from the NPC "Belyi Zhemchug" series were additionally used to increase plant resistance to unfavorable summer conditions. The following most significant results were obtained: an increase in frost resistance of plants by 7.5% (in the relatively warm winter of 2019-2020) to 36.8% (in the coldest winter of 2020-2021); timely ripening of berries in unfavorable weather conditions of the 2021 growing season; an increase in berry weight by an average of 0.7-0.9 g and uniformity in harvests. Significant growing periods for blackberry have been identified, when sufficient soil moisture is especially important. This is the period of formation of green ovaries before ripening (July in the area of research). Timeliness of flowering and ripening of blackberries were affected by low temperatures in May (during budding) and dry conditions in August (during berry ripening).

Keywords: blackberry, winter hardiness, berry weight, environmentally safe fertilizers, liquid organomineral fertilizer

For citation: Gruner L.A., Kornilov B.B. Increasing the adaptability of blackberry to the conditions of Central Russia through the application of organomineral complexes of new generation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):60-74. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_60-74.

Введение

Ежевика является ценной ягодной культурой, производство плодов которой в мировом масштабе имеет устойчивую тенденцию роста [27], и это неслучайно. В ягодах ежевики содержится значительное количество важных для организма человека биологически активных веществ антиоксидантного комплекса, макро- и микро-элементов [9, 22].

Особый вкус и тонкий аромат блестящих черных ягод в сочетании с важными компонентами химического состава обеспечивают привлекательность этой культуры для производителей и многочисленных потребителей ягод.

Популярность ежевики как садового растения значительно возросла за последние годы и на территории России, в том числе в центральных ее регионах. Помимо интереса к культуре с высокими антиоксидантными показателями ягод это обусловлено целым рядом причин, которые отмечают исследователи культуры и для других стран [18]. В первую очередь следует отметить появление на рынке новых сортов с высокой продуктивностью, крупноплодностью, улучшенными вкусовыми качествами, транспортабельностью, бесшипностью, устойчивостью к болезням. Кроме того, на смену устаревшим пришли новые маркетинговые возможности, усовершенствованные способы послеуборочного хранения ягод, транспортировки и переработки.

Из нескольких сотен сортов ежевики [18], созданных в мире почти за два столетия, свыше 40 лучших выращиваются в настоящее время на территории России, главным образом на приусадебных участках и в небольших фермерских хозяйствах. В их числе прежде всего сорта, полученные североамериканскими селекционерами университетов штатов Арканзас и Орегон [16, 17, 19], а также сорта польской [25], сербской [26], новозеландской [20], шотландской [21] селекции.

В большинстве южных регионов нашей страны все эти сорта могут регулярно и обильно плодоносить, так как географическое происхождение из похожих климатических зон позволяет им хорошо адаптироваться к этим условиям выращивания без специальных мер защиты от умеренных зимних холодов [10, 11].

В средней же полосе России климат хотя и благоприятен для садоводства [1, с. 6–10], однако абсолютное большинство сортов ежевики здесь нуждается в специальной защите от морозов, так как предел морозостойкости ежевики находится в диапазоне от -10 до -20 °C [5].

В связи с этим ведется поиск агротехнических приемов, повышающих выносливость имеющихся сортов в местных условиях. Ранее нами были показаны некоторые приемы выращивания ежевики в климате средней полосы России с применением зимнего укрытия [3]. Однако их оказалось недостаточно для гарантированного обеспечения продуктивности большинства сортов из-за периодического существенного подмерзания побегов.

Способ защиты промышленных посадок ежевики в зимнее время с использованием специальной поворотной шпалеры (Rotating Cross-Arm – RCA) [24] в сочетании с подзимним укрытием агроволокном, практикуемый за рубежом, технологичен, но пока малодоступен российским производителям ягод. Поэтому дополнительное повышение морозостойкости сортов этой культуры с помощью специальных препаратов в условиях средней полосы России, в настоящее время приобретает особую актуальность. На протяжении нескольких лет поиск таких препаратов в дополнение к уже отработанным элементам технологии выращивания был включен в круг задач сотрудников Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (Орловская область) [5].

При существующих тенденциях развития органического земледелия в мире и в России [8], в том числе для производства фруктов [6] и в частности ежевики [15], важным элементом технологии выращивания этих культур является применение экологически безопасных средств для обеспечения питания и защиты растений от воздействия неблагоприятных биотических и абиотических факторов. Учитывая растущую востребованность этого направления в садоводстве, но пока небольшой вклад в его развитие российских аграриев [6, 8], мы обратились к отечественным препаратам такого типа. Главной целью их применения в нашей работе являлось укрепление выносливости ежевики в зимних условиях центра России.

Разработчиком и производителем выбранных нами для эксперимента удобрений является ООО «Группа Компаний АгроПлюс» (г. Краснодар, Россия) [12]. По характеристике производителя препаратов – это сложные органоминеральные комплексы природного происхождения.

В серии препаратов линии ПРК (Пенергетик-Растения-Компост) «Белый Жемчуг» (ПРК «БЖ») особое внимание привлек ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» (ПРК «БЖА»), главная функция которого – защита растений от низкотемпературного стресса.

Помимо препарата ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» в своем исследовании из серии удобрений ПРК «Белый Жемчуг» мы использовали фитокорректор ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» (ПРК «БЖУ») (поливитаминовый препарат широкого спектра действия для восстановления растений после стресса) и ПРК «Белый Жемчуг Желтый» (ПРК «БЖЖ») (способствующий оттоку питательных веществ из листьев к другим органам, усиливающий флоэмный ток в репродуктивный период, улучшающий обмен веществ). Все указанные удобрения не имеют периода ожидания после обработки.

Целью исследования являлось изучение протекторного действия экологически безопасных препаратов природного происхождения при выращивании ежевики в условиях средней полосы России для повышения зимостойкости и обеспечения ежегодной продуктивности растений и качества ягод.

Место и методика проведения исследования

Исследование проводили в 2018–2021 гг. на опытном участке отдела селекции ягодных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК, Орловская область), который со всех сторон защищен от ветра и хорошо освещен.

Почва участка – агросерая (haplic Luvisol) [23], хорошо окультуренная. В качестве мульчирующего материала вокруг кустов ежевики использовалась ржаная солома, которую настилали перед созреванием ягод 1 раз в 2 года. Искусственный полив в годы проведения исследования для полноты эксперимента на опытном участке не применялся.

Модельным сортом ежевики, на котором испытывалось действие изучавшихся препаратов, был североамериканский сорт Thornfree, который имеет невысокую зимостойкость в условиях центра России и нуждается в зимнем укрытии, обладает среднепоздним сроком созревания, высокой урожайностью, бесшипными, интенсивно растущими побегами стелющегося и полустелющегося типа, отзывчив на различные агротехнические мероприятия, что делает его удобным для эксперимента.

Подзимнее укрытие растений ежевики проводили при наступлении низких положительных температур, как правило, в конце октября – начале ноября каждого года. Укрывным материалом служило белое синтетическое полипропиленовое агроволокно (спанбонд, агротекс) плотностью 60 г/м², шириной 3,2 м, которое укладывали поверх кустов в один слой. При подзимнем укрытии стебли ежевики оставляли подвязанными к шпалере высотой 1,5 м. Края укрывного материала придавливали землей вручную. Снимали укрывной материал в начале апреля каждого года после наступления устойчивых положительных температур воздуха. Растения размещены в ряду на расстоянии 1,5 м друг от друга, междурядье – 4 м, год посадки – 2015. Ряды растений на опытном участке расположены в направлении с севера на юг.

Температуру воздуха (°C) и сумму осадков (мм) отслеживали по данным метеопоста ВНИИСПК. Анализировали среднесуточные, минимальные и максимальные температуры. Гидротермический коэффициент (ГТК) отражал естественную влагообеспеченность периода вегетации на фоне среднесуточных температур. Рассчитывали ГТК по формуле Селянинова:

$$\text{ГТК} = P / 0,1 \cdot \text{при } T > 10^\circ \text{C},$$

где $T > 10^\circ \text{C}$ – сумма средних суточных температур воздуха за период с температурами воздуха выше 10°C ;

P – количество осадков за этот же период [13].

Оценку степени подмерзания растений после зим 2018–2019, 2019–2020 и 2020–2021 гг. проводили по опытному и контрольному блокам растений весной после распускания почек ежевики согласно методике сортоизучения, принятой для данной культуры в России – глазомерно [7] по пятибалльной шкале, которая содержит следующие градации:

- 0 – подмерзание отсутствует;
- 1 – незначительно подмерзли верхушки побегов и отдельные почки;
- 2 – побеги и почки вымерзли на 25%;
- 3 – побеги и почки вымерзли на 50%;
- 4 – побеги и почки вымерзли на 75% (обычно до уровня снега);
- 5 – побеги и почки вымерзли до основания.

Для сравнения вариантов опыта по этому показателю при учете и обработке данных указывали диапазон баллов («от» – «до») и средний балл повреждения растений в каждом варианте, учитывая определенную неоднородность подмерзания стеблей в пределах каждого варианта. Сопоставляли также степень подмерзания побегов и почек исходя из средних баллов подмерзания. Весеннюю обрезку кустов проводили после указанной оценки. Длина осевой части побегов составляла после обрезки в среднем 2,0–2,5 м, боковых ответвлений – 50–70 см. Перед началом опыта (весной 2018 г.) все побеги ежевики второго года жизни были срезаны до основания из-за сильного подмерзания в зиму 2017–2018 гг. За сезон 2018 г. кусты полностью восстановились, образовав побеги замещения, и опыт с органоминеральными препаратами начался с обработки этих побегов осенью 2018 г.

Среднюю массу 1 ягоды определяли взвешиванием на электронных весах 50 зрелых плодов, собранных рендомизированно с обеих сторон ряда каждого варианта опыта, охватывая весь блок растений, с последующим делением общей массы на 50. Массу ягод в эксперименте определяли во время основных пяти сборов и фиксировали данные отдельно по каждому сбору.

Опыт с применением органоминеральных препаратов природного происхождения производства ООО «Группа Компаний АгроПлюс» проводился в двух вариантах: 1 – с использованием препаратов, 2 – без препаратов. Количество кустов ежевики в каждом варианте – 10. Использовали органоминеральные комплексы ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» (ПРК «БЖА»), ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» (ПРК «БЖУ»), ПРК «Белый Жемчуг Желтый» (ПРК «БЖЖ») согласно рекомендациям производителя. Ниже приведена информация о составе этих препаратов [28].

Состав ПРК «Белый Жемчуг Антифриз»: группа минеральная, не менее: SiO_2 – 5,6%, CaO – 0,4, MgO – 0,4, K_2O – 0,2, Fe_2O_3 – 0,4, Al_2O_3 – 0,16% и другие микроэлементы; группа витаминов: А (каротин, лютеин), D (фитостерины), Е, К, С, В1, В2, В6, РР, Н; группа органическая: фитонциды (эфирные масла), хлорофилл, флавоноиды, сахара, белки, аминокислоты. Согласно описанию производителя этот препарат способствует увеличению содержания криопротекторов (сахара и др.) в клеточном соке растений и препятствует разрушению мембран и обезвоживанию клеток. Кроме того, он может повышать жаро- и засухоустойчивость растений в период вегетации.

Состав ПРК «Белый Жемчуг Универсальный»: группа минеральная, не менее: N (общий) – 2–6%, K_2O – 1,0, SiO_2 – 5,6%, CaO – 5000 ppm, MgO – 7000, В – 130, Zn – 150 ppm, Мо – 200, Al_2O_3 – 1600 ppm и другие микроэлементы; группа витаминов: А (каротин, лютеин), D (фитостерины), Е, К, С, В1, В2, В6, Р, Н; группа органическая: фульвокислоты, гуминовые кислоты, аминокислоты, сахара, белки. Стимулирует фотосинтез, увеличивает уровень Брикс и количество коллоидной воды в клетке, активизирует развитие растений. Вода меньше испаряется и дает много энергии, повышается иммунитет растения.

Состав ПРК «Белый Жемчуг Желтый»: группа минеральная, не менее: SiO_2 – 5,6%, CaO – 0,4, MgO – 0,4, K_2O – 0,2, Fe_2O_3 – 0,4, Al_2O_3 – 0,16% и другие микроэлементы; группа витаминов: А (каротин, лютеин), D (фитостерины), Е, К, С, В1, В2, В6, РР, Н; группа органическая: фульвокислоты, гуминовые кислоты, аминокислоты, сахара, белки. Природный фитомодулятор, который влияет на фитогормональный баланс растения, блокирует преждевременное действие этилена, способствует активизации флоэмного тока в репродуктивный период, улучшает обмен веществ.

Указанные жидкие удобрения использовали в виде некорневых подкормок растений водными растворами с помощью ручного опрыскивателя в безветренную сухую погоду в 10–11 часов утра. Учитывая отсутствие точных регламентов их применения на ежевике в условиях средней полосы России, вариabельность этих условий по годам, ежегодно частично корректировали схему применения изучаемых фитомодуляторов. Неизменным компонентом обработок оставался ПРК «Белый Жемчуг Антифриз», применявшийся осенью. Для большей наглядности ниже приведена схема обработки опытных растений этим препаратом в годы исследования (рис. 1).

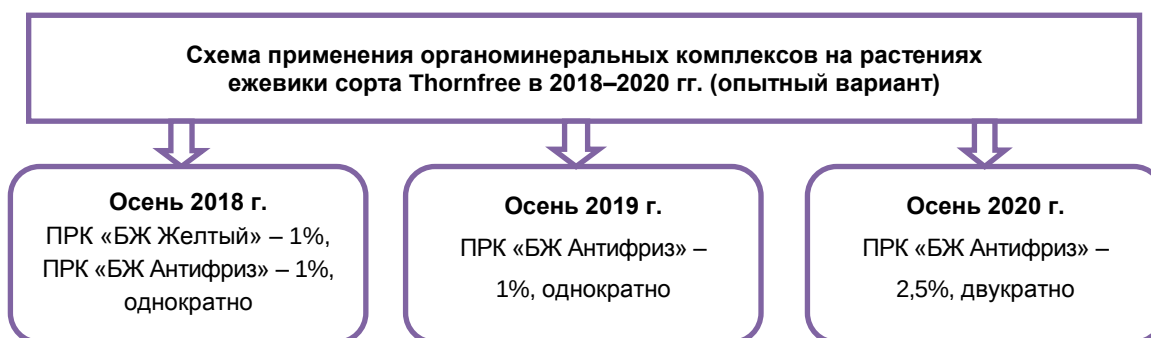


Рис. 1. Варианты обработки опытных растений ежевики сорта Thornfree водными растворами ПРК «Белый Жемчуг» в осенние периоды 2018–2020 гг. с целью повышения морозостойкости

В 2018 г. обработку растений опытного варианта сорта Thornfree проводили однократно: сначала ПРК «Белый Жемчуг Желтый» в 1% концентрации (29.09.2018), затем ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» в 1% концентрации (26.10.2018) перед наступлением отрицательных температур и незадолго до зимнего укрытия растений.

Осенью 2019 г. была проведена обработка растений только препаратом ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» в 1% концентрации (23.10.2019). ПРК «Белый Жемчуг Желтый» при этом не применяли, чтобы оценить действие только первого препарата.

Осенью 2020 г. была проведена двукратная обработка растений опытного варианта препаратом ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» в 2,5% концентрации (14.10.2020 и 26.10.2020), учитывая ожидаемую по прогнозам холодную зиму.

В весенне-летние периоды 2019–2021 гг. проводилось наблюдение за действием осенних обработок ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» на состояние и показатели массы ягод с постепенным добавлением других препаратов в соответствии с рекомендациями производителя.

Ниже приведена схема обработок препаратами ПРК «Белый Жемчуг» (ООО «ГК АгроПлюс») для поддержания регулярной и полноценной продуктивности растений сорта Thornfree в меняющихся по годам условиях вегетационных периодов по вариантам опыта (рис. 2).



Рис. 2. Варианты обработки опытных растений ежевики сорта Thornfree водными растворами препаратов ПРК «Белый Жемчуг» (2020, 2021 гг.) с целью обеспечения регулярности и качества плодоношения в периоды вегетации 2019–2021 гг.

В вегетационный период 2019 г. отслеживали результаты влияния осенних обработок растений препаратами ПРК «БЖЖ» и ПРК «БЖА», выполненных осенью 2018 г. Дополнительно другими удобрениями растения не обрабатывали.

Во время вегетации 2020 г. после цветения опытные растения ежевики сорта Thornfree были обработаны по зеленой завязи плодов однократно (27.07.2020) 1% раствором ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» (ПРК «БЖУ») для оценки его действия на показатели продуктивности и качества ягод ежевики.

Для определения степени достоверности различий между средними значениями показателей по вариантам проведенного опыта использовали *t*-критерий Стьюдента и онлайн-калькуляторы, основываясь на величине средних значений различных показателей и их ошибке. Вариабельность и стабильность полученных данных оценивали, рассчитывая коэффициенты вариации ($C_v, \%$).

Результаты и их обсуждение

Погодные условия осенне-зимних периодов 2018–2019, 2019–2020 и 2020–2021 гг. на территории опытных насаждений ежевики ВНИИСПК

Большое значение для проводимого исследования имели погодные факторы, влиявшие на состояние и продуктивность растений ежевики в годы изучения, в первую очередь – условия зимних периодов. Вот почему анализу именно этих факторов было уделено особое внимание.

Осень и зима 2018–2019 гг. складывались для ежевики в целом благоприятно. Небольшие отрицательные значения температуры воздуха были зафиксированы начиная с третьей декады октября. С начала ноября отрицательные температуры с постепенным снижением стали ежедневными. В декабре 2018 г. отмечались более суще-

ственные минимумы при постоянных отрицательных значениях в течение суток. Самым холодным оказался январь 2019 г. – с двукратным понижением температуры ниже -20°C в первой и третьей декадах месяца. Наиболее низкие температуры декабря и января регистрировали на фоне обильного снежного покрова, достигавшего высоты 60 см. Февраль 2019 г. характеризовался постепенным повышением минимальных температур в сторону нуля со снижением к концу месяца. В начале марта было отмечено двукратное понижение температуры до -12°C , после которого началось ее повышение с небольшими ночными отрицательными и дневными положительными значениями.

Зима 2019–2020 гг. была самой теплой из трех анализируемых зимних периодов, малоснежной, но ветреной. Отрицательные температуры установились в зоне исследования в ноябре и декабре 2019 г. Но при этом они лишь незначительно опускались за 0°C и только 23 ноября температура снизилась до -11°C . Январские температуры были на протяжении всего месяца также незначительно ниже нуля. С 5-го по 11-е февраля наблюдались понижения от -7 до -15°C , что оказалось самым холодным периодом этой зимы. В остальные дни месяца температуры были на уровне январских. В марте месяце небольшие отрицательные температуры чередовались с такими же положительными, а самая низкая из них отмечена 25.03 ($-7,2^{\circ}\text{C}$).

Осень 2020 г. была сравнительно теплой. Температура воздуха снижалась постепенно до конца декабря. Однако в зимние месяцы 2020–2021 гг. температурный режим был очень нестабильным. Неоднократно отмечались резкие смены температур. В январе температура снижалась от положительных значений в начале месяца до значительных минимумов во второй декаде (18–20.01) и затем вновь повышалась до небольших плюсовых и минусовых значений к концу месяца. Самым холодным выдался февраль 2021 г.: на протяжении всего месяца круглосуточно стояли отрицательные температуры в основном в интервале от -10 до -15°C ; минимальные значения отмечены 16.02 и 17.02 – соответственно -30 и -28°C . В марте воздух стал прогреваться до небольших отрицательных и положительных значений, но 10.03 и 11.03 наступило резкое похолодание – соответственно до -18 и -24°C , после чего началось устойчивое потепление.

В целом осенне-зимние периоды 2018–2019, 2019–2020 и 2020–2021 гг. были разными по нагрузке отрицательных температур, что позволило получить широкий спектр экспериментальных данных для проведения анализа (табл. 1).

Таблица 1. Минимальные температуры воздуха осенне-зимних периодов 2018–2021 гг. на территории опытных насаждений ежевики ВНИИСПК, $^{\circ}\text{C}$

Осень-зима 2018–2019 гг.						
Месяц	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Min T $^{\circ}\text{C}$ (дата)	$-2,8$ (22.10)	$-18,0^*$ (30.11)	$-17,0^*$ (01.12)	$-21,0^*$ (09.01); $-24,5^*$ (23.01)	$-11,5$ (23.02)	$-12,0$ (03.03 и 07.03)
Осень-зима 2019–2020 гг.						
Min T $^{\circ}\text{C}$ (дата)	$-4,0$ (31.10)	$-11,0$ (23.11)	$-5,5$ (03.12)	$-6,0$ (02.01)	$-14,0^*$ (08.02) $-15,0^*$ (09.02)	$-7,2$ (25.03)
Осень-зима 2020–2021 гг.						
Min T $^{\circ}\text{C}$ (дата)	$-2,0$ (21.10)	$-8,5$ (17.11)	$-11,0$ (07.12) $-12,0$ (28.12)	$-24,0^*$ (18.01) $-25,6^*$ (19.01)	$-30,0^*$ (16.02) $-28,0^*$ (17.02)	$-18,0$ (10.03) $-24,0^*$ (11.03)

Примечание: * – отрицательные температуры, потенциально опасные для растений ежевики.

Из таблицы 1 следует, что растения ежевики за период 2018–2021 гг. попадали под воздействие сильных морозов в начале, середине и конце зимы, то есть во все наиболее значимые для их дальнейшей жизнедеятельности периоды. Это позволило, прежде всего, оценить протекторное действие на ежевику препарата ПРК «Белый Жемчуг Антифриз», предназначенного для защиты от низкотемпературного стресса.

Показатели морозо- и зимостойкости ежевики сорта Thornfree после зим 2018–2019, 2019–2020 и 2020–2021 гг. на фоне применения препарата ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» при зимнем укрытии агроволокном плотностью 60 г/м²

Постепенное снижение температуры воздуха осенью и в начале зимнего периода 2018–2019 гг. обеспечило закалку растений ежевики, а значительные понижения температуры, наступившие только во время органического покоя, укрытие агроволокном и обильный снежный покров в течение почти всей зимы позволили растениям ежевики успешно перезимовать с относительно небольшим подмерзанием. При этом в опытном варианте растения подмерзли в среднем на 1 балл меньше по сравнению с контролем после осенней обработки 1% растворами изучаемых препаратов линии ПРК «Белый Жемчуг» – ПРК «Белый Жемчуг Желтый» (ПРК «БЖЖ») и ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» (ПРК «БЖА») (табл. 2).

Таблица 2. Степень подмерзания растений ежевики сорта Thornfree в зимние периоды 2018–2021 гг. с применением (опытный вариант) и без применения препаратов (контрольный вариант) ПРК «Белый Жемчуг» при зимнем укрытии в условиях минимальных температур

Год, min температуры в течение зимы, °С	Препарат, концентрация	Степень подмерзания, балл	
		Опыт	Контроль
2018–2019 гг., –18, –17, –21, –24,5	ПРК «БЖЖ» – 1% + ПРК «БЖА» – 1%	1–2, в среднем 1,5	2–3, в среднем 2,5
2019–2020 гг., –14, –15	ПРК «БЖА» – 1%	0–1, в среднем 0,5	1–2, в среднем 1,5
2020–2021 гг., –24, –25,6, –30, –28, –24	ПРК «БЖА» – 2,5% двукратно	2,0–2,5, в среднем 2,3	3,5–4,0, в среднем 3,8

Следует отметить, что перед началом опыта в 2018 г. растения обоих вариантов не плодоносили (из-за сильного подмерзания в зиму 2017–2018 гг.). Это, вероятно, также способствовало их хорошей выносливости зимой 2018–2019 гг. В итоге степень подмерзания в опытном варианте составила 12,5% против 37,5% на контроле (рис. 3).

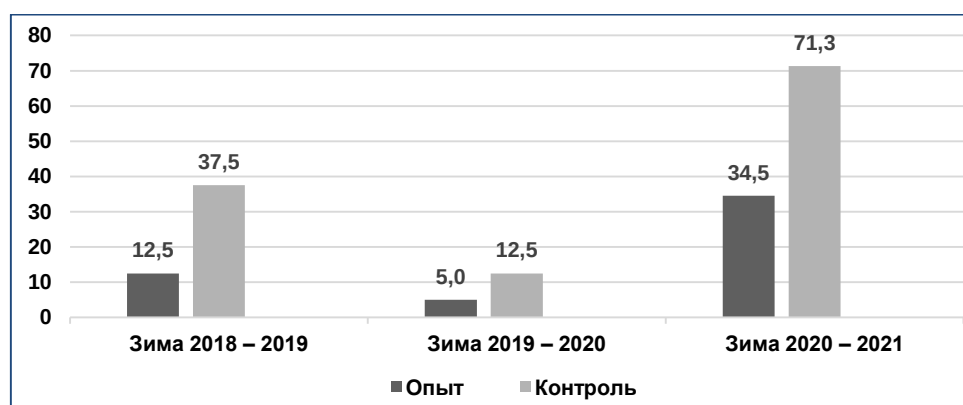


Рис. 3. Степень подмерзания растений ежевики сорта Thornfree в зимние периоды 2018–2021 гг. с применением (опыт) и без применения (контроль) препаратов ПРК «Белый Жемчуг», %

Особенно наглядно различия между вариантами опыта заметны при выражении степени подмерзания не в баллах, а в процентах согласно методике (рис. 3). Во время относительно теплой зимы 2019–2020 гг. подмерзание растений под укрытием агроволокном было незначительным и затронуло лишь самые верхушки побегов. От частых

ветров этой зимы растения хорошо защищал один слой укрывного материала. При сочетании укрытия с осенней обработкой препаратом ПРК «БЖА» 1% концентрации в опыте отмечена разница степени подмерзания растений в 1 балл в пользу опытного варианта: степень подмерзания растений опытного варианта находилась на уровне 5%, контрольного варианта – 12,5%.

Резкие перепады температуры от положительных или небольших отрицательных значений к существенным отрицательным, наблюдавшиеся трижды в зиму 2020–2021 гг., позволили в наиболее полной мере оценить положительную роль осенней обработки растений препаратом ПРК «БЖ Антифриз». Степень подмерзания растений опытного варианта была на 1,5 балла меньше, чем на контроле: в опытном варианте отмечено подмерзание 34,5% побегов и почек против 71,3% на контроле.

Как следует из вышеприведенных данных, при разных зимних условиях всех трех лет применение препарата ПРК «БЖА» как в сочетании с фитомодулятором ПРК «БЖЖ» (в 2018 г.), так и без него (в 2019 и 2020 гг.) способствовало значительно лучшей перезимовке ежевики – на 25,0%, 7,5 и 36,8% в зависимости от условий зимы. Совместное защитное действие укрывного материала и использованного препарата оказалось эффективным способом для повышения зимостойкости ежевики в условиях средней полосы России. Отметим, что растения, оставленные без укрытия в первую и третью из оцениваемых зим, вымерзли до уровня снега (данные не приводятся из-за малочисленности таких растений). Результаты экспериментов свидетельствуют о необходимости зимнего укрытия насаждений ежевики агроволокном, которое в нашем опыте защищало растения не только от низких температур, но и, вероятнее всего, от зимнего иссушения.

Гидротермические условия периодов вегетации 2019, 2020 и 2021 гг. и их влияние на сроки цветения и плодоношения ежевики сорта Thornfree с применением и без применения органоминеральных комплексов

С мая по август в условиях зоны исследования проходят наиболее важные этапы формирования урожая ежевики – от закладки бутонов до созревания ягод, поэтому погодные условия этих месяцев определяют качество указанных процессов и в конечном итоге – продуктивность растений и качество урожая. В 2019–2021 гг. погодные условия весенне-летних месяцев по годам существенно различались (табл. 3), оказывая разное влияние на растения ежевики по вариантам опыта.

Таблица 3. Гидротермические условия весенне-летних периодов на территории ВНИИСПК в 2019–2021 гг. во время формирования генеративных органов и урожая ежевики

Месяц	Май	Июнь	Июль	Август
Фаза развития генеративных органов растений ежевики	Бутизация	Цветение	Формирование и налив завязи	Созревание ягод
2019 г.				
Сумма осадков, мм	85,0	20,7	49,8	54,7
Сумма среднесуточных температур, °C	439,5	636,3	538,9	511,2
ГТК*	1,9	0,3	0,9	1,1
2020 г.				
Сумма осадков, мм	59,1	46,4	111,6	26,0
Сумма среднесуточных температур, °C	350,8	597,7	607,4	563,9
ГТК*	1,6	0,8	1,8	0,5
2021 г.				
Сумма осадков, мм	49,4	99,7	37,8	19,5
Сумма среднесуточных температур, °C	430,3	589,5	653,1	570,0
ГТК*	1,1	1,7	0,6	0,3

Примечание: ГТК* – гидротермический коэффициент Селянинова.

Как показал анализ данных опыта и метеоусловий, самым благоприятным по гидротермическим показателям для формирования урожая ежевики был 2019 г. Основные фенологические фазы растений изучаемого сорта проходили в этот год в оптимальные сроки (табл. 4) и не различались по вариантам опыта. Не выявлено отрицательного влияния засушливых условий июня этого года (ГТК = 0,3) на сроки цветения растений и созревания ягод, вероятно, благодаря запасу влаги, аккумулированному почвой в мае (ГТК = 1,9). При этом препарат ПРК «БЖ Антифриз», примененный в опытном варианте осенью 2018 г., не оказал заметного влияния на сроки прохождения фенофаз в условиях 2019 г.: в обоих вариантах опыта фенофазы цветения и созревания проходили одновременно.

Таблица 4. Сроки наступления основных фенофаз ежевики сорта Thornfree в периоды вегетации 2019–2021 гг. без применения (контрольный вариант) и с применением (опытный вариант) органоминеральных комплексов

Варианты опыта	Основные фенофазы периода вегетации			
	Цветение, дата		Созревание, дата	
	массовое	конец	массовое	конец
2019 г.				
Контроль – без обработки	12.06	28.06	08.08	15.09
Опыт – с обработкой препаратами ПРК «БЖЖ», ПРК «БЖА»	12.06	28.06	08.08	15.09
2020 г.				
Контроль – без обработки	28.06	12.07	22.08	30.09
Опыт – с обработкой препаратами ПРК «БЖЖ», ПРК «БЖА»	28.06	12.07	22.08	30.09
2021 г.				
Контроль – без обработки	21.06	19.07	23.08	к 30.09. не завершилось, не созрело около 25% ягод
Опыт – с обработкой препаратами ПРК «БЖА», ПРК «БЖУ», ПРК «БЖЖ»	19.06	15.07	14.08	12.09

В 2020 г. прохладная погода мая (среднесуточная температура половины дней которого не превышала 10 °С) замедлила процессы формирования цветков ежевики. В результате сроки ее цветения сместились на более поздние по сравнению с предыдущим, 2019 г., примерно на 2 недели и в опытном, и в контрольном вариантах (табл. 4). Это, в свою очередь, отрицательно повлияло и на сроки созревания ягод в обоих вариантах, что дополнительно усугубили засушливые условия августа этого года. В итоге ягоды полностью созрели только к концу сентября.

Не выявлено заметного влияния на сроки созревания ягод ежевики примененного до начала созревания препарата ПРК «Белый Жемчуг Универсальный», как и примененного осенью препарата ПРК «Белый Жемчуг Антифриз». Тем не менее нами отмечено, что через неделю после обработки препаратом ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» листья растений опытного варианта приобрели темно-зеленую окраску, свидетельствующую о дополнительном накоплении в них хлорофилла. В дальнейшем это, видимо, положительно отразилось на массе ягод и ее выравненности по сборам по вариантам.

В 2021 г. вегетация ежевики проходила в условиях жаркого и засушливого во второй половине лета. Июль и август (время формирования и созревания ягод) характеризовались минимумом осадков (ГТК соответственно 0,6 и 0,3) и неоднократными высокими максимальными температурами воздуха (до +30... +34°C). В этих условиях различия между вариантами опыта по прохождению фенофаз оказались значительными и особенно заметными во время созревания ягод (табл. 4). Так, в опытном варианте (с обработкой препаратами) в 2021 г. сроки созревания ягод почти не отличались от сроков созревания в благоприятном 2019 г. При этом на контроле массовое созревание ягод началось на 9 дней позже, чем в опытном варианте, и к концу сентября не завершилось, оставив незрелыми около 25% ягод.

Таким образом, в экстремальном по погодным условиям 2021 г. препараты серии ПРК «Белый Жемчуг», примененные в комплексе, способствовали своевременному формированию и созреванию урожая ягод ежевики изучаемого сорта Thornfree. При этом в контрольном варианте значительная часть урожая не вызрела. Использование указанных препаратов в большой мере нивелировало негативное воздействие на растения зимних и летних неблагоприятных погодных факторов.

Влияние препаратов серии ПРК «Белый Жемчуг» на массу ягод ежевики сорта Thornfree

Масса ягоды является одним из главных компонентов продуктивности и показателей товарности урожая, поэтому такая стабильность на протяжении периода сбора ягод может продлить востребованность ягодной продукции на рынке.

Значительные различия погодных условий периодов вегетации 2019, 2020 и 2021 гг. по-разному отразились на массе ягод ежевики изучаемого сорта. При этом положительное воздействие примененных препаратов было очевидным (табл. 5).

Таблица 5. Средняя масса ягоды ежевики сорта Thornfree без применения (контрольный вариант) и с применением (опытный вариант) органоминеральных комплексов по сборам в 2019–2021 гг., г

Год	2019		2020		2021	
Варианты опыта, использованные препараты	Опыт – ПРК «БЖЖ», ПРК «БЖА»	Контроль	Опыт – ПРК «БЖЖ», ПРК «БЖА», ПРК «БЖУ»	Контроль	Опыт – ПРК «БЖЖ», ПРК «БЖА», ПРК «БЖУ»	Контроль
1-й сбор	7,2	6,8	7,4	7,0	6,0	5,6
2-й сбор	7,0	6,2	7,2	6,0	5,8	5,6
3-й сбор	6,8	6,0	7,0	6,4	5,8	Зрелые ягоды отсутствовали
4-й сбор	6,6	5,7	7,2	6,2	5,2	6,0
5-й сбор	6,2	5,8	7,2	6,2	5,1	5,2
$M \pm m$	$6,8 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,1$	$6,3 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,2$
$t_{0,05}$	$t\phi > t\tau$		$t\phi > t\tau$		$t = 0$	
C_v , %	5,7	7,2	2,0	6,1	7,2	5,8

Примечание: M – средняя, m – ошибка средней, $t_{0,05}$ – критерий Стьюдента при 5% уровне значимости, C_v – коэффициент вариации.

Данные таблицы 5 показывают, что в 2019 г. после осенней обработки растений опытного варианта ПРК «Белый Жемчуг Желтый» и ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» средняя масса ягод за весь период сбора в этом варианте достоверно увеличилась относительно контроля на 0,7 г на фоне умеренно влажных условий июля и августа (ГТК соответственно 0,9 и 1,1).

В 2020 г. после обработки в осенний период препаратом ПРК «БЖА», а перед созревaniem – ПРК «БЖУ», масса ягоды в опытном варианте достоверно возросла по сравнению с контролем в среднем на 0,9 г на фоне хорошо обеспеченного осадками июля (периода налива ягод) и засушливого августа (периода созревания ежевики). В этом же году отмечена наименьшая вариабельность массы ягод по сборам ($C_v = 2\%$) в опытном варианте, что в значительной мере связано с положительным влиянием на этот показатель ПРК «БЖУ» в сочетании с оптимальным количеством осадков в период налива ягод.

В 2021 г., несмотря на то что средняя масса ягод за все сборы оказалась одинаковой в обоих вариантах опыта, в первые три сбора разница между вариантами была достоверна ($t_{\phi} > t_r$). При этом во время третьего сбора ягод опытного варианта в контрольном варианте зрелых ягод не было. Повышение же массы ягод на контроле (сильно пострадавшем от морозов в зиму 2020–2021 гг.) при последующих 4-м и 5-м сборах в указанном году было в первую очередь связано с формированием плодов в базальной части кустов, где они у ежевики всегда крупнее, чем в средней зоне, и образуются в более поздние сроки.

Обсуждение результатов

Ежевика является ценной ягодной культурой, значение которой в мировом производстве постоянно растет [27]. В США и ряде других стран она занимает четвертое место по значимости после земляники, голубики и малины [18]. По своему генетическому происхождению ежевика относится к растениям умеренного климата [2, 18], поэтому зона средней полосы России является для нее значительно менее комфортной в зимние периоды, чем южная, где она выращивается без зимнего укрытия.

Однако выращивание ежевики в центральном регионе России вполне возможно [14] при определенных условиях: зимнем укрытии и дополнительном поддержании морозостойкости специальными препаратами [3, 5]. Это подтвердило и проведенное исследование с применением органоминеральных комплексов серии ПРК «Белый Жемчуг» производства ООО «ГК АгроПлюс». Кроме того, в этой зоне данная культура гораздо меньше, чем на юге, страдает от летней жары [4].

Исследования по использованию специальных препаратов для ежевики в условиях органического садоводства США касаются в основном вопросов питания растений во время вегетации [15]. Поэтому полученные в нашем эксперименте данные по повышению ее зимостойкости могут быть полезны во многих регионах, где ежевика периодически подмерзает. Кроме того, применение изученных нами препаратов в виде некорневых подкормок может быть ценным агроприемом при недостаточном корневом питании благодаря их многоэлементному составу.

Погодные условия, которые сложились в период проведения эксперимента, способствовали достаточно полной оценке протекторного действия изучавшихся препаратов на растения ежевики, поэтому даже за трехлетний цикл исследования получены достоверные результаты. Широкий диапазон зимних отрицательных температур, значительные минимумы в сочетании с разными зимними периодами (начало, середина и конец зимы) дают возможность с уверенностью рекомендовать препарат ПРК «Белый Жемчуг Антифриз» для защиты ежевики от зимних повреждений в сочетании с зимним укрытием и другими препаратами ООО «ГК АгроПлюс».

Оценка действия органоминеральных комплексов во время вегетации также показала их эффективность. Положительное влияние препаратов проявилось в увеличении средней массы ягоды, выравненности ее по сборам на фоне даже неблагоприятных условий летнего периода (2021 г.). Все это – важные составляющие получения товарного урожая при выращивании ежевики.

При проведении исследования выявлены значимые для ежевики периоды вегетации, когда особенно важно достаточное увлажнение почвы. В первую очередь это период формирования зеленых завязей перед созреванием (в зоне исследования – это июль).

Отрицательно сказывались на своевременности прохождения фенофаз цветения и созревания ежевики низкие температуры в мае (во время фазы бутонизации) и засушливые условия в августе (во время фазы созревания ягод). Это обстоятельство будет учтено в дальнейшем при выращивании ежевики в зоне исследования.

Выводы

Применение органоминеральных комплексов серии ПРК «Белый Жемчуг» производства ООО «Группа Компаний АгроПлюс» в насаждениях ежевики сорта Thornfree позволило получить следующие наиболее значимые результаты:

- существенное повышение морозостойкости растений: на величину от 7,5% в относительно теплую зиму до 36,8% в наиболее холодную;
- своевременное (до середины сентября) созревание ягод в неблагоприятных погодных условиях вегетационного периода (2021 г.);
- увеличение массы ягоды в среднем на 0,7–0,9 г и выравненность ее по сборам;

Согласно полученным данным использование изученных органоминеральных удобрений при выращивании ежевики в условиях центральной России может быть важным инструментом повышения адаптивности растений к климату региона как в зимний, так и в вегетационный периоды. Кроме того, может рассматриваться как эффективный элемент органического садоводства, учитывая многоэлементный и экологически безопасный состав препаратов природного происхождения.

Список источников

1. Агроклиматический справочник по Орловской области. Ленинград: Гидрометеиздат, 1960. 92 с.
2. Витковский В.Л. Малина и ежевика // Плодовые растения мира. Санкт-Петербург: Лань, 2003. 392 с. (С. 355–382).
3. Грюнер Л.А., Князев С.Д., Кулешова О.В. Элементы технологии выращивания ежевики в условиях Орловской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 31–34. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/31-34.
4. Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Приоритетные направления и перспективы селекции ежевики в условиях средней полосы России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. № 24(5). С. 489–500. DOI: 10.18699/VJ20.641.
5. Грюнер Л.А., Кулешова О.В. Зимостойкость ежевики в условиях Орловской области при использовании зимнего укрытия и ретарданта ТУР // Современное садоводство. 2017. № 2. С. 1–9. DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00020.
6. Дорошенко Т.Н., Бузоверов А.В., Кондратенко А.Н. и др. Органические сады на юге России: монография. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2012. 141 с.
7. Казаков И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В. Малина, ежевика и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с. (С. 374–395).
8. Коршунов С.А., Любовецкая А.А., Асатурова А.М. и др. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: научный аналитический обзор. Москва: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2019. 92 с.
9. Макаркина М.А., Ветрова О.А., Грюнер Л.А. Биологически активные вещества в плодах ежевики в условиях средней полосы России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 183(2). С. 58–66. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-58-66.
10. Подорожный В.Н. Создание сортов ежевики для южной зоны садоводства // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. № 45. С. 119–123.

11. Семенова Л.Г., Добренков Е.А. Адаптационный потенциал ежевики в условиях западного предгорья Северного Кавказа: монография. Краснодар: ЭДВИ, 2001. 81 с.
12. Умные технологии выращивания, удобрения оптом и в розницу, услуги // Официальный сайт ООО «Группа Компаний АгроПлюс». URL: <https://agropius-group.ru> (дата обращения: 23.03.2023).
13. Черенкова Е.А., Золотокрылин А.Н. О сравнимости некоторых количественных показателей засухи // Фундаментальная и прикладная климатология. 2016. № 2. С. 79–94. DOI 10.21513/2410-8758-2016-2-79-94.
14. Якимов В.В. Ежевика в России. Челябинск: Челябинский дом печати, 2010. 312 с.
15. Cavender G., Liu M., Fernandez-Salvador J. et al. Effect of Different Commercial Fertilizers, Harvest Date, and Storage Time on Two Organically Grown Blackberry Cultivars: Physicochemical Properties, Antioxidant Properties, and Sugar Profiles // Journal of Food Quality. 2019. Vol. 2. Pp. 1–17. DOI: 10.1155/2019/1390358.
16. Clark J.R. 'Osage' Thornless Blackberry // HortScience. 2013. Vol. 48(7). Pp. 909–912. DOI: 10.21273/HORTSCI.48.7.909.
17. Clark J.R. 'Prime-Ark Freedom' Primocane-fruited Thornless Blackberry // HortScience. 2014. Vol. 49(8). Pp. 1097–1101. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.8.1097.
18. Clark J.R., Stafne E.T., Hall H.K. et al. Blackberry Breeding and Genetics // Plant Breeding Reviews. 2007. Vol. 29. Pp. 19–144. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.
19. Finn C.E., Strik B.C., Yorgey B.M. et al. Columbia Sunrise' Thornless Trailing Blackberry // HortScience. 2018. Vol. 53(2). Pp. 256–260. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.12673-17>.
20. Hall H.K., Brewer L.R., Langford G. et al. 'Karaka Black': Another "Mammoth" blackberry from crossing Eastern and Western USA blackberries // Acta Horticulturae. 2003. Vol. 626. (XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century). Pp. 105–110. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.626.13.
21. Jennings D.L. Blackberry Plant-Loch Ness cultivar. United States Patent USPP6782P. Priority 1987-11-24. Published 2007-11-24. URL: <https://patents.google.com/patent/USPP6782P/en>.
22. Lee J. Blackberry fruit quality components, composition, and potential health benefits // In: Hall H.K., Funt R.C., editors. Blackberries and Their Hybrids. Chapter 4. United Kingdom, Oxfordshire: CABI Publishers, 2017. Pp. 49–62. DOI: 10.1079/9781780646688.0049.
23. Leonicheva E., Roeva T., Leontieva L. et al. Nitrogen regime of haplic Luvisol in orchards at fertilization // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture" (FSRAABA 2021). Tyumen: EDP Sciences, 2021. Article No. 03013. DOI: 10.1051/bioconf/20213603013.
24. Mettler D., Hatterman-Valenti H. Rotating Cross-arm and Winter Rowcovers for Floricane Blackberry (Rubus Subgenus Rubus Watson) Production in North Dakota // HortScience. 2018. Vol. 53(12). Pp. 1810–1813. DOI: 10.21273/HORTSCI.13103-18.
25. Orzeł A., Simlat M., Danek J. Directions in raspberry and blackberry breeding program conducted in NIWA Berry Breeding Ltd., Brzezina, Poland // Acta Horticulturae. 2016. Vol. 1133(1133) Pp. 9–34. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.5.
26. Stanisavljevic M. New small fruit Cultivars from Cacak: 1. The new Blackberry (Rubus sp.) Cultivar 'Cacanska Bestrna' // Acta Horticulturae. 1999. Vol. 505. Pp. 291–296. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.505.37.
27. Strik B.C., Finn C.E., Clark J.R. et al. Worldwide Production of Blackberries // Acta Horticulturae. 2008. Vol. 777. Pp. 209–218. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.31.

References

1. Agro-climatic reference book of Orel Oblast: Leningrad: Gidrometeoizdat; 1960. 92 p. (In Russ.).
2. Vitkovskiy V.L. Raspberry and blackberry. In: Fruit Plants of the World. Saint-Petersburg; Lan' Publishers; 2003. 392 p. (Pp. 355-382). (In Russ.).
3. Gruner L.A., Knyasev S.D., Kuleshova O.V. Elements of blackberry growing technology in conditions of Orel Oblast. *Vestnik of the Russian Agricultural Sciences*. 2018;4:31-34. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/31-34. (In Russ.).
4. Gruner L.A., Kornilov B.B. Priority trends and prospects of blackberry breeding in conditions of Central Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(5):489-500. DOI: 10.18699/VJ20.641. (In Russ.).
5. Gruner L.A., Kuleshova O.V. Blackberry winter hardiness with using winter covering and TUR retardant in conditions of Orel region. *Contemporary Horticulture*. 2017;2:1-9. DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00020. (In Russ.).
6. Doroshenko T.N., Buzoverov A.V., Kondratenko A.N. et al. Organic orchards in the south of Russia: monograph. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Publishers; 2012. 141 p. (In Russ.).
7. Kazakov I.V., Gruner L.A., Kichina V.V. Raspberries, blackberries and their hybrids. In: Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops: Collection of Articles, All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding (Zhilina). Orel: All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding Publishers; 1999. 606 p. (Pp. 374-395). (In Russ.).
8. Korshunov S.A., Lyubovetskaya A.A., Asaturova A.M. et al. Organic agriculture: innovative technologies, experience, and prospects: research and analytic review. Moscow: Rosinformagrotekh Publishers; 2019. 92 p. (In Russ.).

9. Makarkina M.A., Vetrova O.A., Gruner L.A. et al. Bioactive compounds in blackberry fruits under the conditions of Central Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):58-66. DOI: 10.30901/2227-88342022-2-58-66. (In Russ.).
10. Podorozhnyi V.N. Creating varieties of blackberries for south zone of horticulture of Russia. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016;45:119-123. (In Russ.).
11. Semionova L.G., Dobrenkov E.A. Adaptation potential of blackberries in conditions of the western foothills of the North Caucasus: monograph. Krasnodar: EDVI Publishers; 2001. 81 p. (In Russ.).
12. Smart cultivation technologies, fertilizers – wholesale and retail, services. Official website of AgroPlus Group of Companies. URL: <https://agroplus-group.ru>. (In Russ.).
13. Cherenkova E.A., Zolotokrylin A.N. On the comparability of some quantitative drought indices. *Fundamental and Applied Climatology*. 2016;2:79-94. DOI: 10.21513/2410-8758-2016-2-79-94. (In Russ.).
14. Yakimov V.V. Blackberry in Russia. Chelyabinsk: Chelyabinsk Publishing House; 2010. 312 p. (In Russ.).
15. Cavender G., Liu M., Fernandez-Salvador J. et al. Effect of Different Commercial Fertilizers, Harvest Date, and Storage Time on Two Organically Grown Blackberry Cultivars: Physicochemical Properties, Antioxidant Properties, and Sugar Profiles. *Journal of Food Quality*. 2019;2:1-17. DOI: 10.1155/2019/1390358.
16. Clark J.R. 'Osage' Thornless Blackberry. *HortScience*. 2013;48(7):909-912. DOI: 10.21273/HORTSCI.48.7.909.
17. Clark J.R. 'Prime-Ark Freedom' Primocane-fruiting Thornless Blackberry. *HortScience*. 2014;49(8):1097-1101. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.8.1097.
18. Clark J.R., Stafne E.T., Hall H.K. et al. Blackberry Breeding and Genetics. *Plant Breeding Reviews*. 2007;29:19-144. DOI: 10.1002/9780470168035.ch2.
19. Finn C.E., Strik B.C., Yorgey B.M. et al. Columbia Sunrise' Thornless Trailing Blackberry. *HortScience*. 2018;53(2):256-260. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12673-17>.
20. Hall H.K., Brewer L.R., Langford G. et al. 'Karaka Black': Another "Mammoth" blackberry from crossing Eastern and Western USA blackberries. Acta Horticulturae. XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. 2003;626:105-110. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.626.13.
21. Jennings D.L. Blackberry Plant-Loch Ness cultivar. United States Patent USPP6782P. Priority 1987-11-24. Published 2007-11-24. URL: <https://patents.google.com/patent/USPP6782P/en>.
22. Lee J. Blackberry fruit quality components, composition, and potential health benefits. In: Hall H.K., Funt R.C., editors. Blackberries and Their Hybrids. Chapter 4. United Kingdom, Oxfordshire: CABI Publishers; 2017:49-62. DOI: 10.1079/9781780646688.0049.
23. Leonicheva E., Roeva T., Leontieva, L. et al. Nitrogen regime of haplic Luvisol in orchards at fertilization. BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture" (FSRAABA 2021). Tyumen: EDP Sciences;2021:03013. DOI: 10.1051/bioconf/20213603013.
24. Mettler D., Hatterman-Valenti H. Rotating Cross-arm and Winter Rowcovers for Floricane Blackberry (Rubus Subgenus Rubus Watson) Production in North Dakota. *HortScience*. 2018;53(12):1810-1813. DOI: 10.21273/HORTSCI13103-18.
25. Orzeł A., Simlat M., Danek J. Directions in raspberry and blackberry breeding program conducted in NIWA Berry Breeding Ltd., Brzezina, Poland. *Acta Horticulturae*. 2016;1133:9-34. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1133.5.
26. Stanisavljevic M. New small fruit Cultivars from Cacak: 1. The new Blackberry (Rubus sp.) Cultivar 'Cacanska Bestrna'. *Acta Horticulturae*. 1999;505:291-296. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.505.37.
27. Strik B.C., Finn C.E., Clark J.R. et al. Worldwide Production of Blackberries. *Acta Horticulturae*. 2008;777:209-218. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.31.

Информация об авторах

Л.А. Грюнер – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции ягодных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», gruner@vniispk.ru.

Б.Б. Корнилов – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции ягодных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», kornilov@vniispk.ru.

Information about authors

L.A. Gruner, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, the Department of Berry Crop Breeding, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, gruner@vniispk.ru.

B.B. Kornilov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, the Department of Berry Crop Breeding, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, kornilov@vniispk.ru.

Статья поступила в редакцию 12.01.2024; одобрена после рецензирования 12.02.2024; принята к публикации 15.02.2024.

The article was submitted 12.01.2024; approved after reviewing 12.02.2024; accepted for publication 15.02.2024.

© Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б., 2024

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

Научная статья

УДК 631.6.02:631.61

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_75

EDN: TJACKA

**Обоснование проведения агролесомелиоративных мероприятий
по защите земель от водной и ветровой эрозии
в условиях центральной части России****Елена Владимировна Недикова^{1✉}, Кристина Юрьевна Зотова²,
Елена Владимировна Куликова³, Константин Дмитриевич Недиков⁴**^{1, 2, 3, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия¹ nedicova@yandex.ru✉

Аннотация. В ходе проведенного исследования анализировали концептуальные положения механизма действия лесомелиорации, а также технологий проектирования защитных лесных полос на землях сельскохозяйственных организаций. Особенности формирования и развития водной и ветровой эрозии рассмотрены на примере типичного для центра России Муромского района Владимирской области. Территория Владимирской области используется достаточно интенсивно, что приводит к росту деградационных процессов. По экспертным оценкам, 20% общей площади земель Владимирской области подвержены деградации, из них площадь эрозионноопасных сельхозугодий, включая эродированные, составляет 104,7 тыс. га. Процессы водной эрозии отмечены на площади 71,3 тыс. га, в том числе 62,6 тыс. га пашни. На основе анализа эрозионно-опасных земель Владимирской области проведено их зонирование. Выделены 4 зоны, которые коррелируют с природно-сельскохозяйственным зонированием. Высокий защитный эффект наблюдается у лесных полос продуваемой конструкции, когда их высота составляет 18 м, а расстояние между деревьями 3 м. Однако выявлено, что более эффективными являются защитные лесные полосы ажурной конструкции (защитные решетчатые экраны), так как снегоотложение и снегозапасы в данной системе лесных полос по сравнению с открытым пространством увеличиваются в 2–2,5 раза. Дальность влияния такой лесной полосы с наветренной стороны равна 6 ее высотам, а за пределами лесной полосы это значение увеличивается до 35 высот, при этом скорость ветрового потока сокращается на 40%. На примере ООО «Борисоглебское» Муромского района Владимирской области обосновано проведение системы лесомелиоративных мероприятий на площади 94,4 га, что в комплексе со всеми звеньями системы земледелия направлено на обеспечение надежной защиты почв от эрозии, снижение неблагоприятных последствий засух и, как следствие, рост продуктивности сельскохозяйственных угодий и урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: лесомелиорация, деградационные процессы, ветровая и водная эрозия, лесные полосы, пахотные угодья, системы земледелия и землеустройства, плодородие почвы, урожайность

Для цитирования: Недикова Е.В., Зотова К.Ю., Куликова Е.В., Недиков К.Д. Обоснование проведения системы агролесомелиоративных мероприятий по защите земель от водной и ветровой эрозии в условиях центральной части России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 75–83. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_75-83.

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

Original article

**Justification of the implementation of a system of agroforestry measures
to protect lands from water and wind erosion in the conditions of Central Russia****Elena V. Nedikova^{1✉}, Kristina Yu. Zotova², Elena V. Kulikova³, Konstantin D. Nedikov⁴**^{1, 2, 3, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia¹ nedicova@yandex.ru✉

Abstract. In the course of research the authors analyzed the conceptual provisions of the mechanism of action of forest reclamation, as well as technologies for designing protective forest belts in the lands of agricultural organizations. Features of the emergence and development of water and wind erosion have been considered on the example of Muromsky District of Vladimir Oblast, which is typical for the center of Russia. The territory of Vladimir Oblast is used quite intensively, which leads to an increase in degradation processes. According to expert estimates, 20% of the total land area of Vladimir Oblast is subject to degradation, of which the area of erosion-hazardous farmland (including already eroded) is 104.7 thousand hectares. Water erosion was observed on the area of 71.3 thousand hectares, including 62.6 thousand hectares of arable land. Based on the analysis of

erosion-hazardous lands in Vladimir Oblast, their zoning was performed. Four zones have been identified correlating with natural and agricultural zoning. A high protective effect is observed with forest belts of permeable design, when their height is 18 m and the distance between trees is 3 m. However, it has been found that protective forest belts of open design (protective lattice screens) are more effective, since snow deposition and snow reserves in this system of forest belts increase by 2-2.5 times compared to open space. The range of effect of such forest belt on the windward side is equal to its 6 heights, and outside the forest belt this value increases to 35 heights, while the wind flow speed is reduced by 40%. Using the example of Borisoglebskoye LLC in Muromsky district of Vladimir Oblast, the authors have justified a system of forest reclamation measures on the area of 94.4 hectares, which, in conjunction with all elements of farming system, is aimed at ensuring reliable protection of soils from erosion, reducing the adverse effects of droughts and, as a result, increasing the productivity of agricultural land and yields of major crops.

Keywords: forest reclamation, degradation processes, wind and water erosion, forest belts, arable land, farming and land management systems, soil fertility, yield

For citation: Nedikova E.V., Zotova K.Yu., Kulikova E.V., Nedikov K.D. Justification of implementation of a system of agroforestry measures to protect lands from water and wind erosion in the conditions of Central Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):75-83. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_75-83.

Антропогенная деятельность на протяжении тысячелетий оказывала негативное влияние на окружающую природную среду. За последние десятилетия масштабы этой деятельности значительно выросли. В настоящее время мы сталкиваемся с новым видом трансформации природных систем, когда окружающая среда, реагируя на вмешательства со стороны человека, не успевает адаптироваться к последним, и эти изменения приобретают лавинообразный, необратимый характер [6]. Говоря об отмеченном типе перемен применительно к почвенно-земельным ресурсам, можно констатировать, что почвы планеты деградируют и эродируют гораздо быстрее, чем формируются. Сегодня уже более 1,5 млрд человек проживают на деградированных территориях [2, 6, 10].

Нарастающая в глобальном масштабе проблема деградации земель – один из наиболее важных вызовов существованию современной цивилизации [1]. Деградация земель – это системное явление, которое характеризуется потерей почвенного плодородия, влиянием на качественный и количественный состав сопряженных с почвой экосистем, что порождает комплексные проблемы и дестабилизацию ситуации в сфере продовольственной безопасности.

Под понятием «деградация земель» в настоящее время подразумевается системное явление окружающей среды, когда наблюдается потеря почвенного плодородия вследствие различных природно-климатических, социально-экономических и политических факторов. Эти факторы влияют на характер использования земельных участков, вывод из интенсивного землепользования наиболее ценных сельскохозяйственных угодий и, как следствие, сокращение дохода на душу населения. С точки зрения экономики деградация земель – это в первую очередь потеря продуктивности сельскохозяйственных земель, на которых отмечаются водная эрозия, дефляция, закисление, засоление и др. [7]. Ежегодные издержки от деградации земельных массивов превышают 40 млрд долларов [10]. Установлено, что лишь незначительная часть отрицательных последствий деградации земельных участков возникает из-за деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей, в то время как причиной возникновения большей их части являются экосистемные факторы [13].

В России в конце XX – начале XXI вв. забота о защите земель отошла на последний план, что усилило деградацию земельных ресурсов, проводимые полумеры не дают эквивалентного прироста продукции. Сложившаяся ситуация в сельском хозяйстве требует проведения системы лесомелиоративных работ на территории каждого сельскохозяйственного предприятия.

В ходе выполненного исследования анализировали концептуальные положения механизма действия лесомелиорации, а также технологий проектирования защитных лесных полос на землях сельскохозяйственных организаций. Особенности формирования и развития водной и ветровой эрозии рассмотрены на примере типичного для центра России Муромского района Владимирской области.

Среди факторов экологического преобразования территории, оптимизации структуры сельскохозяйственных угодий особое место занимают защитные лесные насаждения – это эффективное средство преобразования открытых степных территорий в территории с высокой степенью саморегуляции [11].

Для обоснования системы лесомелиоративных мероприятий проведен анализ природно-климатических, организационно-хозяйственных, почвенных условий Владимирской области. Наряду с этим изучен и проанализирован земельный фонд исследуемой области.

Владимирская область расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины, ее территория занимает 29 084 км², граничит с Московской, Ивановской, Нижегородской, Рязанской, Ярославской областями. Климат умеренно-континентальный с теплым летом, умеренно холодной зимой, устойчивым снежным покровом, хорошо выраженными переходными сезонами. Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца (июль) изменяется от +17 до +19 °С, а самого холодного месяца (январь) – от –11 до –13 °С. Годовая сумма осадков в среднем составляет 550–600 мм, максимум осадков приходится на лето. Зимой формируется устойчивый снежный покров. Продолжительность вегетационного периода составляет 160–180 дней [12].

Сельскохозяйственные угодья области занимают около 860 тыс. гектаров. Сельскохозяйственная освоенность территории области невысокая, посевные площади в хозяйствах всех категорий составляют 2 994 км², или 10% от общей площади области. В структуре посевных площадей кормовые культуры занимают 60%, зерновые и зернобобовые (рожь, овес, пшеница и др.) – 29%, картофель и овощи – 6, технические культуры – около 3%. Значительное развитие получили овощеводство и садоводство. В отраслевой структуре сельского хозяйства на долю животноводства приходится до 63% стоимости всей продукции. Специализация – производство молока, мяса (говядина, свинина, птица), яиц.

Территория Владимирской области используется достаточно интенсивно, это приводит к росту деградационных процессов. По экспертным оценкам, 20% общей площади земель Владимирской области подвержены деградации, из них площадь эрозионно опасных сельхозугодий, включая эродированные, составляет 104,7 тыс. га. Водная эрозия отмечена на площади 71,3 тыс. га, в том числе 62,6 тыс. га пашни [3, 4].

На основе анализа эрозионно опасных земель Владимирской области проведено их зонирование. Выделены 4 зоны, которые коррелируют с природно-сельскохозяйственным зонированием:

- 1-я зона – сильно эродированные земли (Суздальский и Юрьев-Польский районы);
- 2-я зона – средне эродированные земли (Собинский район);
- 3-я зона – слабо эродированные земли (все остальные районы);
- 4-я зона – эрозионно опасные земли (Гусь-Хрустальный район).

По данным зонирования сделан вывод, что для Владимирской области назрела острая необходимость в проектировании системы лесомелиоративных мероприятий, в первую очередь защитных лесных полос.

Проектирование защитных лесных полос положительно сказывается на снижении скорости вредоносных суховейных ветров. Лесные полосы изменяют движение турбулентных воздушных потоков, при этом обеспечивается равномерное распределение снежных масс на севооборотных массивах, а значит, происходит дополнительное накопление влаги в почве, то есть наблюдается рост абсолютной и относительной влажности почвы, что в дальнейшем улучшает микроклимат на полях и рабочих участках и ведет к повышению урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Изучение механизма действия лесомелиорации применительно к природно-климатическим особенностям Владимирской области показало, что в исследуемой области преобладают 3 вида конструкций защитных лесных полос: плотная, продуваемая и ажурная [8, 9, 10].

Выявлено, что лесные полосы продуваемой конструкции оказывают высокий защитный эффект, когда их высота составляет 18 м, а расстояние между деревьями – 3 м.

Более эффективными являются защитные лесные полосы ажурной конструкции, действие которых схоже с действием решетчатых экранов. Дальность влияния такой лесной полосы с наветренной стороны равна 6 ее высотам, а за пределами лесной полосы это значение увеличивается до 35 высот, при этом скорость ветрового потока сокращается на 40% [5].

Защитные лесные полосы и насаждения оказывают исключительное положительное влияние на распределение снежных масс. Если на равнине нет системы лесомелиоративных насаждений, то мы наблюдаем перемещение снега на расстояние до 3 км. Происходит его скопление в овражно-балочной сети и понижениях рельефа. При проектировании системы защитных лесных полос, в особенности ажурно-продуваемой конструкции, снежные массы меньше задерживаются внутри самих лесных полос, при этом происходит более равномерное их распределение по территории пахотных участков. В районах с сильными метелями или снегопадами высота снежного покрова внутри лесных полос иногда достигает 2 и более метров, при этом длина снежного шлейфа на заветренной стороне лесной полосы превышает 15 ее высот.

Таким образом, на основе анализа механизма действия лесомелиорации было выявлено, что для условий Владимирской области необходимо проектировать защитные лесные полосы ажурной конструкции. Наряду с этим было выявлено как положительное, так и отрицательное влияние защитных лесных полос на прилегающую территорию.

Положительное влияние защитных лесных полос заключается прежде всего в увеличении влажности как почвы, так и воздуха, сохранении и аккумуляции снежных масс на севооборотных массивах, росте численности естественных врагов основных сельскохозяйственных вредителей, уменьшении скорости ветровых потоков, особенно суховейных ветров и, как следствие, повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий и урожайности основных сельскохозяйственных культур (при этом защитное действие лучше проявляется на удалении более 50 м от лесополосы) (рис. 1).

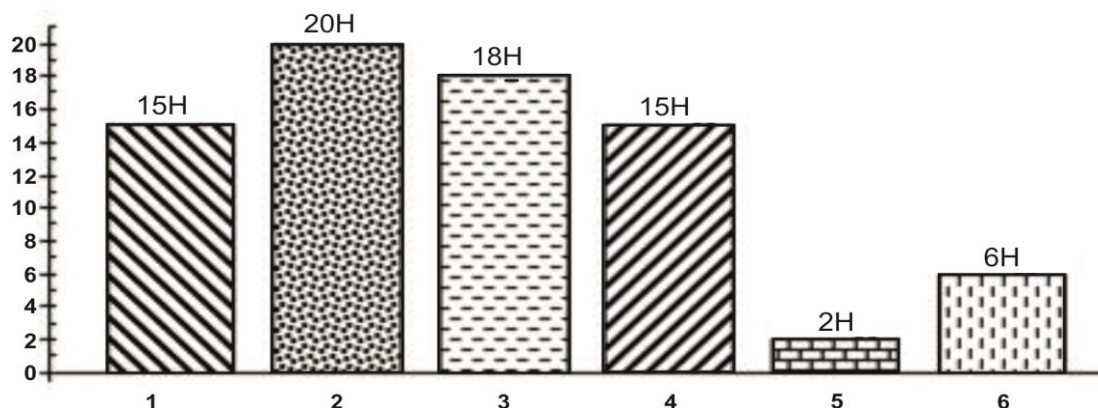


Рис. 1. Факторы положительного влияния лесных полос: 1 – уменьшение скорости ветра и изменение структуры воздушного потока (ветроломное действие); 2 – сокращение испаряемости влаги, сохранение росы; 3 – увеличение влажности почвы и воздуха; 4 – задержание снега (накопление снежной массы) и более равномерное его распределение; 5 – рост численности естественных врагов с.-х. вредителей; 6 – повышение урожайности с.-х. культур

Примечание: Н – высота деревьев для Центрально-Черноземного и Центрального регионов принята равной 15–20 м.

Отрицательное влияние защитных лесных полос состоит в чрезмерном увеличении влажности территории посевов, возможны резкие колебания температурного режима воздушных масс, возникновение тени, формирование значительных сугробов, возможно распространение грибковых болезней вследствие воздействия корневой системы деревьев (рис. 2).

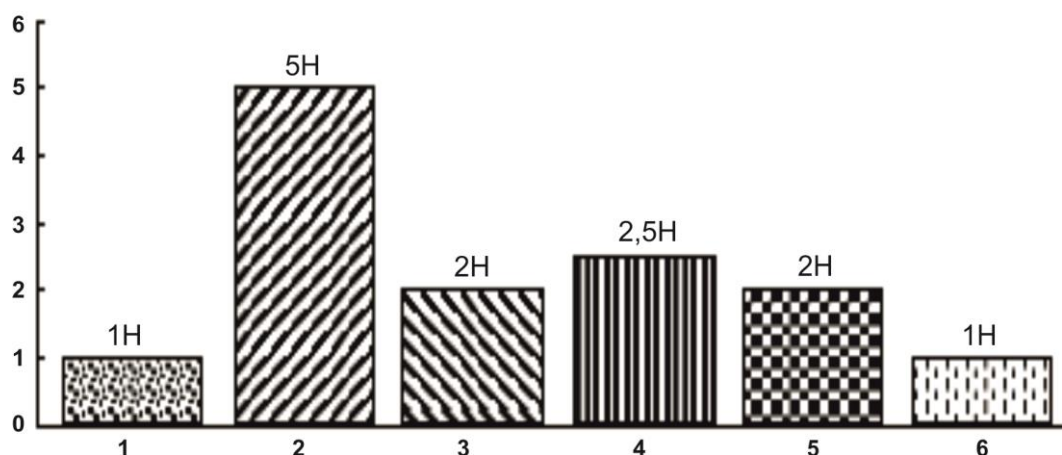


Рис. 2. Факторы отрицательного влияния лесных полос: 1 – чрезмерное увеличение влажности; 2 – резкие колебания температуры; 3 – возникновение тени; 4 – образование сугробов; 5 – распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур; 6 – влияние корневой системы насаждений лесополосы

Примечание: Н – высота деревьев для Центрально-Черноземного и Центрального регионов принята равной 15–20 м.

На основе сопоставления влияния защитных лесных полос на продуктивность основных сельскохозяйственных культур можно отметить, что наибольший урожай сельскохозяйственные культуры обеспечивают на расстоянии 150 м и более (по некоторым источникам, до 200 м) от лесополосы. В непосредственной близости к лесному насаждению урожайность культур несколько снижается, что вызвано затенением посевов, а также проявлением конкуренции со стороны лесного насаждения за элементы минерального питания и почвенную влагу. Отрицательное влияние лесных полос на прилегающую территорию более выражено в приопушечной зоне, а именно в полутораметровой зоне высоты деревьев. В этой зоне прибавка урожая основных сельскохозяйственных культур не покрывает совокупные затраты, связанные с проектированием и размещением защитных лесных полос, поэтому приопушечную зону защитных лесных полос следует выводить из севооборотных массивов, а на этих территориях применять такой элемент формирования культурных экотонов, как залужение многолетними травами.

Расположение культурных экотонов оптимизирует структуру территории. Экотон – это переходные зоны (опушки лесных массивов, лесов, обочины полевых дорог, буферные и береговые полосы и др.) либо рубежи между различными видами угодий, такими как пашня, кормовые угодья, многолетние насаждения и др. Как отмечает профессор М.И. Лопырев с соавторами, «экотон увеличивает общую мозаичность структуры агроландшафта, повышают эффективность принципа экологического разнообразия» [9]. Культурные экотон – это биогеохимический барьер на территории различных агроландшафтов, именно они способствуют улучшению состояния окружающей среды, создают убежище и пути миграции для многих животных. Экотон маркирует резкие градиенты экологических условий в природе. Здесь наблюдается эффект опушки – краевой эффект. «Благодаря краевому эффекту многие лесные и луговые биоценозы (мелкомассивные лесные сообщества – лесные колки, насаждения на оврагах и др.) часто содержат больше различных видов животных и растений, чем крупные массивные насаждения» [9].

Анализ расчетных данных показал, что ширина культурных экотонов должна быть не менее 1,5 высоты деревьев лесной полосы и кратна ширине захвата высевающего агрегата – 3,5 м. Для получения максимальной отдачи ширина проектируемых культурных экотонов должна находиться в пределах от 14 до 21 м в зависимости от природно-климатических условий. Проектирование культурных экотонов для условий изучаемой области целесообразно проводить с северной стороны шириной от 7 до 10,5 м (рис. 3).

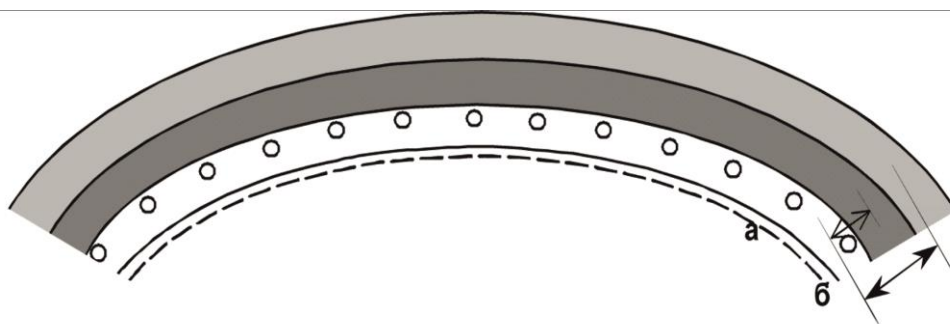


Рис. 3. Рекомендуемое размещение культурных экотонов:
а ↔ – ширина культурных экотонов, проектируемая на территории ЦЧР;
б ↔ – предлагаемая авторами ширина культурных экотонов – 1,5 м

При создании культурных экотонов решаются следующие задачи:

- нейтрализуется отрицательное действие лесных полос на прилегающие сельскохозяйственные угодья;
- выводится из севооборота территория, где совокупные затраты не восполняются энергией, накапливающейся в произведенной продукции;
- создается система убежищ для естественной флоры и фауны;
- увеличивается экологическое разнообразие агроландшафта;
- обеспечивается устойчивость агроэкосистем за счет рационального размещения производства и «разумной» специализации;
- обеспечивается достижение соотношения в системе «поле – лес – луг – вода», близкое к порогоустойчивому [5, 9].

Обоснование и практические рекомендации по проектированию системы лесомелиоративных мероприятий показаны на примере сельскохозяйственного предприятия – ООО «Борисоглебское» Муромского района Владимирской области. В настоящее время здесь регистрируются значительные эрозионные процессы. Общая площадь хозяйства – 2 300 га, из них пахотных угодий – 1 786 га. Анализ выявил, что 57% пахотных угодий относятся к эрозионно опасным землям. В равных долях преобладает водная эрозия и дефляция.

В хозяйстве в среднем за последние три года получена следующая урожайность сельскохозяйственных культур: по зерновым – 20,7 ц/га, по кукурузе на зерно – 13,4 ц/га, причем она нестабильна по годам и зависит от множества природно-экономических факторов, одним из которых является неустроенность территории землепользования. Анализ хозяйственной деятельности ООО «Борисоглебское» показал, что состояние производства не в полной мере удовлетворяет требованиям современного развития науки и техники и оставляет желать лучшего [11].

На территории обследованного сельскохозяйственного предприятия недостаточно использовались резервы роста урожайности, а также не в полной мере проводились мероприятия, способствующие повышению плодородия почв и накоплению влаги. Зачастую наблюдались нарушения чередования сельскохозяйственных культур в севооборотных массивах, не соблюдались сроки подготовки почвы, нарушались сроки ухода за посевами, уборки урожая. К проектированию севооборотов в хозяйстве подходили сугубо формально, без учета бонитировки и кадастровой оценки земель. В связи с этим необходимо провести ряд землеустроительных мероприятий, способствующих более рациональному и эффективному использованию земель.

На основании характеристики показателей производства в ООО «Борисоглебское» Муромского района Владимирской области сделан вывод о необходимости дополнительного проектирования специальных лесомелиоративных мероприятий.

В основу проектирования лесных насаждений были положены следующие принципы:

- комплексность защитных мероприятий;
- взаимоувязанность мероприятий на всей территории хозяйства;
- экономичность защитных мероприятий.

Планируется создание лесных полос и насаждений на площади 94,4 га, что в комплексе со всеми звеньями системы земледелия обеспечит надежную защиту почв от эрозии, позволит смягчить неблагоприятные последствия засух.

Проектом предусмотрено следующее:

- полезащитные основные лесные полосы – 14,3 га;
- полезащитные вспомогательные лесные полосы – 15,5 га;
- стокорегулирующие лесные полосы – 6,8 га;
- прибалочные лесные полосы – 24,8 га;
- кустарниковые кулисы – 6,5 га;
- сплошное облесение эродированных склонов балок – 26,5 га.

По проекту требуется стандартных сеянцев (тыс. шт.):

- древесных пород – 390 816;
- кустарниковых пород – 69 426.

Всего запроектированы:

- 2 расчетно-технологические карты по подготовке почвы;
- 6 расчетно-технологических карт по созданию защитных лесных полос и насаждений;
- 6 схем смешения лесных культур.

В этих рабочих документах подробно расписаны:

- последовательность технологических приемов;
- виды работ;
- технологии выполнения работ;
- машины, орудия и затраты в расчете на единицу площади создаваемых лесных полос и насаждений.

Общая стоимость системы лесомелиоративного устройства составит 8068252,74 руб. Рабочим проектом предусматривается завершение осуществления запроектированных мероприятий в 2027 г.

Наряду с системой лесомелиоративных мероприятий запроектированы культурные экотоны шириной 21 м, общей площадью 63,07 га, а также дороги шириной 4 м, общей площадью 12,01 га.

Урожайность сельскохозяйственных культур на перспективу определялась с учетом результатов оценки земель, организационных и других факторов, а также результатов освоения севооборотов, увеличения доли многолетних трав в структуре посевных площадей, повышения качества высеваемых семян, выполнения полного комплекса агротехнических мероприятий, совершенствования способов и средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.

Особо следует отметить, что устроенность и защищенность территории направлена на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Несмотря на затраты, связанные с созданием системы лесомелиоративного устройства, сети полевых дорог и культурных экотонов, в объеме 7508,93 тыс. руб., прогнозируется эффект от проектируемых мероприятий – рост урожайности сельскохозяйственных культур с 20,7 до 23,6 ц/га и, как следствие, увеличение стоимости валовой продукции на 39677,07 тыс. руб.

Выводы

В рамках обоснования системы агролесомелиоративных мероприятий изучены закономерности формирования стока талых вод, ливневых дождей и смыва почвенного покрова.

Проведено зонирование территории Владимирской области по степени развития эрозионных процессов на основе изучения природно-климатических, организационно-хозяйственных, почвенных условий. Изучение механизма действия агролесомелиорации применительно к Владимирской области показало, что наиболее эффективными защитными лесными полосами являются лесные полосы ажурно-продуваемой конструкции, так как снегоотложение и снегозапасы в данной системе лесных полос по сравнению с открытым пространством увеличиваются в 2–2,5 раза.

На примере ООО «Борисоглебское» Муромского района Владимирской области обоснована и внедрена система лесомелиоративных мероприятий на площади 94,4 га, что в комплексе со всеми звеньями системы земледелия обеспечит надежную защиту почв от эрозии, снижение неблагоприятных последствий засух и будет способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территории данного предприятия.

Список источников

1. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84, № 5. С. 737–749. DOI: 10.31857/S2587556620050052.
2. Зайдельман Ф.Р. Деградация мелиорируемых почв России и сопредельных стран в результате антропогенного изменения их водного режима и способы защиты // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2014. № 4(136). С. 24–30.
3. Золотокрылин А.Н. Глобальное потепление, опустынивание/деградация и засухи в аридных регионах // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 1. С. 3–13. DOI: 10.31857/S2587-5566201913-13.
4. Зотова К.Ю., Недикова Е.В. Особенности влияния природно-климатических зон Воронежской области на эрозионное состояние территории // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Воронеж, 26–27 ноября 2015 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. Т. IV. С. 128–132.
5. Крюкова Н.А. Эколого-ландшафтное землеустройство и методы его проведения в условиях деградации земель // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2007. № 6(30). С. 13–25.
6. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. и др. Проблемы землепользования и деградации земель в контексте Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» // Вопросы географии. 2021. Т. 152. С. 222–252.
7. Куст Г.С., Кудерина Т.М., Андреева О.В. и др. Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу проблемы и поиску путей решения: монография. Москва: Изд-во «Перо», 2019. 235 с.
8. Лобковский В.А., Андреева О.В., Куст Г.С. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России // Известия РАН. Серия географическая. 2022. № 1. С. 1–18.
9. Лопырев М.И., Недикова Е.В., Постолов В.Д. и др. Рациональная организация агроландшафтов – основа сохранения природных ресурсов и повышения продуктивности земель // Земледелие. 2014. № 5. С. 206–211.
10. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)»; под ред. Р. Эдельгериева. Т. 2. Москва: ООО «Издательство МБА», 2019. 476 с.
11. Недикова Е.В., Постолов В.Д. Основы природообустройства и землеустройства: учебное пособие. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. 191 с.
12. Социально-экономическое развитие Владимирской области – территории делового благоприятствования [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: Vladimir-region_manuale-degli-investimenti_ru-e-it.pdf (дата обращения: 18.05.2023).
13. ФАО. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций). 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.4060/cb7654ru> (дата обращения: 20.05.2023).

References

1. Andreeva O.V., Kust G.S. Land Assessment in Russia Based on the Concept of Land Degradation Neutrality. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2020;84(5):737–749. DOI: 10.31857/S2587556620050052. (In Russ.).
2. Zaidelman F.R. Degradation of ameliorating soils in Russia as resulted from changes in their water regime and methods of protection. *Use and Protection of Natural Resources of Russia*. 2014;4(136):24-30. (In Russ.).
3. Zolotokrylin A.N. Global warming, desertification/degradation, and droughts in arid regions. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2019;1:3-13. DOI: 10.31857/S2587-5566201913-13. (In Russ.).
4. Zotova K.Yu., Nedikova E.V. Features of the influence of natural and climatic zones of Voronezh Oblast on the erosive state of the territory. Innovative technologies and technical means for agriculture: Proceedings of the International Research-to-Practice Conference of Young Scientists and Specialists (Voronezh, November 26-27, 2015). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2015;4:128-132. (In Russ.).
5. Kryukova N.A. Ecological and landscape land management and methods of its implementation in conditions of land degradation. *Land Management, Monitoring and Cadastre*. 2007;6(30):13-25. (In Russ.).
6. Kust G.S., Andreeva O.V., Lobkovskiy V.A. et al. Land use and land degradation issues in the context of the UNESCO "Man & Biosphere" Programme. *Problems of Geography*. 2021;152:222-252. DOI: 10.24057/probl.geogr.152.8. (In Russ.).
7. Kust G.S., Kuderina T.M., Andreeva O.V. et al. Soil degradation and desertification in Russia: the latest approaches to the analysis of the problem and the search for solutions: monograph. Moscow: Pero Publishers; 2019. 235 p. (In Russ.).
8. Lobkovskiy V.A., Andreeva O.V., Kust G.S. Using National System of Land Monitoring for Assessment of Land Degradation Neutrality in Russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2022;86(1):9-27. DOI: 10.31857/S2587556622010095. (In Russ.).
9. Lopyrev M.I., Nedikova E.V., Postolov V.D. et al. Rational organization of agricultural landscapes is the basis of conservation of natural resources and increase of land productivity. *Zemledelie*. 2014;5:206-211. (In Russ.).
10. National report "Global climate and soil cover of Russia: desertification and soil degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry)"; edited by R. Edelgeriev. Moscow: MBA Publishing House; 2019. Vol. 2. 476 p. (In Russ.).
11. Nedikova E.V., Postolov V.D. Fundamentals of environmental management and land management: study guide. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2014. 191 p. (In Russ.).
12. Social and economic development of Vladimir Oblast. Welcome to visit and do business in. Official website. Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation. URL: Vladimir-region_manuale-degli-investimenti_ru-e-it.pdf. (In Russ.).
13. The SOLAW 2021 Synthesis Report "The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Systems at breaking point (SOLAW 2021)". Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/land-water/solaw2021/en/>. (In Russ.).

Информация об авторах

Е.В. Недикова – доктор экономических наук, зав. кафедрой землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», nedicova@yandex.ru.

К.Ю. Зотова – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Kristina-zotova@rambler.ru.

Е.В. Куликова – кандидат биологических наук, доцент кафедры геодезии и мелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», mlenica@mail.ru.

К.Д. Недиков – ассистент кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», nedikovkd@yandex.ru.

Information about the authors

E.V. Nedikova, Doctor of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of Land Management and Landscape Design, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, nedicova@yandex.ru.

K.Yu. Zotova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Management and Landscape Design, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Kristina-zotova@rambler.ru.

E.V. Kulikova, Candidate of Biological Sciences, Docent, the Dept. of Geodesy and Land Reclamation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, mlenica@mail.ru.

K.D. Nedikov, Assistant, the Dept. of Land Management and Landscape Design, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, nedikovkd@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 18.10.2023; одобрена после рецензирования 09.12.2023; принята к публикации 22.12.2023.

The article was submitted 18.10.2023; approved after reviewing 09.12.2023; accepted for publication 22.12.2023.

© Недикова Е.В., Зотова К.Ю., Куликова Е.В., Недиков К.Д., 2024

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

Научная статья

УДК 629.3.076

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_84

EDN: TDULRQ

Оценка параметров траектории входа в поворот двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами

Александр Николаевич Беляев^{1✉}, Дмитрий Николаевич Афоничев²,
Татьяна Владимировна Тришина³, Владимир Иванович Оробинский⁴,
Наталья Митрофановна Дерканосова⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ aifkm_belyaev@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты теоретической оценки влияния поступательной скорости движения двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами и угловой скорости поворота ее колес на основные характеристики кривой траектории входа в поворот. Расчеты проводились при следующих исходно-начальных параметрах, характеризующих конструктивно-геометрические и эксплуатационные особенности колесной машины: продольная база машины – 2,6 м; расстояние между осями шкворней рулевых трапеций передних и задних колес – 1,8 м; максимальные углы поворота управляемых колес – 33,5°. Установлено, что поворот двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами в сравнении с колесной машиной с передними управляемыми колесами при постоянных угловых скоростях поворота управляемых колес 0,195 с⁻¹ и изменении поступательной скорости движения машины от 0,57 м/с (2,05 км/ч) до 1,78 м/с (6,41 км/ч) характеризуется увеличением максимальной абсциссы участка входа в поворот в 1,71–1,81 раза и сокращением максимальной ординаты участка входа в поворот на 1–8%; при постоянной поступательной скорости движения 1,41 м/с (5,08 км/ч) и изменении угловых скоростей поворота управляемых колес от 0,0974 до 0,292 с⁻¹ – увеличением максимальной абсциссы участка входа в поворот в 1,57–1,77 раза и сокращением максимальной ординаты участка входа в поворот на 24,3–2,4%. Двухосная колесная машина со всеми управляемыми колесами в сравнении с колесной машиной с передними управляемыми колесами отличается значительно меньшим минимальным теоретическим радиусом поворота (в 1,68 раза), а также более коротким участком круговой кривой (в 2,54–8,81 раза короче) и, следовательно, более короткой траекторией поворота. Результаты проведенных исследований дают возможность провести выбор рациональных эксплуатационных и конструктивных параметров двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами исходя из оценки параметров кривой траектории переменного радиуса входа в поворот.

Ключевые слова: колесная машина, поступательная скорость движения, управляемые колеса, вход в поворот, угловая скорость поворота управляемых колес, радиус поворота, траектория

Для цитирования: Беляев А.Н., Афоничев Д.Н., Тришина Т.В., Оробинский В.И., Дерканосова Н.М. Оценка параметров траектории входа в поворот двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 84–93. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_84–93.

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

Original article

Parameters estimation of the trajectory of the entry into the turn of a two-axle all-wheel drive vehicle

Aleksandr N. Belyaev^{1✉}, Dmitry N. Afonichev², Tatyana V. Trishina³,
Vladimir I. Orobinsky⁴, Natalia M. Derkanosova⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ aifkm_belyaev@mail.ru✉

Abstract. The authors present the results of theoretical assessment of the impact of translational velocity of a two-axle all-wheel drive vehicle and the angular velocity of its wheels on the main characteristics of the curve of the trajectory of the entry into the turn. The calculations were carried out with the following initial parameters characterizing the structural, geometric and operational features of the wheeled vehicle: the longitudinal base of the machine is 2.6 m; the distance between the axes of the pivots of the steering linkages of the front and rear

wheels is 1.8 m; the maximum rotation angles of the steering wheels are 33.5° . It was found that the rotation of a two-axle all-wheel drive vehicle in comparison with a front-wheel-drive vehicle at constant angular rotation speeds of 0.195 s^{-1} and a change in the translational velocity of the machine from 0.57 m/s (2.05 km/h) to 1.78 m/s (6.41 km/h) is characterized by the maximum abscissa of the turn entrance section rise by 1.81–1.71 times and the maximum ordinate of the turn entrance section reduction by 1–8%, and at constant translational velocity of 1.41 m/s (5.08 km/h) and a change in the angular rotation speeds of the steering wheels from 0.0974 to 0.292 s^{-1} is characterized by the maximum abscissa of the turn entrance section rise by 1.57–1.77 times and the maximum ordinate of the turn entrance section reduction by 24.3–2.4%. A two-axle all-wheel drive vehicle, in comparison with a front-wheel-drive vehicle, differs in a significantly smaller minimum theoretical turning radius (by 1.68 times), as well as a shorter section of the circular curve (by 2.54–8.81 times shorter) and, consequently, a shorter turning trajectory. The results of the conducted research make it possible to select rational operational and design parameters of a two-axle all-wheel drive vehicle based on the parameters estimation of the trajectory curve of the variable radius of the entry into the turn.

Keywords: wheeled vehicle, translational velocity of the motion, steering wheels, entrance into the turn, angular velocity of rotation of steering wheels, radius of turning, trajectory

For citation: Belyaev A.N., Afonichev D.N., Trishina T.V., Orobinsky V.I., Derkanosova N.M. Parameters estimation of the trajectory of the entry into the turn of a two-axle all-wheel drive vehicle. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):84-93. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_84-93.

Введение
Безопасная эксплуатация и производительность колесной машины в значительной степени определяются устойчивостью – способностью сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, стремящихся отклонить ее от требуемого направления [7, 10, 11].

Улучшение характеристик устойчивости приводит не только к повышению безопасности, особенно при криволинейном движении, и снижению при этом динамических нагрузок на детали и узлы машины, но и к значительному экономическому эффекту, позволяя выполнять различные технологические процессы, осуществлять перевозки пассажиров и грузов с более высокими средними скоростями. В связи с этим при проектировании колесных машин необходимо иметь четкое понятие о влиянии ее конструктивных параметров на показатели устойчивости.

Однако устойчивость автотранспортных средств в настоящее время оценивается в основном экспериментально в соответствии с действующими нормативными документами, в которых предусмотрены несколько видов испытаний, в том числе «Поворот $R_{\Pi} = 25 \text{ м}$ », предназначенных для определения предельной скорости выполнения маневра, и «Поворот $R_{\Pi} = 35 \text{ м}$ » – для определения предельной скорости выполнения маневра и скоростей, при которых возникают снос, занос и курсовые колебания автотранспортного средства. В результате испытаний фиксируются предельная скорость, при которой происходит отрыв одного из колес от поверхности дороги или выход автотранспортного средства за пределы размеченного коридора, и боковое ускорение в момент отрыва колес от дороги [6].

Следует отметить, что результаты подобного рода испытаний не всегда достоверны ввиду недостаточной точности фиксации величин определяемых параметров, а для некоторых типов транспортных колесных средств, особенно тех, скорость движения которых мала по сравнению со скоростью движения автомобиля, вовсе не актуальны. К тому же зачастую перед исследователем ставится задача определения некоторых параметров уже на стадии проектирования машины [12].

Для выбора рациональных конструктивных и эксплуатационных параметров колесной машины при ее дальнейшем функционировании с целью улучшения организации и технологии производства работ, повышения экономичности поставлена задача аналитического определения и построения траектории криволинейного движения ее

кинематического центра, и на основе этого проведение анализа полученных взаимосвязанных характеристик неустановившегося поворота.

В качестве объекта исследований выбрана двухосная колесная машина со всеми управляемыми колесами и их поворотом относительно остова.

Методика исследования

Как правило, в основе как аналитических, так и экспериментальных методик исследования криволинейного движения колесной машины лежит круговой беспетлевой поворот, составляющие элементы которого можно найти в любом известном способе движения на повороте. Круговой поворот происходит с постепенным переходом от прямолинейного движения с бесконечно большим радиусом до минимального, затем идет процесс движения по кривой постоянного радиуса и на последнем участке осуществляется переход от минимального радиуса до бесконечно большого – при переходе с движения по кривой постоянного радиуса на прямолинейное движение.

Известно, что движение с переменным радиусом кривизны составляет приблизительно половину всей кривой траектории на повороте. Наибольшее отклонение от теоретической траектории движения наблюдается именно на одном из участков криволинейной траектории переменной кривизны – первом от начала совершения маневра, который называется «вход в поворот».

Третий характерный участок, также переменной кривизны, изучаемого способа поворота – «выход из поворота», как правило, принимается абсолютно «зеркальным» начальному этапу – входу в поворот. Это достаточно объективно, так как при выходе из поворота происходит снижение динамических нагрузок на машину и, как следствие, их составляющих, стремящихся отклонить ее от требуемой траектории движения.

Имеется опыт определения траектории входа в поворот с использованием метода нелинейной аппроксимации кусочно-гладкой функцией некоторой последовательности точек базовых элементов [5, 8], который показал свою высокую эффективность с возможностями дальнейшего совершенствования процесса автоматизированного проектирования с целью полного устранения этапа графической проработки траектории и автоматического учета всех предъявляемых к ней требований. Этот метод решил задачу наилучшего приближения точек траектории к заданной теоретической последовательности ее точек [2].

Для получения заданной теоретической траектории были выведены уравнения для определения абсцисс $x(t)$ и ординат $y(t)$ кинематического центра колесной машины при входе в поворот (рис. 1) как функций времени t [2]:

$$x(t) = v \int \sin \left[v \int \frac{\sin \{(\omega_1 + \omega_2)t\} dt}{\{0,5B(tg \omega_1 t + tg \omega_2 t) + L\} \cos \omega_1 t \cos \omega_2 t} \right] dt; \quad (1)$$

$$y(t) = v \int \cos \left[v \int \frac{\sin \{(\omega_1 + \omega_2)t\} dt}{\{0,5B(tg \omega_1 t + tg \omega_2 t) + L\} \cos \omega_1 t \cos \omega_2 t} \right] dt, \quad (2)$$

где v – скорость поступательного движения колесной машины, м/с;

ω_1 и ω_2 – угловые скорости поворота внутренних по отношению к центру поворота в поперечной плоскости относительно остова соответственно переднего и заднего колес, с⁻¹;

B – расстояние между осями шкворней рулевых трапеций передних и задних колес, м;

L – продольная (колесная) база машины, м.

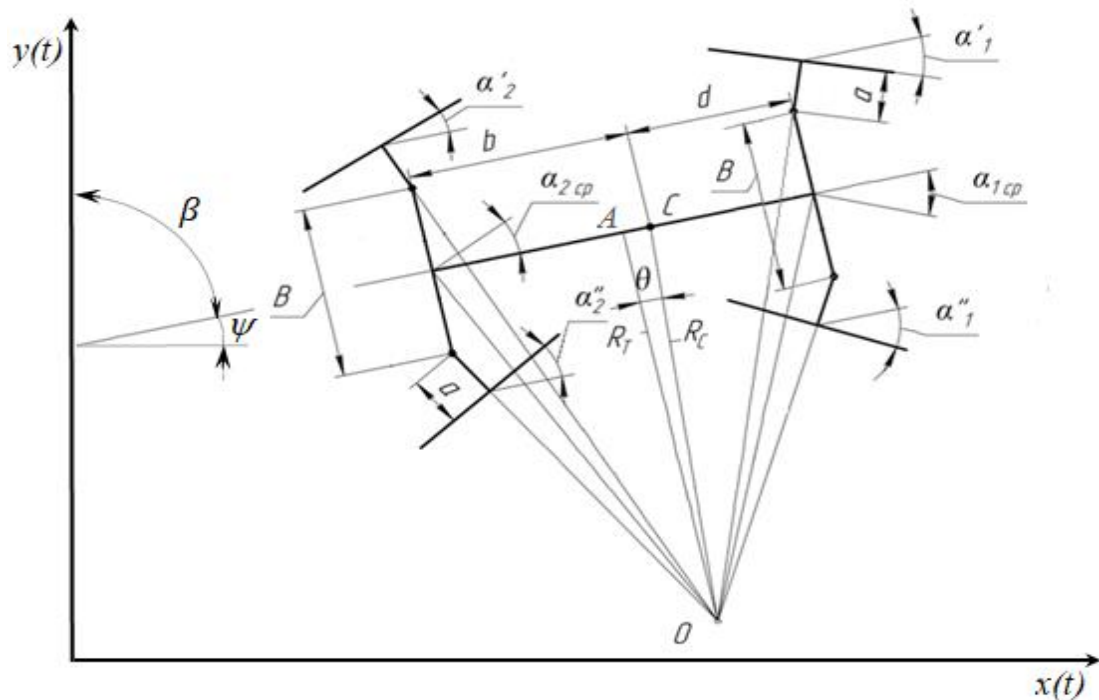


Рис. 1. Расчетная схема двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами

В приведенных формулах (1) и (2) принято вполне оправданное конструктивными особенностями большинства существующих типов современных колесных машин [10, 11] допущение о равенстве расстояний между осями шкворней передних и задних мостов, и заданы линейные функции $a_1'' = \omega_1 t$ и $a_2'' = \omega_2 t$, что соответствует равномерному вращению рулевого колеса и поэтому с достаточно высокой степенью точности – равномерному повороту управляемых колес на некоторые углы a_1'' и a_2'' .

Для упрощения вычислений принимаем, что $\omega_1 = \omega_2 = \omega$, тогда уравнения (1) и (2) примут следующий вид:

$$x(t) = v \int \sin \left[v \int \frac{2 \sin \omega t \cos \omega t dt}{(B \tan \omega t + L) \cos^2 \omega t} \right] dt = v \int \sin \left[2v \int \frac{\sin \omega t dt}{(B \sin \omega t + L \cos \omega t)} \right] dt ; \quad (3)$$

$$y(t) = v \int \cos \left[2v \int \frac{\sin \omega t dt}{(B \sin \omega t + L \cos \omega t)} \right] dt . \quad (4)$$

Результаты и их обсуждение

За кинематический центр при выводе уравнений (1) и (2) принята точка A пересечения перпендикуляра, проведенного из мгновенного центра поворота, с продольной осью колесной машины. При этом кривая, которую будет очерчивать любая точка колесной машины на опорной поверхности, будет представлять собой кривую переменного (убывающего) радиуса (рис. 2 и 3) [1, 5, 8, 9].

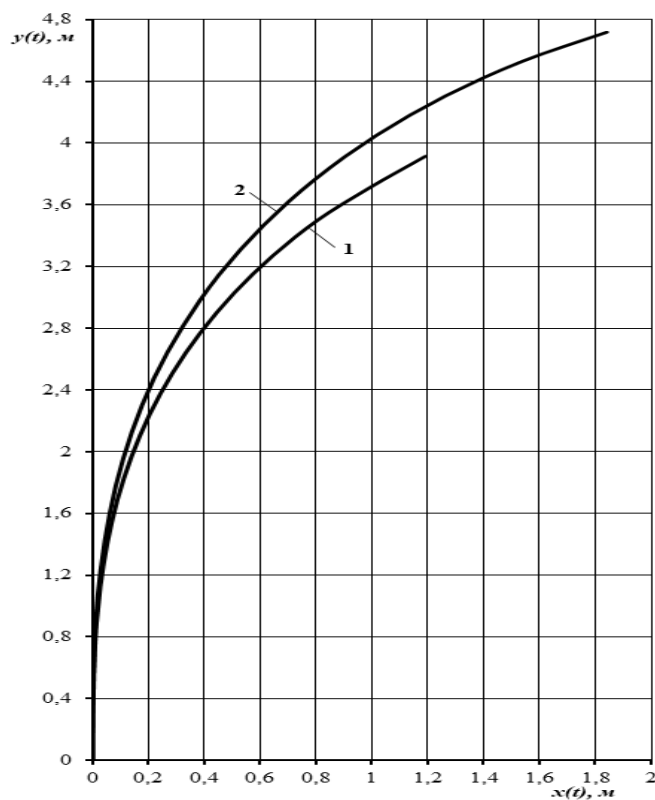


Рис. 2. Траектории движения колесной машины при входе в поворот при $\omega_1 = \omega_2 = 0,195 \text{ c}^{-1}$: 1 – $v = 1,41 \text{ м/с}$; 2 – $v = 1,78 \text{ м/с}$

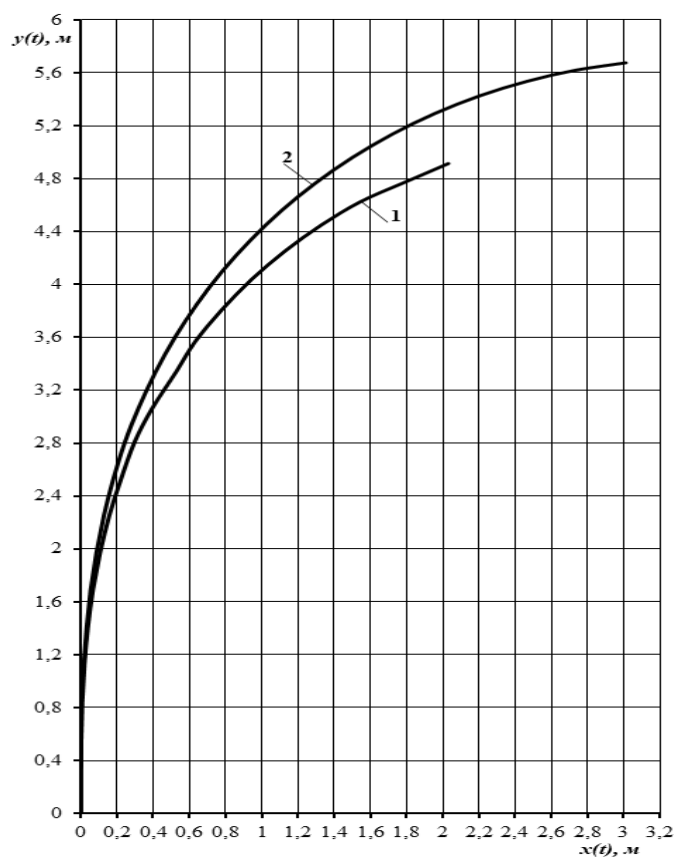


Рис. 3. Траектории движения колесной машины при входе в поворот при $v = 1,41 \text{ м/с}$: 1 – $\omega_1 = \omega_2 = 0,146 \text{ c}^{-1}$; 2 – $\omega_1 = \omega_2 = 0,117 \text{ c}^{-1}$

Расчеты проводились при следующих исходно-начальных параметрах, характеризующих конструктивно-геометрические и эксплуатационные особенности колесной машины [4]:

- продольная (колесная) база машины – $L = 2,6$ м;
- расстояние между осями шкворней рулевых трапеций передних и задних колес – $B = 1,8$ м;
- максимальные углы поворота управляемых колес $a_1'' = a_{1\max}'' = 33,5^\circ$ и $a_2'' = a_{2\max}'' = 33,5^\circ$.

При этом скорость поступательного движения колесной машины (v), угловые скорости поворота внутренних по отношению к центру поворота в поперечной плоскости относительно остова соответственно переднего и заднего колес (ω_1 и ω_2) и время движения до окончания маневра (t) являются переменными величинами.

В работе [1] опубликованы данные, полученные авторами при разработке теоретических основ метода оценки траектории, описываемой колесной машиной при входе в поворот передними управляемыми колесами, и выбора рациональных значений поступательной скорости движения v и угловой скорости поворота управляемых колес $\omega_1(\omega_2 = 0)$, поэтому в представленной статье будем приводить не только результаты настоящих исследований, но и для сравнения – предыдущих [1], которые даются в скобках.

В результате расчетов получили, что при постоянных угловых скоростях поворота управляемых колес $\omega_1 = \omega_2 = 0,195 \text{ с}^{-1}$, что соответствует их повороту из нейтрального в крайние положения на максимальные углы $a_1'' = a_{1\max}'' = \omega_1 t_{\max}$ и $a_2'' = a_{2\max}'' = \omega_2 t_{\max}$ за время $t_{\max} = 3$ с, и при изменении поступательной скорости движения колесной машины v в интервале от 0,57 м/с (2,05 км/ч) до 1,78 м/с (6,41 км/ч) максимальная абсцисса кривой $x_{\max}$ увеличилась в 9 раз – с 0,204 до 1,841 м (с 0,113 до 1,074 м – в 9,5 раза [1]), а максимальная ордината $y_{\max}$ – в 2,8 раза – с 1,689 до 4,718 м (с 1,703 до 5,141 м – в 3 раза [1]) (рис. 4).

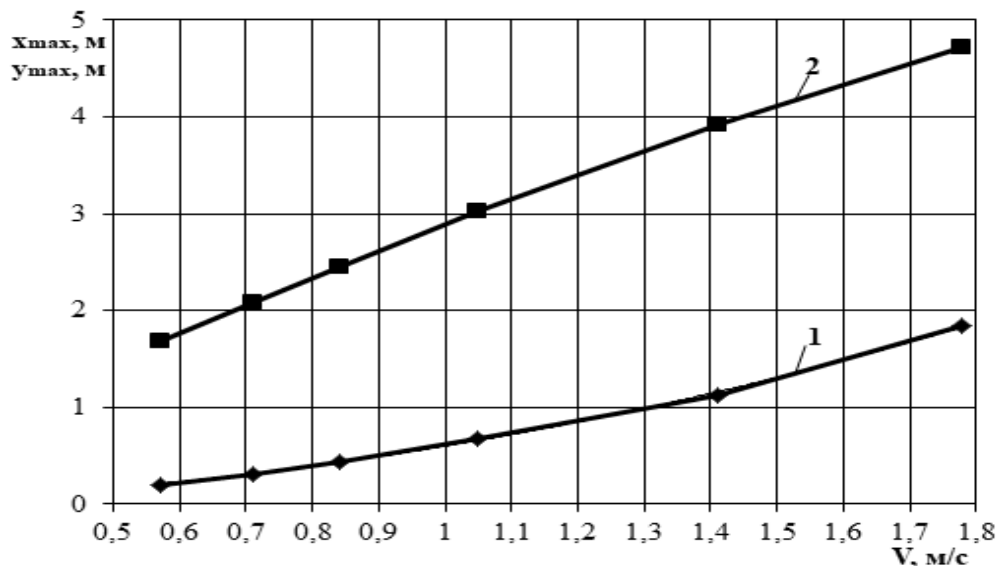


Рис. 4. Зависимости максимальных абсцисс и ординат кривых траектории движения колесной машины при входе в поворот от скорости движения при $\omega_1 = \omega_2 = 0,195 \text{ с}^{-1}$: 1 – $x_{\max}$; 2 – $y_{\max}$

С ростом скоростей в принятом диапазоне площадь участка для выполнения изучаемого маневра всеми поворотными колесами увеличивается примерно в 25 раз, только передними – в 30 раз, но в этом случае она примерно в два раза меньше.

При постоянной скорости $v = 1,41$ м/с (5,08 км/ч) и изменении угловых скоростей в интервале от $\omega_1 = \omega_2 = 0,0974$ с⁻¹ до $\omega_1 = \omega_2 = 0,292$ с⁻¹, что соответствует диапазону времени поворота колес на углы $a_{1\max}''$ и $a_{2\max}''$ от 2 с до 6 с, получено:

$x_{\max}$ с увеличением ω_1 и ω_2 уменьшается в 7,4 раза – с 4,055 до 0,545 м (с 2,585 до 0,305 м – в 8,5 раза [1]);

$y_{\max}$ – примерно в 2,3 раза – с 6,186 до 2,725 м (с 7,689 до 2,79 м – примерно в 2,8 раза [1]) (рис. 5).

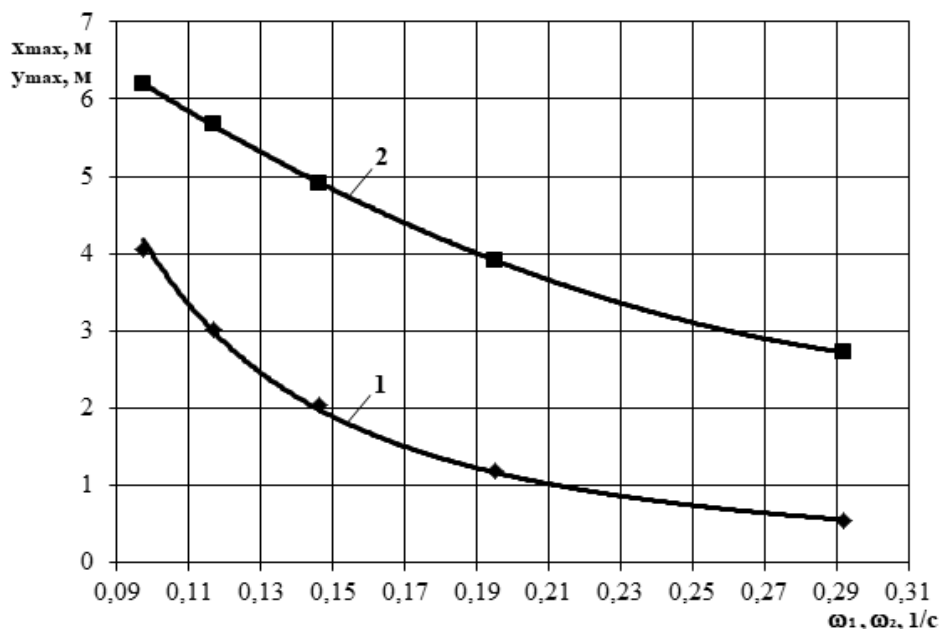


Рис. 5. Зависимости максимальных абсцисс и ординат траектории движения колесной машины при входе в поворот от угловых скоростей поворота управляемых колес при $v = 1,41$ м/с: 1 – $x_{\max}$; 2 – $y_{\max}$

При повышении ω_1 и ω_2 с 0,0974 до 0,292 с⁻¹ площадь участка входа в поворот всеми управляемыми колесами уменьшается примерно в 9 раз, только передними – в 25 раз, но при этом она в 1,5–4 раза меньше.

Радиус кривизны ρ в любой точке кривой траектории (рис. 2, рис. 3) определяется по формуле (5) [3, 5, 8]

$$\rho = \left| \frac{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{1,5}}{\ddot{x}\dot{y} - \dot{x}\ddot{y}} \right|, \quad (5)$$

где x, y – координаты траектории, м;

$\dot{x}, \dot{y}, \ddot{x}, \ddot{y}$ – соответственно первые и вторые производные от координат x и y по времени t .

Углы наклона продольной оси машины к осям абсцисс ψ и ординат β определяются, соответственно по следующим выражениям [3, 5, 8]:

$$\psi = \arctg \frac{dy}{dx}; \quad (6)$$

$$\beta = \arctg \frac{dx}{dy}. \quad (7)$$

Длина любого участка траектории l – расстояние от начала координат (от начала совершения маневра) до изучаемой ее точки вычисляется по формуле (8) [3, 5, 8]

$$l = \int_0^{\tau} \left[\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \right]^{0,5} dt, \quad (8)$$

где τ – время хода машины от начала совершения маневра до изучаемой точки, с.

Выполнив расчеты по формуле (5) в верхних точках всех кривых (рис. 2 и 3), получили $\rho_{min} = 2,89$ м ($\rho_{min} = 4,85$ м [1]), что соответствует значению минимального теоретического радиуса R_T , приведенному в технических характеристиках некоторых колесных машин при $L = 2,6$ м, $B = 1,8$ м, $a_{1cp} = a_{2cp} = 24,19^\circ$, что соответствует $a_{1max}'' = a_{2max}'' = 33,5^\circ$ [4].

В результате расчетов по формулам (6) и (7) получили следующие значения анализируемых параметров:

1) при $\omega_1 = \omega_2 = 0,195$ с⁻¹ и при $v = 1,41$ м/с

$\psi = 41,01^\circ$ и $\beta = 48,99^\circ$ ($\psi = 62,23^\circ$ и $\beta = 27,77^\circ$ [1]);

при $\omega_1 = \omega_2 = 0,195$ с⁻¹ и $v = 1,78$ м/с:

$\psi = 28,16^\circ$ и $\beta = 61,84^\circ$ ($\psi = 54,95^\circ$ и $\beta = 35,05^\circ$ [1]) (рис. 1 и 2);

2) при $v = 1,41$ м/с и $\omega_1 = \omega_2 = 0,117$ с⁻¹:

$\psi = 8,35^\circ$ и $\beta = 81,65^\circ$ ($\psi = 43,72^\circ$ и $\beta = 46,28^\circ$ [1]);

при той же скорости v , но при $\omega_1 = \omega_2 = 0,146$ с⁻¹:

$\psi = 24,78^\circ$ и $\beta = 65,22^\circ$ ($\psi = 53,04^\circ$ и $\beta = 36,96^\circ$ [1]) (рис. 1 и 3).

Угол наклона продольной оси машины к оси ординат β – это угол поворота машины в пределах участка входа в поворот, а так как $\psi + \beta = 90^\circ$, то угол наклона продольной оси машины к оси абсцисс ψ – это угол поворота машины по кривой постоянного радиуса (дуге окружности) до момента совершения половины разворота, то есть поворота на угол 90° . Таким образом, двухосная колесная машина со всеми управляемыми колесами совершает маневр поворота с более коротким участком круговой кривой, равным $2\rho\psi$, а следовательно, и более короткой траекторией.

Так как продольная ось машины в любой момент времени (рис. 1) является касательной к кривой траектории (рис. 2 и 3), то угол ее наклона к оси координат вместе с окружностью радиусом R_T – траекторией участка установившегося движения, следующим за рассматриваемым, определяет положение ее центра и характер сопряжения кривых двух этапов поворота и оказывает влияние на общую площадь участка для совершения поворота.

Зная координаты траектории кинематического центра машины (2) и (3), определение координат траекторий и других кинематических параметров любой ее точки возможно из тригонометрических соображений [2] при начально известных или вычисленных в процессе настоящих исследований эксплуатационных или конструктивных параметрах (в том числе указанных на рис. 1).

Результаты представленных исследований дают возможность провести выбор рациональных эксплуатационных и конструктивных параметров двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами исходя из оценки параметров кривой траектории переменного радиуса входа в поворот.

Выводы

1. Поворот двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами в сравнении с колесной машиной с передними управляемыми колесами при постоянных угловых скоростях поворота управляемых колес $0,195 \text{ с}^{-1}$ и изменении поступательной скорости движения колесной машины в интервале от $0,57 \text{ м/с}$ ($2,05 \text{ км/ч}$) до $1,78 \text{ м/с}$ ($6,41 \text{ км/ч}$) характеризуется увеличением максимальной абсциссы участка входа в поворот в $1,71\text{--}1,81$ раза и сокращением максимальной ординаты участка входа в поворот на $1\text{--}8\%$.

2. Поворот двухосной колесной машины со всеми управляемыми колесами в сравнении с колесной машиной с передними управляемыми колесами при постоянной поступательной скорости движения $1,41 \text{ м/с}$ ($5,08 \text{ км/ч}$) и изменении угловых скоростей поворота управляемых колес от $0,0974$ до $0,292 \text{ с}^{-1}$ характеризуется увеличением максимальной абсциссы участка входа в поворот в $1,57\text{--}1,77$ раза и сокращением максимальной ординаты участка входа в поворот на $24,3\text{--}2,4\%$.

3. Двухосная колесная машина со всеми управляемыми колесами в сравнении с колесной машиной с передними управляемыми колесами отличается значительно меньшим минимальным теоретическим радиусом поворота (в $1,68$ раза), а также более коротким участком круговой кривой (в $2,54\text{--}8,81$ раза короче), а следовательно, и более короткой траекторией поворота.

Таким образом, в стесненных условиях, когда ограничена зона поворота, целесообразно использовать двухосную колесную машину со всеми управляемыми колесами.

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. и др. Теоретическая механика: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. Москва: Издательский центр «Академия», 2010. 432 с.
4. Виноградов К.Н., Дурманов А.С., Киселев Н.И. и др. Обоснование параметров и конструкции универсально-пропашного трактора повышенной эффективности. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 1978. 164 с.
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. 12-е изд., стер. Москва: Наука, 1977. 871 с.
6. ГОСТ Р 31507-2012. Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2013. 54 с.
7. Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е. и др. Тракторы: теория. Москва: Машиностроение, 1988. 374 с.
8. Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. Москва: ДМК-Пресс, 2009. 1264 с.
9. Салминен Э.О., Грехов Г.Ф., Тюрин Н.А. и др. Транспорт леса: учебник; в 2 т. Т. 1. Сухопутный транспорт. Москва: Издательский центр «Академия», 2009. 368 с.
10. Скотников В.А., Мащенко А.А., Солонский А.С. Основа теории и расчет трактора и автомобиля. Москва: Агропромиздат, 1986. 383 с.
11. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. 2-е изд., доп. и перераб. Москва: Машиностроение, 1990. 352 с.
12. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов. Минск: Дизайн ПРО, 1997. 640 с.

References

1. Belyaev A.N., Afonichev D.N., Trishina T.V. Estimation of the parameters of the clotoid trajectory of the entrance to the turn of a wheeled vehicle. *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. Improving the efficiency of machine-tractor units based on integral universal-rowed wheeled tractors: 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. et al. Theoretical mechanics: textbook for students of institutions of higher professional education. Moscow: Publishing Center "Academiya"; 2010. 432 p. (In Russ.).
4. Vinogradov K.N., Durmanov A.S., Kiselev N.I. et al. Substantiation of the parameters and design of a universal-row tractor of increased efficiency. Voronezh: Voronezh State University Publishers; 1978. 164 p. (In Russ.).
5. Vygodskiy M.Ya. Handbook on Higher Mathematics. 12th stereotyped edition. Moscow: Nauka Publishers; 1961. 871 p. (In Russ.).
6. GOST R 31507-2012. Road vehicles. Handling and stability. Technical requirements. Test methods. Moscow: Standartinform Publishers; 2013. 54 p. (In Russ.).
7. Guskov V.V., Velez N.N., Atamanov Yu.E. et al. Tractors: theory: textbook for universities in the specialty "Cars and Tractors". Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1988. 374 p. (In Russ.).
8. Diakonov V.P. Encyclopedia of Computer Algebra. Moscow: DMK-Press; 2009. 1264 p. (In Russ.).
9. Salminen E.O., Grekhov G.F., Tyurin N.A. et al. Forestry Transport : in 2 vols. Vol. 1. Land Transport. Moscow: Publishing Center "Academy"; 2009. 368 p. (In Russ.).
10. Skotnikov V.A., Mashchenskiy A.A., Solonskiy A.S. Foundations of the theory and calculation of a tractor and a car. Moscow: Agropromizdat; 1986. 383 p. (In Russ.).
11. Smirnov G.A. Theory of motion of wheeled vehicles. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1990. 352 p. (In Russ.).
12. Tarasik V.P. Mathematical Modeling of Engineering Systems: textbook for Institution of Higher Education. Minsk: Design PRO Publishers; 1997. 640 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, aifkm@agroeng.vsau.ru.

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

Т.В. Тришина – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», tata344@rambler.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», agroeng.vsau.ru.

Н.М. Дерканосова – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров, проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», kommerce05@list.ru.

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, aifkm@agroeng.vsau.ru.

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

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.

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, agroeng.vsau.ru.

N.M. Derkanosova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Pro-Rector for Academic Affairs, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, kommerce05@list.ru.

Статья поступила в редакцию 11.11.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023; принята к публикации 22.12.2023.

The article was submitted 11.11.2023; approved after reviewing 15.12.2023; accepted for publication 22.12.2023.

© Беляев А.Н., Афоничев Д.Н., Тришина Т.В., Оробинский В.И., Дерканосова Н.М., 2024

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

Научная статья

УДК 629.015/62-9

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_94

EDN: TCYDXW

**Согласование геометрических и кинематических характеристик
криволинейного движения транспортного средства**

**Александр Николаевич Беляев^{1✉}, Владимир Иванович Оробинский²
Татьяна Владимировна Тришина³, Павел Викторович Шередекин⁴,
Алексей Евгеньевич Новиков⁵**

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

¹ aifkm_belyaev@mail.ru✉

Аннотация. На большинстве современных транспортных средств для управления применяется кинематический способ поворота, который реализуется, как правило, поворотом управляемых колес относительно остова. Для обеспечения правильной кинематики поворота, безопасности движения при маневрировании машина оснащается рулевым приводом, при этом определенным геометрическим параметрам деталей рулевого привода соответствуют вполне конкретные кинематические характеристики поворота. Представлены результаты исследования, проведенного с целью согласования геометрических и кинематических характеристик криволинейного движения колесного транспортного средства. Получены и подтверждены сравнением с результатами ранее проведенных исследований основные аналитические выражения, определяющие геометрию и кинематику «чистого» качения колес транспортного средства при криволинейном движении. Расчеты, выполненные на примере трактора Беларус-80.1, показали, что изменение шкворневой колеи колесной машины приводит к искажению заложенного конструктивно соотношения между углами поворота внутреннего и наружного управляемых колес и, следовательно, к нарушению геометрических и кинематических характеристик криволинейного движения. Выявлены взаимосвязи и закономерности изменения геометрических и кинематических характеристик, определяющих криволинейное движение транспортного средства. Для того чтобы все колеса транспортного средства свободно вращались на криволинейной траектории, нормальные линии к центру каждой плоскости шины должны пересекаться в общей точке. Устройством, посредством которого можно обеспечить работу рулевого управления транспортного средства близко к соблюдению условия свободного качения колес, является четырехзвенный рычажный механизм рулевой трапеции. Для обеспечения необходимых условий свободного вращения колес при повороте транспортного средства во всем диапазоне изменения его колеи конструкция рычажного механизма рулевой трапеции должна быть спроектирована в виде многопозиционного соединения ее деталей.

Ключевые слова: транспортное средство, поворот, рулевая трапеция, радиус, угол, управляемые колеса, свободное качение

Для цитирования: Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В., Шередекин П.В., Новиков А.Е. Согласование геометрических и кинематических характеристик криволинейного движения транспортного средства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 94–101. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_94–101.

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

Original article

**Verification of the match between geometric and kinematic
characteristics of the wheeled vehicle curvilinear motion**

**Aleksandr N. Belyaev^{1✉}, Vladimir I. Orobinsky², Tatyana V. Trishina³,
Pavel V. Sheredekin⁴, Aleksey E. Novikov⁵**

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

¹ aifkm_belyaev@mail.ru✉

Abstract. On most modern vehicles, a kinematic turning method is used for control, which is realized, as a rule, by turning the steering wheels relative to the frame. To ensure the correct kinematics of rotation, safety of the motion during maneuvering, the machine is equipped with a steering drive, while certain geometric parameters of the steering drive parts correspond to quite specific kinematic characteristics of rotation. The research findings

with the view of verification of the match between geometric and kinematic characteristics of the wheeled vehicle curvilinear motion are presented. The basic analytical expressions defining the geometry and kinematics of the "pure" rolling of the wheels of a vehicle at curved motion have been obtained and confirmed by comparison with the results of previous studies. Calculations performed on the example of the Belarus-80.1 tractor showed that a change in the pivot track of a wheeled vehicle leads to a distortion of the structurally laid-down ratio between the rotation angles of the inner and outer steering wheels, and, consequently, to a violation of the geometric and kinematic characteristics of curvilinear motion. The interrelationships and patterns of changes in geometric and kinematic characteristics that determine the curvilinear motion of a vehicle are revealed. In order for all wheels of the vehicle to rotate freely on a curved trajectory, the normal lines to the center of each tire plane must intersect at a common point. The device by which it is possible to ensure the operation of the steering control of the vehicle close to compliance with the conditions of free rolling of the wheels is a four-link lever mechanism of the steering linkage. To ensure the necessary conditions for free rotation of the wheels when turning the vehicle over the entire range of changes in its track, the design of the lever mechanism of the steering linkage must be engineered in the form of a multi-position connection of its parts.

Keywords: vehicle, turn, steering linkage, radius, angle, steering wheels, free rolling

For citation: Belyaev A.N., Orobinsky V.I., Trishina T.V., Sheredekin P.V., Novikov A.E. Verification of the match between geometric and kinematic characteristics of the wheeled vehicle curvilinear motion. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1): 94-101. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_94-101.

На большинстве современных транспортных средств для управления применяется кинематический способ поворота, который реализуется, как правило, поворотом управляемых колес относительно остова. Для обеспечения правильной кинематики поворота, безопасности движения при выполнении различных маневров колесная машина оснащается рулевым приводом, состоящим из систем тяг и рычагов, осуществляющим, совместно с рулевым механизмом, поворот управляемых колес таким образом, чтобы их качение не вызывало скольжения [1, 3].

Система рулевого управления транспортного средства предназначена не только для изменения его направления движения при совершении различных маневров по требуемой траектории, но и для обеспечения при этом необходимых условий для свободного качения всех колес. В соответствии с этим между основными геометрическими характеристиками (расстоянием между осями шкворней B , колесной базой L , углами поворота внутреннего α_B и наружного α_H по отношению к центру поворота колес) четырехколесного транспортного средства с передними управляемыми колесами при его низкой скорости поступательного движения, отсутствии действия центробежной силы инерции и бокового увода должно соблюдаться однозначное кинематическое условие, определяющее качение всех колес машины без скольжения. Выполнение установленного кинематического условия гарантирует не только «чистое» качение колес, но и подразумевает наличие конкретных взаимосвязей между геометрическими и кинематическими характеристиками транспортного средства при криволинейном движении.

На рисунке 1 представлен вариант выполнения поворота (например, левого) наиболее распространенным в мировой практике четырехколесным транспортным средством с передними управляемыми колесами.

При относительно низкой поступательной скорости движения машины между внутренним и внешним, по отношению к центру поворота, колесами должно выполняться однозначное кинематическое условие, позволяющее им поворачиваться без проскальзывания [4, 6, 7, 10, 11]:

$$\operatorname{ctg} \alpha_H - \operatorname{ctg} \alpha_B = B/L, \quad (1)$$

где α_H – угол поворота наружного колеса;

α_B – угол поворота внутреннего колеса;

B – расстояние между осями шкворней (шкворневая колея), м;

L – колесная (продольная) база, м.

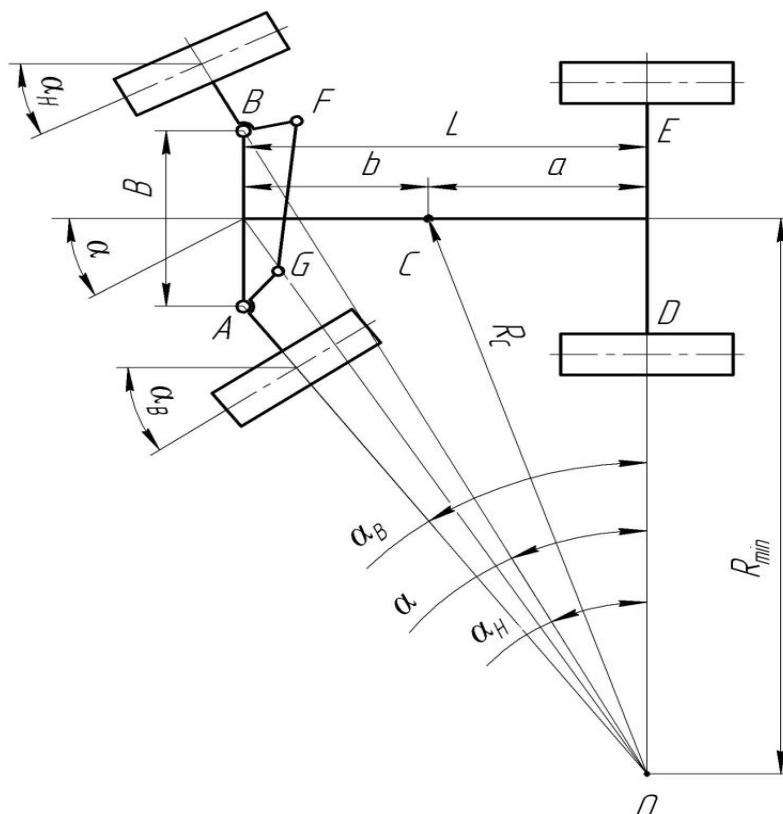


Рис. 1. Кинематическая схема поворота транспортного средства с передними управляемыми колесами

Колея B и база L принимаются за кинематические ширину и длину транспортного средства. У большинства транспортных средств разные колеи переднего и заднего мостов. Колея B в кинематическом условии (1) относится к передней колее. Задняя колея абсолютно не влияет на кинематическое состояние транспортного средства с передними управляемыми колесами.

При свободном («чистом») качении всех колес на криволинейной траектории положения внутреннего и наружного управляемых колес определяются на основе вполне определенного геометрического положения центра поворота O , который является общей точкой пересечения нормальных линий к центру каждой плоскости шины.

Как следует из данных рисунка 1, внутренний и наружный углы поворота колес могут быть рассчитаны из тригонометрии двух треугольников $\triangle OAD$ и $\triangle OBE$:

$$\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{L}{R_{\min} - \frac{B}{2}}; \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_H = \frac{L}{R_{\min} + \frac{B}{2}}, \quad (3)$$

где $R_{\min}$ – минимальный теоретический радиус поворота, м.

Используя выражения (2) и (3) для расчета радиуса поворота, получаем следующее выражение:

$$R_{\min} = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha_B} + \frac{1}{2}B = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha_H} - \frac{1}{2}B. \quad (4)$$

Следует отметить, что радиус поворота можно также получить из ранее выведенной авторами в работе [2] формулы для определения теоретического минимального радиуса поворота двухосной машины со всеми управляемыми колесами

$$R_{\min} = \frac{\left[\frac{B}{2}(\operatorname{tg} \alpha_B' + \operatorname{tg} \alpha_B'') + L\right] \cos \alpha_B' \cos \alpha_B''}{\sin(\alpha_B' + \alpha_B'')}, \quad (5)$$

если принять в ней угол поворота заднего внутреннего колеса $\alpha_B'' = 0$.

Очевидно, зависимости (4) и (5) обеспечивают выполнение условия (1). Каждое из них также позволяет получить соответственно следующие уравнения для оценки угла поворота наружного колеса:

$$\alpha_H = \arctg \left(\frac{L \operatorname{tg} \alpha_B}{L + B \operatorname{tg} \alpha_B} \right); \quad (6)$$

$$\alpha_H = \arctg \left[\operatorname{tg} \alpha_B \left(\frac{2R_{\min} - B}{2R_{\min} + B} \right) \right], \quad (7)$$

результаты расчетов по которым полностью совпадают.

Для определения радиуса поворота R_C центра масс C транспортного средства обычно принято рассматривать его эквивалентную двухколесную схему (рис. 2) [12–15], где средние значения углов поворота внутреннего и внешнего колес связаны между собой следующей зависимостью:

$$\operatorname{ctg} \alpha = (\operatorname{ctg} \alpha_H + \operatorname{ctg} \alpha_B) / 2. \quad (8)$$

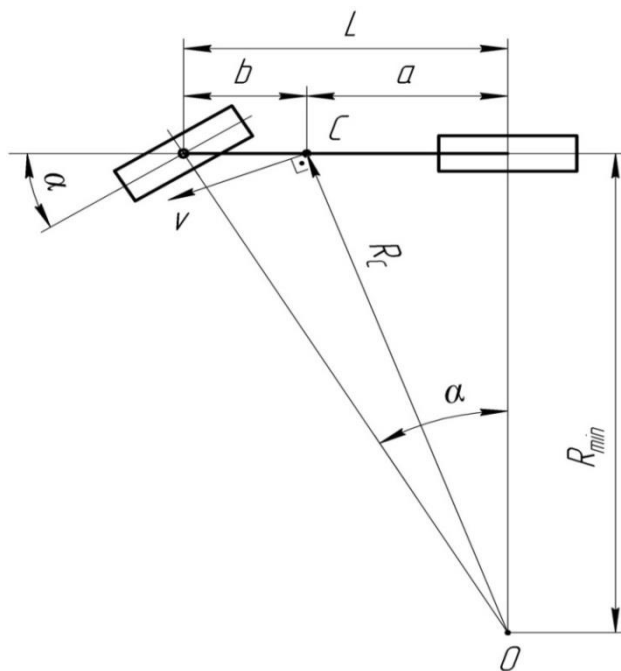


Рис. 2. Эквивалентная двухколесная модель транспортного средства с передним управляемым колесом

Угол α в уравнении (8) – эквивалентный (средний) угол поворота двухколесного транспортного средства, имеющего ту же колесную базу L и радиус поворота R_C , также может быть найден из анализа исходной четырехколесной схемы с теми же геометрическими параметрами следующим образом [2]:

$$\alpha = \arctg \left(\operatorname{tg} \alpha_B \frac{2R_{\min} - B}{2R_{\min}} \right). \quad (9)$$

Исходя из того, что радиус R_C перпендикулярен вектору скорости V центра масс, из тригонометрических соображений получаем

$$R_C^2 = a^2 + R_{\min}^2 \quad (10)$$

и

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{R_{\min}}{L}. \quad (11)$$

Воспользовавшись выражениями (10) и (11), определяем окончательно радиус поворота

$$R_C = \sqrt{a^2 + L^2 \operatorname{ctg}^2 \alpha}. \quad (12)$$

В работе [2], где исследовалась четырехколесная схема криволинейного движения транспортного средства, выявлено, что определить радиус траектории поворота центра масс можно также по следующему равнозначному в отношении результата выражению:

$$R_C = \sqrt{\left(\operatorname{tg} \alpha_B \left(R_{\min} - \frac{B}{2} \right) - b \right)^2 + R_{\min}^2}. \quad (13)$$

Таким образом, доказано: для того чтобы все колеса транспортного средства свободно вращались на криволинейной дороге, нормальные линии к центру каждой плоскости шины должны пересекаться в общей точке.

Условия (12) и (13) выполняются, когда скорость поступательного движения транспортного средства очень мала, на него не действуют боковая сила и центробежная сила инерции, углы бокового увода шин равны нулю и нет их бокового скольжения.

Однако в настоящее время еще не существует рулевого механизма, который мог бы идеально обеспечить выполнение условия (1) даже при отмеченных выше допущениях. Устройством, посредством которого можно обеспечить работу рулевого управления транспортного средства близко к требованию (1), является четырехзвенный рычажный механизм *ABFG* (рис. 1), называемый рулевой трапецией [1, 6, 12, 13].

Указанная проблема особенно актуальна для машин с конструкцией, предусматривающей изменение ширины колеи, например у пропашных колесных тракторов [8, 9], у которых, как правило, для того чтобы это оказывало как можно меньшее влияние на геометрию и кинематику поворота, рациональные параметры рулевой трапеции устанавливаются для ее наиболее часто используемой величины [1, 6].

В реальности при варьировании колеи расстояние между осями шкворней и длины поворотных рычагов постоянны, но изменяются углы наклона их к продольной оси машины и длина поперечной тяги [1], то есть искажаются геометрические характеристики трапеции, установленные изначально для выполнения условия (1), и соответственно нарушается кинематика криволинейного движения. То, что вполне определенному отношению B/L соответствует вполне закономерная взаимосвязь между углами поворота внешнего и внутреннего колес при условии выполнения (1), показано на рисунке 3 для различных значений B/L трактора Беларусь-80.1. При расчетах приняты следующие технические характеристики трактора Беларусь-80.1: $L = 2370$ мм, $B = 1350\text{--}1750$ мм с дискретным изменением через 100 мм и $\alpha_B = 0\text{--}40^\circ$ с интервалом в 5° [8].

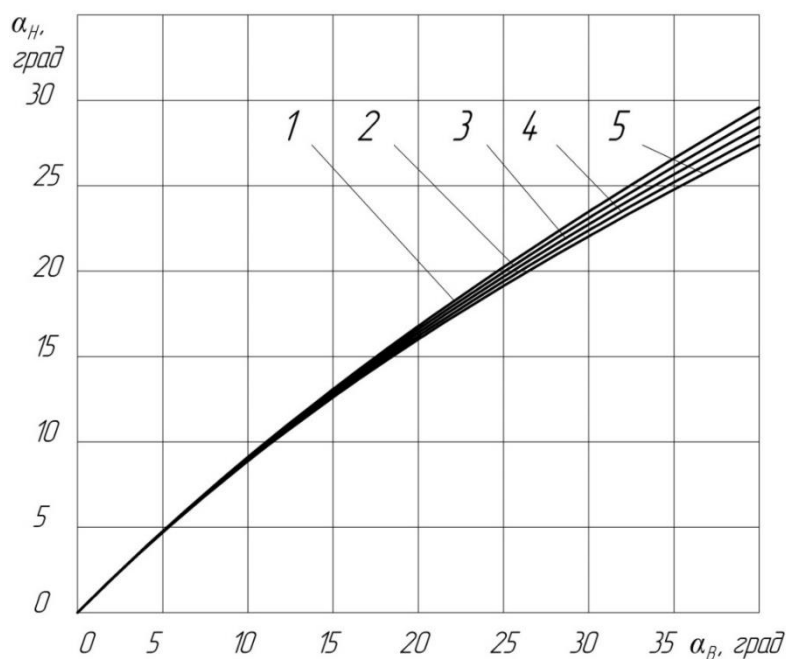


Рис. 3. Влияние отношения B/L на условие чистого качения колес трактора Беларусь-80.1:
1 — $B/L = 0,57$; 2 — $B/L = 0,61$; 3 — $B/L = 0,65$; 4 — $B/L = 0,7$; 5 — $B/L = 0,74$

Результаты расчетов выявили, что с увеличением отношения B/L разность между α_B и α_H растет. Например, $\alpha_H = 20,23^\circ$ при $B/L = 0,57$ и $\alpha_B = 25^\circ$, а при $B/L = 0,7$ и $\alpha_B = 25^\circ$ — $\alpha_H = 19,4^\circ$ (рис. 3). Анализ зависимости $R_{min} = f(B)$ (рис. 4) показал, что при этом также наблюдается рост значений R_{min} .

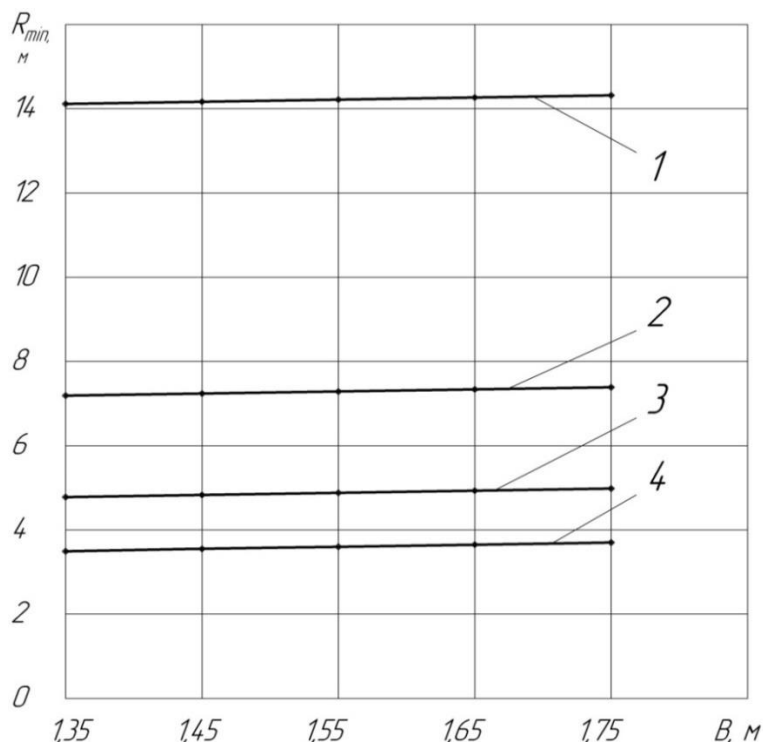


Рис. 4. Зависимость минимального радиуса поворота трактора Беларус-80.1 от ширины колеи: 1 – $\alpha_B = 10^\circ$; 2 – $\alpha_B = 20^\circ$; 3 – $\alpha_B = 30^\circ$; 4 – $\alpha_B = 40^\circ$

При дальнейших расчетах:

- при $B = 1350$ мм и $\alpha_B = 10^\circ$ – $R_{min} = 14,12$ м;
- при $B = 1750$ мм и $\alpha_B = 10^\circ$ – $R_{min} = 14,32$ м;
- при $B = 1350$ мм и $\alpha_B = 20^\circ$ – $R_{min} = 7,19$ м;
- при $B = 1750$ мм и $\alpha_B = 20^\circ$ – $R_{min} = 7,39$ м;
- при $B = 1350$ мм и $\alpha_B = 30^\circ$ – $R_{min} = 4,78$ м;
- при $B = 1750$ мм и $\alpha_B = 30^\circ$ – $R_{min} = 4,98$ м.

Как видно, приращения R_{min} в случае увеличения значений и B , и α_B равнозначны для каждого варианта:

- при изменении B от 1350 до 1750 мм при одинаковых значениях α_B R_{min} равно 0,2 м;
- при $B = 1,35$ м и $B = 1,75$ м с изменением α_B от 10° до 30° R_{min} равно 9,34 м.

Таким образом, выявлено, что определенным геометрическим параметрам деталей рулевого привода транспортного средства соответствуют вполне конкретные кинематические характеристики поворота, именно поэтому рычажный механизм рулевой трапеции должен быть выполнен в виде многопозиционного соединения ее звеньев, для того чтобы при изменении положения или размера одного из них была возможность изменения параметров других для выполнения условий правильной кинематики криволинейного движения.

Выводы

1. Для того чтобы все колеса транспортного средства свободно вращались на криволинейной траектории, нормальные линии к центру каждой плоскости шины должны пересекаться в общей точке.
2. Устройством, посредством которого можно обеспечить работу рулевого управления транспортного средства близко к соблюдению условия свободного качения колес, является четырехзвенный рычажный механизм рулевой трапеции.

3. Получены и подтверждены сравнением с результатами ранее проведенных автором исследований основные аналитические выражения, определяющие геометрию и кинематику «чистого» качения колес транспортного средства при криволинейном движении.

4. Результаты расчетов на примере трактора Беларусь-80.1 показали, что изменение шкворневой колеи колесной машины приводит к искажению заложенного конструктивно соотношения между углами поворота внутреннего и наружного управляемых колес и, следовательно, к нарушению геометрических и кинематических характеристик криволинейного движения.

5. Выявлены взаимосвязи и закономерности изменения геометрических и кинематических характеристик, определяющих криволинейное движение транспортного средства.

6. Для обеспечения необходимых условий свободного вращения колес при повороте транспортного средства во всем диапазоне изменения его колеи конструкция рычажного механизма рулевой трапеции должна быть спроектирована в виде многопозиционного соединения ее деталей.

Список источников

1. Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В. и др. Обоснование геометрических параметров рулевой трапеции колесной машины // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 2(77). С. 116–123. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_116. EDN: UVVOLI.
2. Беляев А.Н., Тришина Т.В. Исследование кинематики поворота колесного трактора // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 1(48). С. 115–120. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.1.115. EDN: RNBJBR.
3. Беляев А.Н., Тришина Т.В., Шередекин П.В. Основные типы систем рулевых управлений автомобилей // Проблемы и перспективы конструктивного совершенствования отечественного автомобилестроения: материалы Всероссийской научно-технической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2023. С. 24–32.
4. Вахламов В.К. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студентов вузов. Москва: Издательский центр «Академия», 2006. 480 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. Ксенович И.П., Гуськов В.В., Бочаров Н.Ф. и др. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет: учебник. Москва: Машиностроение, 1991. 543 с.
7. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф. Конструирование и расчет автомобиля: учебник. Москва: Машиностроение, 1984. 376 с.
8. Руководство по эксплуатации тракторов «БЕЛАРУС-80.1/82.1/820». Минск: ОАО «Минский тракторный завод», 2015. 381 с.
9. Руководство по эксплуатации тракторов «Беларус-1221.2/1221В.2/1221.3». Минск: ОАО «Минский тракторный завод», 2009. 302 с.
10. Скотников В.А., Маценский А.А., Солонский А.С. Основа теории и расчет трактора и автомобиля. Москва: Агропромиздат, 1986. 383 с.
11. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. 2-е изд., доп. и перераб. Москва: Машиностроение, 1990. 352 с.
12. Chen J., Shen X., Wang A. Steering Trapezoid Optimized Design of the Off-road Racing Car // Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2235(1). Article No. 12082. DOI: 10.1088/1742-6596/2235/1/012082.
13. Khristamto A., Praptijantia A., Kalega S. Measuring geometric and kinematic properties to design steering axis to angle turn of the electric golf car // Energy Procedia. 2015. Vol. 68. Pp. 463–470.
14. Pauwelussen J. Essentials of Vehicle Dynamics. UK, Oxford: Elsevier Ltd., 2015. 309 p.
15. Reza J. Vehicle Dynamics: Theory and Application. 2nd edition. New York: Springer International Publishing, 2008. 1045 p.

References

1. Belyaev A.N., Orobinsky V.I., Trishina T.V. et al. Substantiation of geometric parameters of steering linkage of a wheeled vehicle. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(2):116-123. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_116. EDN: UVVOLI. (In Russ.).
2. Belyaev A.N., Trishina T.V. Research on rotational kinematics of a wheel tractor. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2016;1(48):115-120. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.1.115. EDN: RNBJSR. (In Russ.).
3. Belyaev A.N., Trishina T.V., Sheredekin P.V. Main types of steering control systems for cars. Problems and prospects of constructive improvement of the domestic automotive industry: Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov Publishers; 2023:24-32. (In Russ.).
4. Vakhlamov V.K. Cars: Design and calculation elements: textbook for undergraduates. Moscow: Publishing Center "Academia"; 2006. 480 p. (In Russ.).
5. Guskov V.V., Velev N.N., Atamanov Yu.E. et al. Tractors: theory: textbook for universities in the specialty "Cars and tractors". Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1988. 374 p. (In Russ.).
6. Ksenevich I.P., Guskov V.V., Bocharov N.F. et al. Tractors. Engineering, designing and calculation. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1991. 544 p. (In Russ.).
7. Lukin P.P., Gasparyants G.A., Rodionov V.F. Designing and calculating a car: textbook. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1984. 376 p. (In Russ.).
8. Manual and User Guide for Minsk Tractor Works Belarus 80.1/82.1/820. Minsk Tractor Works Publishers; 2015. 381 p. (In Russ.).
9. Manual and User Guide for Minsk Tractor Works Belarus 1221.2/1221V.2/1221.3. Minsk: Minsk Tractor Works Publishers; 2009. 302 p. (In Russ.).
10. Skotnikov V.A., Mashchensky A.A., Solonsky A.S. Foundations of the theory and calculation of a tractor and a car. Moscow: Agropromizdat Publishers; 1986. 383 p. (In Russ.).
11. Smirnov G.A. Theory of motion of wheeled vehicles. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Mashinostroenie Publishers; 1990. 352 p. (In Russ.).
12. Chen J., Shen X., Wang A. Steering Trapezoid Optimized Design of the Off-road Racing Car. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022;2235(1):12082. DOI: 10.1088/1742-6596/2235/1/012082.
13. Khristamto A., Praptijantoa A., Kalega S. Measuring geometric and kinematic properties to design steering axis to angle turn of the electric golf car. *Energy Procedia*. 2015;68:463-470.
14. Pauwelussen J. Essentials of Vehicle Dynamics. UK, Oxford: Elsevier Ltd.; 2015. 309 p.
15. Reza J. Vehicle Dynamics: Theory and Application. 2nd edition. New York: Springer International Publishing; 2008. 1045 p.

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, aifkm@agroeng.vsau.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», 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.

П.В. Шередекин – аспирант кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», pavel.sheredekin@syngenta.com.

А.Е. Новиков – ассистент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», novikov-alexey1@yandex.ru.

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, aifkm@agroeng.vsau.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, 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.

P.V. Sheredekin, Postgraduate Student, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, pavel.sheredekin@syngenta.com.

A.E. Novikov, Assistant, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, novikov-alexey1@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 12.01.2024; одобрена после рецензирования 16.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 12.01.2024; approved after reviewing 16.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

© Беляев А.Н., Оробинский В.И., Тришина Т.В., Шередекин П.В., Новиков А.Е., 2024

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

Научная статья

УДК 636.082.474.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_102

EDN: SUYGST

Разработка инкубатора зонального нагрева для яиц птиц

Евгений Александрович Андрианов^{1✉}, Александр Николаевич Судаков²,
Николай Игоревич Скуратов³, Алексей Александрович Андрианов⁴

^{1, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

^{2, 3} Московский государственный зоологический парк, Москва, Россия

¹ evgeniy377@gmail.com✉

Аннотация. Описан опыт разработки, создания и использования инкубатора зонального нагрева яиц птиц, основанный на характерных для процессов естественной инкубации температурных параметрах и обеспечивающий термоградиент содержимого яиц в процессе инкубации за счет создания теплой и холодной зон скорлупы яиц. В экспериментальной модели инкубатора верхняя часть скорлупы контактировала с эластичной мембраной емкости с теплоносителем, а нижняя – с поверхностью подвижного необогреваемого пола лотка. В качестве теплоносителя использовали воду, позволяющую за счет высокой теплоемкости снизить динамику колебаний температуры при нагреве и охлаждении, а также устранить влияние инертности термодатчика и нагревательного элемента на температуру теплоносителя, что позволило снизить диапазон колебаний температуры теплоносителя до 0,1 °С. Температура теплоносителя устанавливалась эмпирически по данным беспроводного четырехзонного датчика температуры, использованного ранее для получения данных о температурном режиме яиц в процессе естественной инкубации. Предустановленная температура теплоносителя составила 39,8 °С. В процессе инкубации для регулировки температуры теплоносителя внешние термодатчики контроля температуры поверхности зоны контакта емкости с теплоносителем со скорлупой яиц не использовали. Для поворота яиц применяли подвижный пол, обеспечивающий угол поворота яиц более 180°. Вариабельность угла поворота обеспечивалась применением шатунного механизма. Применение зональной блокировки газообмена через участки скорлупы, контактирующие с мембраной нагревателя, позволило исключить компоненты поддержания влажности воздуха. Для повышения надежности отдельных узлов инкубатора использовали модульные компоненты без центрального управляющего контроллера. Срок автономной работы при прекращении электроснабжения – 8 часов. Выводимость яиц серого гуся составила 100%.

Ключевые слова: газообмен, зональный нагрев, инкубатор, охлаждение, яйца птиц

Для цитирования: Андрианов Е.А., Судаков А.Н., Скуратов Н.И., Андрианов А.А. Разработка инкубатора зонального нагрева для яиц птиц // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 102–111. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_102-111.

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

Original article

Development of a zone heating incubator for avian eggs

Evgeniy A. Andrianov^{1✉}, Aleksandr N. Sudakov²,
Nikolai I. Skuratov³, Aleksey A. Andrianov⁴

^{1, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

^{2, 3} Moscow State Zoological Park, Moscow, Russia

¹ evgeniy377@gmail.com✉

Abstract. The authors describe the experience of developing, creating and using an incubator for zonal heating of avian eggs based on the temperature parameters characteristic of natural incubation processes and providing a thermogradient of the egg contents during the incubation process by creating warm and cold zones on the eggshell. In the experimental model of the incubator the upper part of the eggshell was in contact with the elastic membrane of the coolant container, and the lower part was in contact with the surface of the movable unheated floor of the tray. Water was used as coolant, which, due to its high heat capacity, allowed reducing the dynamics of temperature fluctuations during heating and cooling, as well as eliminating the influence of inertia of the temperature sensor and heating element on the temperature of coolant. This reduced the range of coolant

temperature fluctuations to 0.1°C. Coolant temperature was established empirically according to the data of a wireless four-zone temperature sensor, which was previously used to obtain the data on the temperature regime of eggs during natural incubation. The preset coolant temperature was 39.8°C. In the process of incubation coolant temperature was not regulated by external thermal sensors that control the temperature of the surface of the contact zone of the coolant container with the eggshells. Egg rotation was performed using a movable floor, which provided an angle of egg rotation of more than 180°. The variability of rotation angle was ensured by the use of a connecting rod mechanism. The use of zonal blocking of gas exchange through eggshell segments in contact with the heater membrane allowed eliminating the components for maintaining air humidity. In order to increase the reliability of individual incubator units modular components were used with no central process controller. The planned autonomous operation in the event of a power outage is 8 hours. The hatchability of gray goose eggs was 100%.

Keywords: gas exchange, zone heating, incubator, cooling, avian eggs

For citation: Andrianov E.A., Sudakov A.N., Skuratov N.I., Andrianov A.A. Development of a zone heating incubator for avian eggs. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):102-111. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_102-111.

Введение

Цель искусственной инкубации яиц птиц – получение максимально высоких показателей выводимости и качества молодняка при минимальных затратах на технологический процесс искусственной инкубации.

Следует отметить, что за последние десятилетия достигнут значительный успех в получении высоких показателей выводимости яиц сельскохозяйственной птицы при искусственной инкубации. Норма вывода современных кроссов кур – до 89% при 96,5% оплодотворенных яиц [1]. Вместе с тем отмечается тенденция к усложнению технологического оборудования инкубаториев. Современный инкубатор – дорогостоящее, в высшей степени автоматизированное устройство, управляемое компьютером и включающее в себя множество специализированных электронных компонентов [2]. Как следствие, в современных инкубаторах предъявляются высокие требования как к микроклимату помещений инкубатория, так и к качеству и стабильности питающей их электроэнергии. Рекомендуемые производителями инкубационных яиц параметры инкубации характеризуются высокой точностью температурно-влажностного режима [3].

К наиболее современным техническим решениям, применяемым в искусственной инкубации яиц птиц, можно отнести:

- контроль температуры скорлупы яиц;
- применение газоанализаторов;
- регулировку влажностного режима на основе данных о потере массы яиц, получаемых в реальном времени с тензометрических датчиков контрольных лотков [4].

Поддержание параметров микроклимата с высокой точностью, в частности температурного режима воздуха с точностью не ниже 0,1 °C во всем объеме камеры инкубатора, представляет собой сложную техническую задачу [5]. Одним из возможных решений проблемы разности температур воздуха в отдельных зонах больших инкубаторов является уменьшение объемов отдельных секций, что увеличивает удельную стоимость инкубации [6].

Можно предположить, что к настоящему времени наука вплотную подошла к пределу развития технологий искусственной инкубации с применением традиционных инкубаторов воздушного нагрева.

Существует альтернативный способ нагрева яиц птиц при искусственной инкубации, основанный на биологии насиживания яиц птицами в естественной среде, при котором нагреву подвергается не вся поверхность скорлупы, а определенная зона. Первые упоминания об инкубаторах зонального нагрева относятся к середине XIX в. [7, 15]. Известна работа сотрудника Центральной научно-исследовательской лаборатории охотничьего хозяйства и заповедников в системе Главохоты РСФСР А.В. Гражданкина, в которой описано устройство автономного инкубатора, позволившего, несмотря на примитивную конструкцию и сложность обслуживания, получить высокие показатели выводимости [8].

Современным развитием технологии зонального нагрева яиц птиц является инкубатор ContaQ Z7 Raptor от компании Brinsea [9]. Производителем заявлены высокие показатели выводимости, однако данное устройство, обладая крайне высокой стоимостью инкубации, является не менее сложным с технической точки зрения, чем современные инкубаторы воздушного нагрева. В качестве одного из достоинств данного инкубатора производитель приводит наличие специализированного высокоточного термометра контроля температуры нагревательной мембраны.

Температура воздуха в процессе инкубации в традиционных инкубаторах воздушного нагрева является критически важным параметром и оказывает существенное влияние на процесс и сроки эмбриогенеза, температурные же условия эмбриона при зональном нагреве яйца принципиально отличаются. Инструментальные исследования температурных параметров естественного насиживания, проводимые нашей рабочей группой на протяжении нескольких лет в гнездах сельскохозяйственных и диких птиц, демонстрировали значительный диапазон температур яиц под наседками при высоких показателях выводимости, однако, учитывая общепринятую точку зрения, согласно которой эмбрионы и яйца птиц не обладают способностью к терморегуляции, наши исследования были в большей степени направлены на воссоздание средних температур поверхности яйца, нежели на исследование зонального нагрева [10].

Предпосылкой к корректировке направления исследований стали зарубежные публикации последних лет, в которых получила развитие теория, выдвинутая в середине XX в. российскими учеными, о важной роли зонального нагрева яиц птиц, позволяющего использовать эволюционно сформированные механизмы терморегуляции яйца и эмбриона [11–14].

Наличие базы данных о детальных характеристиках теплового режима естественного насиживания определило цель исследования – создание инкубатора зонального нагрева, обладающего свойствами, характерными для процесса естественной инкубации.

Материалы и методика исследования

Исследование проводилось в 2022–2023 гг. На этапе планирования эксперимента анализировали литературные источники и проводили обработку данных ранних собственных инструментальных исследований параметров температурного режима естественной инкубации яиц птиц и известных моделей инкубаторов.

Мониторинг параметров естественной инкубации с использованием беспроводных четырехзонных муляжей-термодатчиков, изготовление экспериментальной модели инкубатора зонального нагрева и опыт по инкубации яиц серого гуся (*Anser anser*) осуществляли в отделе орнитологии ГАУ «Московский государственный зоологический парк». Четырехзонные термодатчики представляют собой муляжи яиц птиц с интегрированными в корпус муляжа четырьмя электронными датчиками температуры DS18B20. Датчики равномерно распределены по малому радиусу муляжа.

Теоретическая часть исследования и математическая обработка данных проведены на кафедре механизации животноводства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Фиксация данных о температурных режимах осуществлялась с применением программно-аппаратного комплекса собственной разработки с сохранением данных в БД на удаленном сервере.

Статистическую обработку осуществляли в программе MS Excel пакета MS Word.

Результаты и их обсуждение

При подготовке к проектированию инкубатора зонального нагрева в качестве рабочей гипотезы было выбрано утверждение, что яйца и эмбрионы птиц имеют эволюционно сформированные адаптационные возможности, приспособленные к условиям естественной инкубации и обеспечивающие максимальные показатели выводимости, а изменение любого из характерных для естественной инкубации параметров оказывает негативное влияние на функционирование механизмов адаптации.

Анализ литературных источников, посвященных естественной инкубации яиц птиц, а также собственные инструментальные исследования параметров естественной инкубации позволили определить некоторые характеристики физических параметров условий, в которых находятся яйца под наседками.

Температурный режим естественной инкубации характеризуется следующими условиями:

- нагрев яиц осуществляется за счет непосредственного контакта тела наседки с поверхностью скорлупы;
- температура поверхности и содержимого яиц не превышает температуру тела наседки;
- температура верхней стороны яиц выше температуры нижней стороны;
- температура тела наседки стабильна;
- температура нижней стороны яиц зависит от внешних факторов;
- яйца кратковременно охлаждаются в периоды двигательной активности наседки;
- яйца могут подвергаться длительным охлаждениям;
- содержимое яиц имеет температурный градиент.

При этом наиболее характерным фактором, отличающим естественную инкубацию от инкубации в инкубаторах воздушного нагрева, является разность температур верхней и нижней сторон яйца. График изменения температуры верхней и нижней сторон яйца при естественной инкубации в гнезде серого гуся представлен на рисунке 1.

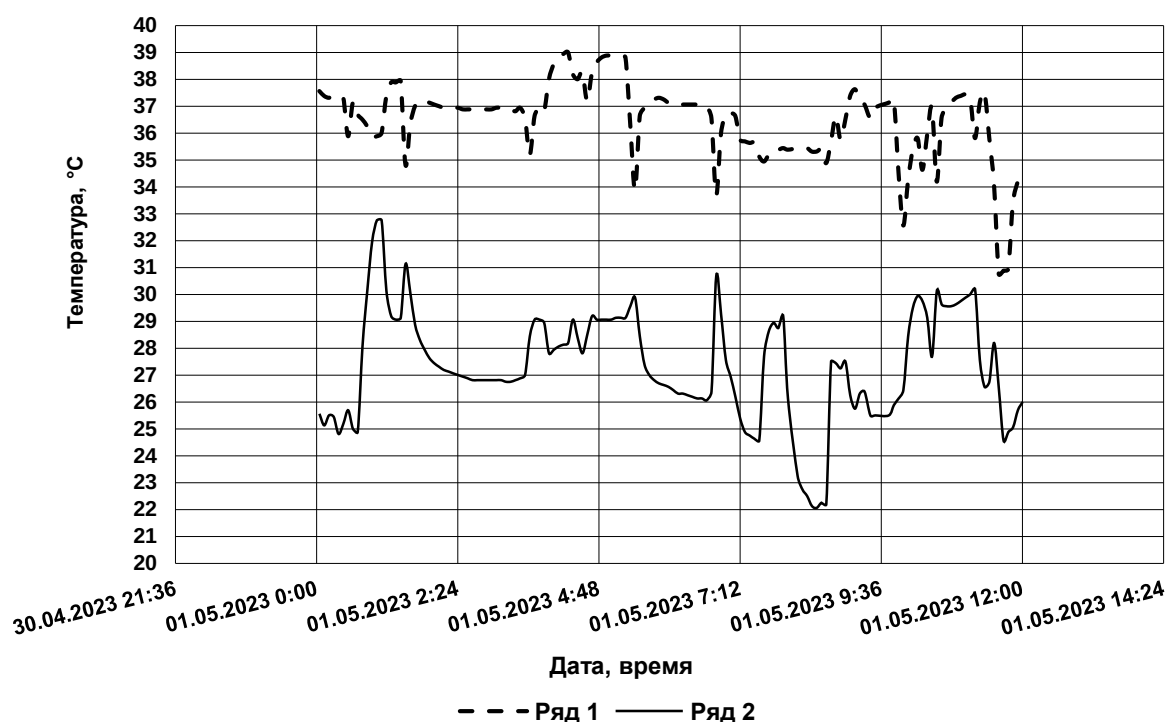


Рис. 1. График температур верхней и нижней сторон яйца серого гуся при естественной инкубации: ряд 1 – показания верхнего датчика; ряд 2 – показания нижнего датчика

Влажностный режим естественной инкубации также существенно отличается от условий в традиционных инкубаторах. За период проведенных наблюдений колебания относительной влажности воздуха варьировали от 36 до 89%, при среднем значении $55,7 \pm 2,96\%$. Следует учитывать, что при естественной инкубации потеря массы яйца за счет испарения воды через поры в скорлупе лимитируется не только относительной влажностью окружающего воздуха, но и снижением суммарной площади пор скорлупы, часть из которых изолирована от окружающего воздуха вследствие соприкосновения кожи наседки с поверхностью яйца.

Неотъемлемым условием процесса естественного высиживания являются повороты яиц наседкой. Анализ полученных данных, отражающих изменения температуры поверхности электронного муляжа, позволил определить основные характеристики поворотов яиц наседками. Изменения температуры датчиков, размещенных по малому радиусу муляжа, представлены на рисунке 2.

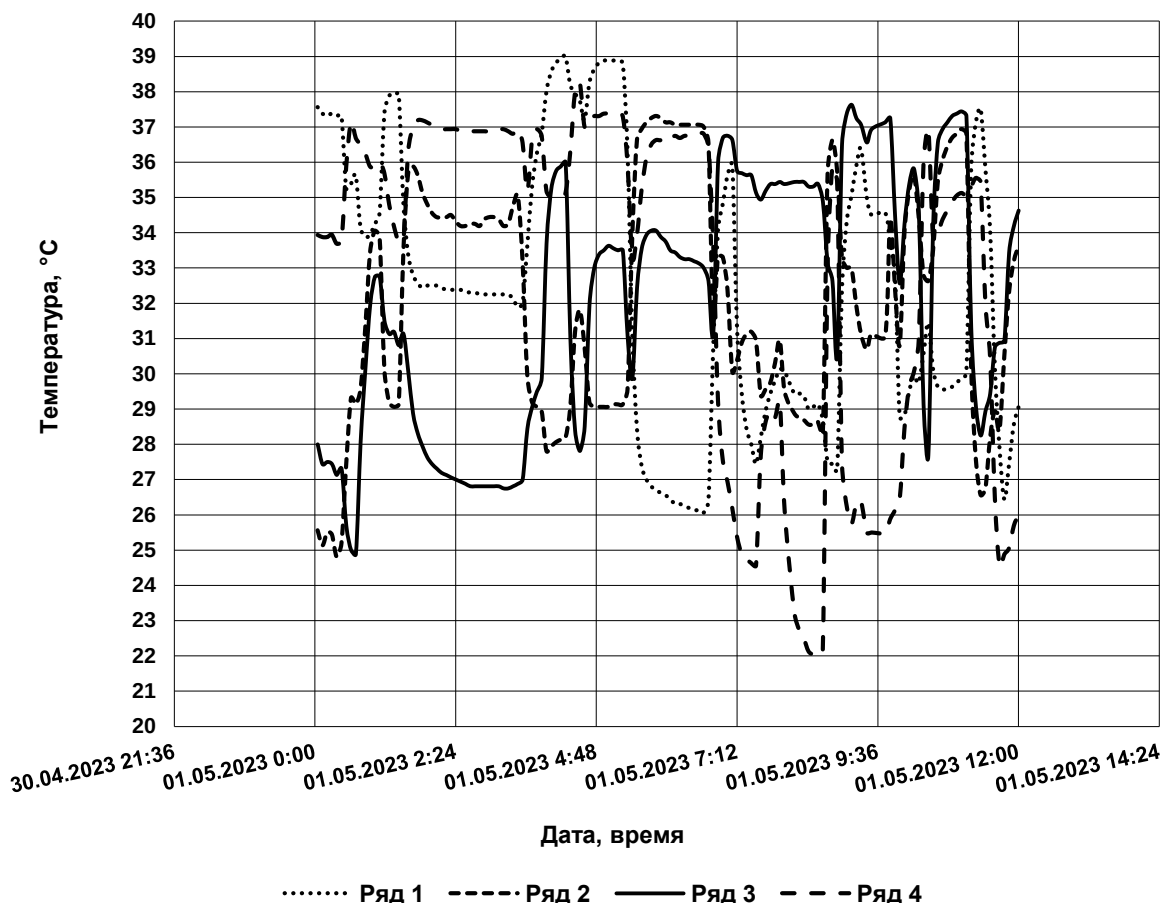


Рис. 2. График изменения температуры сторон яйца вследствие его поворотов наседкой: ряды 1, 2, 3 и 4 – показания датчиков 1, 2, 3 и 4 соответственно

Повороты яиц наседкой обусловлены ее двигательной активностью и носят хаотичный характер. Зарегистрированный суммарный угол поворота яиц составляет не менее 180° . Угол поворота не имеет четких значений.

Также было выделено несколько дополнительных факторов, характерных для естественной инкубации. Скорость движения воздуха в гнезде минимальна. Изменение температуры яиц не влияет на двигательную активность наседки [15]. Двигательная активность наседки не зависит от таких факторов, как оплодотворенность насиживаемых яиц, состав их содержимого и структура поверхности.

Обработка данных, полученных с помощью инструментальных методов контроля параметров естественной инкубации, а также анализ современных технологий традиционной искусственной инкубации яиц птиц позволили сформировать техническое задание для разработки автоматического инкубатора зонального нагрева. Требовалось создать инкубатор по следующим характеристикам: зональный нагрев верхней стороны яиц, формирование термоградиента содержимого яйца, широкий диапазон углов поворота, снижение газообмена через поверхность скорлупы, низкая стоимость применяемых материалов, повышенная энергонезависимость.

Последовательность связей модулей инкубатора зонального нагрева представлена на рисунке 3.

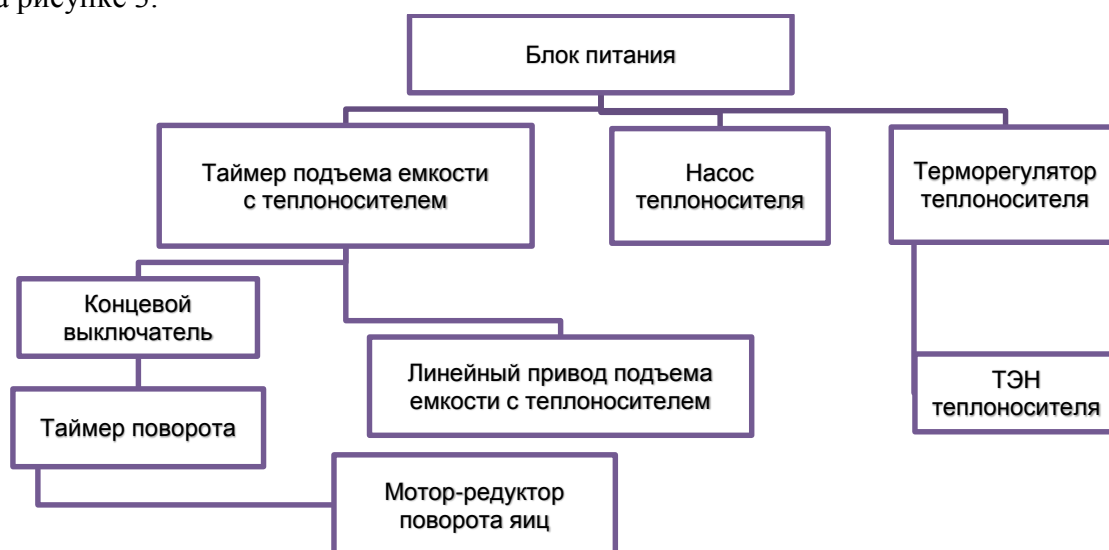


Рис. 3. Иерархическая схема модулей инкубатора зонального нагрева

Применение готовых модульных компонентов позволило избежать затрат на разработку электронных схем и обеспечило повышенный уровень надежности относительно систем, управляемых единым контроллером.

Схема и общий вид экспериментального инкубатора зонального нагрева представлены на рисунке 4.

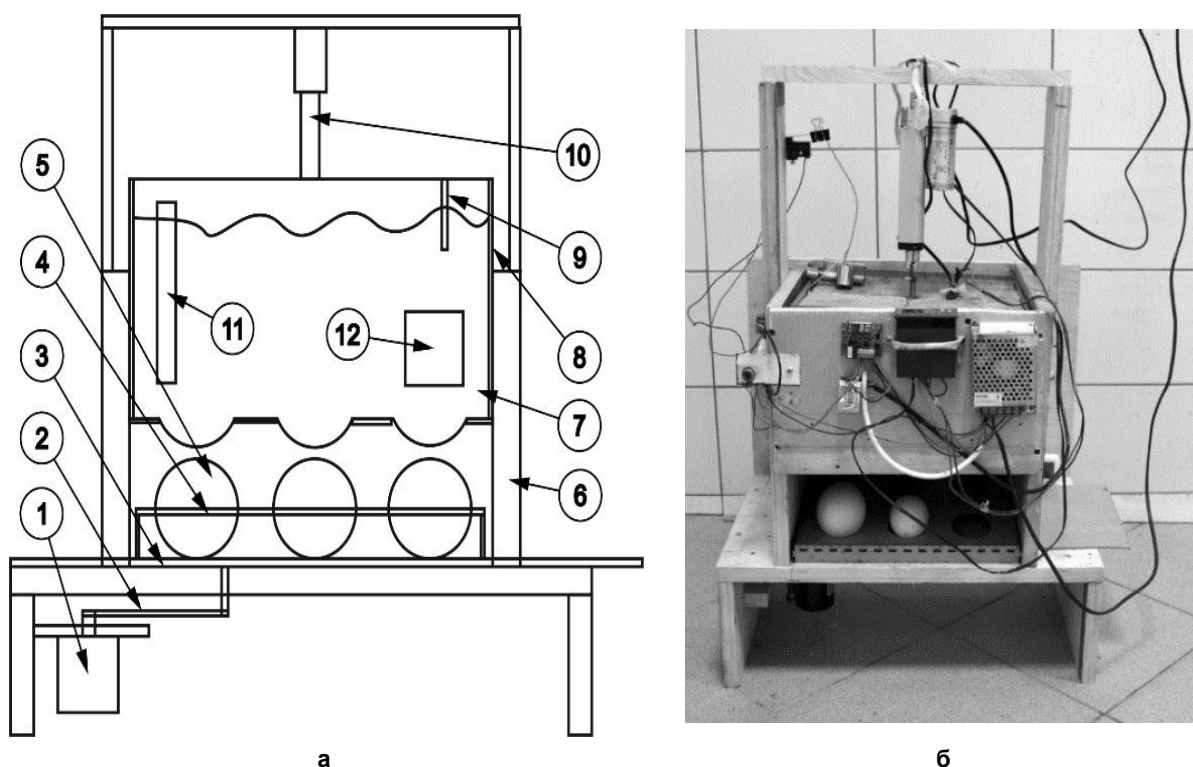


Рис. 4. Схема (а) и внешний вид (б) инкубатора зонального нагрева: 1 – мотор-редуктор поворота яиц; 2 – шатунный привод поворота яиц; 3 – подвижный пол лотка; 4 – неподвижный сепаратор яиц; 5 – яйцо; 6 – корпус инкубатора; 7 – теплоноситель; 8 – емкость с теплоносителем (в поднятом положении); 9 – датчик температуры теплоносителя; 10 – линейный привод подъема емкости с теплоносителем; 11 – ТЭН теплоносителя; 12 – насос перемешивания теплоносителя

Обеспечение зонального нагрева и стабильность температуры зоны нагрева даже при кратковременных отключениях электроэнергии были достигнуты применением в качестве нагревательного элемента емкости из ПВХ пленки с теплоносителем (водой), объемом 10 литров, теплоизолированной со всех сторон, кроме нижней, контактирующей с яйцами. В емкость были установлены герметичный ТЭН, датчик терморегулятора и погружной насос для активного перемешивания жидкости.

Термоградиент содержимого инкубируемых яиц формировался за счет разности температур верхней и нижней сторон яйца.

Для обеспечения неравномерного поворота яиц в широком диапазоне углов использовали подвижный пол лотка, соединенный с шатунным механизмом, приводимым в движение мотором-редуктором. Регулировка угла поворота изменялась корректировкой продолжительности работы мотора-редуктора, которая была подобрана таким образом, чтобы в зоне максимальной скорости перемещения пола при однократном включении угол поворота яиц составлял 45° , а в крайних положениях – был минимален и мог составлять $1-5^\circ$.

Учитывая непосредственный контакт нагревательного элемента с поверхностью яиц, поворот яиц осуществлялся после подъема нагревательного элемента, обеспечиваемого линейным приводом. Синхронизация включения приводов подъема и поворота осуществлялась концевым выключателем на гибкой тяге.

Помимо функции нагрева поверхности яиц, материал нагревательного элемента обеспечивал снижение газообмена через поры скорлупы.

Большой объем теплоносителя в нагревательном элементе позволил обеспечить длительное функционирование инкубатора при отсутствии энергоснабжения. Динамика нагрева и охлаждения теплоносителя в инкубаторе зонального нагрева представлены на рисунке 5.

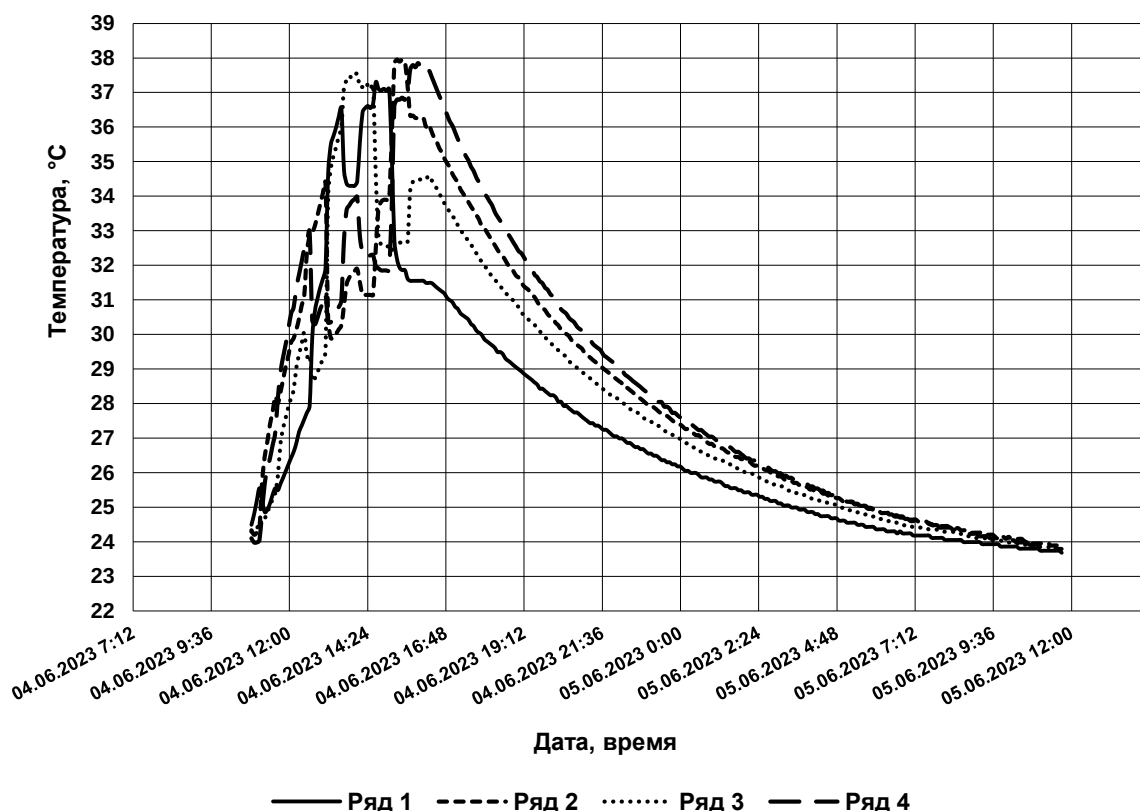


Рис. 5. График изменения температуры поверхности емкости с теплоносителем в процессе нагрева и охлаждения: ряды 1, 2, 3 и 4 – показания датчиков 1, 2, 3 и 4 соответственно

Продолжительность снижения температуры теплоносителя до температуры в помещении инкубатория составила около 20 часов.

Несмотря на известные показатели температуры тела птиц, которая в большинстве случаев составляет около 42 °С, для первичной настройки температуры теплоносителя нами был выбран собственный оригинальный способ. Вместе с яйцами в инкубатор был заложен электронный муляж яйца, который использовался для получения данных о температурах естественной инкубации под наседками. Эмпирическая настройка температуры теплоносителя была осуществлена таким образом, чтобы характеристики температурного режима в инкубаторе максимально приблизились к значениям, полученным в ходе мониторинга температурного режима под наседками. График изменения температур, регистрируемых датчиками муляжа, помещенного в инкубатор зонального нагрева, представлен на рисунке 6.

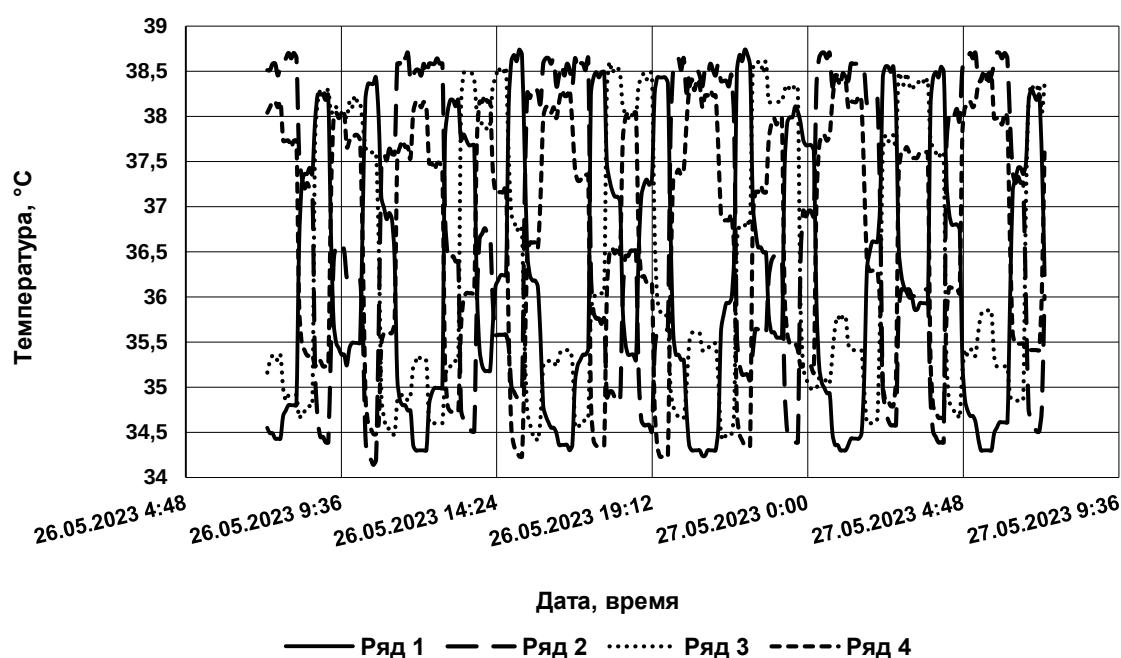


Рис. 6. Данные о температуре муляжа в инкубаторе за 24 часа:
ряды 1, 2, 3 и 4 – показания датчиков 1, 2, 3 и 4 соответственно

В процессе инкубации корректировки температуры теплоносителя не осуществлялись, данные о температуре муляжа, передаваемые в режиме он-лайн на веб-сервер, позволили осуществлять удаленный мониторинг температурных параметров и функционирования механизма поворота яиц в процессе инкубации.

Для проверки гипотезы о важной роли зонального нагрева яиц в инкубатор были заложены 5 яиц серого гуся. Контрольная партия из 9 яиц серого гуся была заложена в традиционный инкубатор воздушного нагрева. Учитывая малый объем инкубатора зонального нагрева, имеющего 6 мест для яиц, одно из которых было занято муляжом с термодатчиками, во избежание попадания в партию неоплодотворенных яиц для закладки в опытной и контрольной партиях были выбраны по принципу групп аналогов по сроку эмбрионального развития яйца, имеющие сосудистую сеть диаметром около двух сантиметров.

В результате инкубации было получено 12 птенцов. В инкубаторе зонального нагрева выводимость составила 100%, в традиционном инкубаторе два эмбриона погибли на раннем сроке инкубации по причине, называемой «кровавое кольцо».

В процессе вывода и в течение первых часов после выхода птенцов из яиц была отмечена более высокая активность молодняка, полученного в инкубаторе зонального нагрева.

Учитывая положительные результаты испытаний инкубатора зонального нагрева для искусственной инкубации яиц, можно сделать несколько выводов.

В первую очередь необходимо отметить, что полученный молодняк был высокого качества.

Важным представляется то, что за весь период инкубации никакого участия человека не потребовалось. Данный факт обусловлен отсутствием системы поддержания влажности, а также типом применяемого лотка для яиц, исключающего их смещение или повреждение в процессе поворотов.

Опыт по контролю снижения температуры теплоносителя при отключении энергоснабжения показал высокую энергонезависимость инкубатора.

К недостаткам разработанного инкубатора можно отнести его малый объем.

Заключение

В результате исследования было установлено, что на современном уровне развития техники полностью автоматические инкубаторы зонального нагрева просты в изготовлении и характеризуются высокими показателями выводимости. Данные инкубаторы за счет длительного периода автономной работы без применения дополнительных устройств целесообразно применять в малых фермерских хозяйствах, испытывающих периодические перебои в энергоснабжении, а также в хозяйствах, ведущих работы в области селекции и разведения редких видов птиц, требовательных к условиям инкубации.

Продолжение исследований технологии контактного зонального нагрева яиц при искусственной инкубации открывает новые перспективы в областях повышения качества молодняка, энергосбережения, удешевления технологий искусственной инкубации, повышения надежности инкубаторной техники.

Список источников

1. Воронцов А.Н., Босов Д.Ю., Дядичкина Л.Ф. и др. О тенденциях инкубаторостроения и отечественных инкубаторах // Птица и птицепродукты. 2016. № 2. С. 61–64.
2. Гражданкин А.В. Автономный контактный инкубатор и искусственная инкубация яиц диких птиц // Дичеразведение в охотничьем хозяйстве: сборник научных трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. Москва: [б. и.], 1985. С. 137–152.
3. Кузьмина Т.Н., Зотов А.А. Инновационные технологии инкубации яиц птицы с автоматическим контролем основных критических параметров. Москва: Росинформагротех, 2019. 92 с.
4. Петров Б.Г. Терморегуляторные механизмы яиц некоторых видов птиц и их значение в процессах насиживания: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. Пермь, 1980. 174 с.
5. Рольник В.В. Биология эмбрионального развития птиц. Ленинград: Наука, 1968. 425 с.
6. Руководство по содержанию родительского стада Cobb [Электронный ресурс] // Официальный сайт производителя и дистрибьютора племенной продукции мясного кросса Cobb500 FF в России. URL: https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/e4bb80a7c5/Cobb-Russian-Breeder-Guide-2021_digital-min.pdf (дата обращения: 16.06.2023).
7. Советы по инкубации 2020 [Электронный ресурс] // Aviagen Group Official website. URL: https://ru.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/HatcheryTips-RU.pdf (дата обращения: 16.06.2023).
8. Судаков А.Н., Андрианов Е.А., Андрианов А.А. Обзор факторов, ограничивающих точность температурной настройки инкубаторов для яиц птиц // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3(67). С. 371–379. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-42.
9. Судаков А.Н., Скуратов Н.И., Андрианов Е.А. и др. Роль наседки в формировании температурного режима яиц птиц при естественной инкубации // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 264–269. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-32.
10. Судаков А.Н., Андрианов Е.А., Скользнев Н.Я. Универсальный температурный режим инкубации яиц мясных кроссов кур для приусадебного и фермерского птицеводства // Птицеводство. 2020. № 7-8. С. 51–57. DOI: 10.33845/0033-3239-2020-69-7-8-51-57.
11. Contact Incubation Technology // Brinsea®, Great Britain. URL: <https://www.brinsea.com/Brochures/Z7K7Brochure2015.pdf>.
12. Du W., Shine R., Ma L. et al. Adaptive responses of the embryos of birds and reptiles to spatial and temporal variations in nest temperatures // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 2019. Vol. 286(1915). Article no. 20192078.
13. Hall C., Potvin D., Conroy G. A new candling procedure for thick and opaque eggs and its application to avian conservation management // Zoo Biology. 2023. Vol. 42(2). Pp. 296–307. DOI: 10.1002/zoo.21730.
14. HatchTech MicroClimer. MicroClimer Setters that create optimal environmental conditions // HatchTech Group Official website. URL: <https://hatchtech.com/wp-content/uploads/2020/03/HatchTech-MicroClimer-Setters-and-Hatchers-brochure-RUS-Web.pdf>.
15. Thieme O., Corti E., Vogelaar E. The oldest hatcheries are still in use // Aviculture-Europe. August 2012. URL: <http://www.aviculture-europe.nl/nummers/12E03A08.pdf>.

References

1. Vorontsov A.N., Bosov D.Yu., Dyadichkina L.F. et al. Incubator building tendencies and domestic incubators. *Poultry & Chicken Products*. 2016;2:61-64. (In Russ.).
2. Grazhdankin A.V. Autonomous contact incubator and artificial incubation of wild bird eggs. Wild game breeding in hunting industry. Collection of scientific works of the Central Scientific Research Laboratory of Hunting and Nature Reserves in the Glavokhota system of the RSFSR. Moscow: [Sine loco]; 1985:137-152. (In Russ.).
3. Kuzmina T.N., Zotov A.A. Innovative technologies for incubating poultry eggs with automatic control of the main critical parameters. Moscow: Rosinformagrotech Publication; 2019. 92 p. (In Russ.).
4. Petrov B.G. Thermoregulatory mechanisms of eggs of some bird species and their significance in the incubation processes]: Candidate Dissertation in Biological Sciences: 03.00.08. Perm; 1980. 174 p. (In Russ.).
5. Rolnik V.V. Biology of embryonic development of birds. Leningrad: Nauka Publishers; 1968. 425 p. (In Russ.).
6. COBB Breeder Management Guide. Official website of the manufacturer and distributor of Cobb500 FF meat cross breeding products in Russia. URL: https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/e4bb80a7c5/Cobb-Russian-Breeder-Guide-2021_digital-min.pdf. (In Russ.).
7. Hatchery Tips. 2020. Aviagen Group Official website. URL: https://ru.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/HatcheryTips-RU.pdf. (In Russ.).
8. Sudakov A.N., Andrianov E.A., Andrianov A.A. Overview of factors limiting the accuracy of the temperature settings of incubators for bird eggs. *Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2022;3:371-379. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-42.
9. Sudakov A.N., Skuratov N.I., Andrianov E.A. et al. Hens role in the temperature regime of bird eggs during natural incubation. *Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2022;4:264-269. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-32. (In Russ.).
10. Sudakov A.N., Andrianov E.A., Skolzneva N.Ya. The universal temperature regime for incubation of eggs of broiler breeders at homestead and small farms. *Ptitsevodstvo*. 2020;7-8:51-57. DOI: 10.33845/0033-3239-2020-69-7-8-51-57. (In Russ.).
11. Contact Incubation Technology. Brinsea®, Great Britain. URL: <https://www.brinsea.com/Brochures/Z7K7Brochure2015.pdf>.
12. Du W.-G., Shine R., Ma L. et al. Adaptive responses of the embryos of birds and reptiles to spatial and temporal variations in nest temperatures. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2019;286(1915):20192078.
13. Hall C., Potvin D., Conroy G. A new candling procedure for thick and opaque eggs and its application to avian conservation management. *Zoo Biology*. 2023;42(2):296-307. DOI: 10.1002/zoo.21730.
14. HatchTech MicroClimer. MicroClimer Setters that create optimal environmental conditions. HatchTech Group Official website. URL: <https://hatchtech.com/wp-content/uploads/2020/03/HatchTech-MicroClimer-Setters-and-Hatchers-brochure-RUS-Web.pdf>.
15. Thieme O., Corti E., Vogelaar E. The oldest hatcheries are still in use. *Aviculture-Europe*. August 2012. URL: <http://www.aviculture-europe.nl/nummers/12E03A08.pdf>.

Информация об авторах

Е.А. Андрианов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры механизации животноводства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», evgeniy377@gmail.com.

А.Н. Судаков – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. инкубаторием отдела орнитологии ГАУ города Москвы «Московский государственный зоологический парк», ansudak@gmail.com.

Н.И. Скуратов – зав. отделом орнитологии ГАУ города Москвы «Московский государственный зоологический парк», aixgal@yandex.ru.

А.А. Андрианов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры механизации животноводства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», alexey739@gmail.com.

Information about the authors

E.A. Andrianov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Livestock Mechanization and Life Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, evgeniy377@gmail.com.

A.N. Sudakov, Candidate of Agricultural Sciences, Hatchery Manager, Ornithology Department, Moscow State Zoological Park, ansudak@gmail.com.

N.I. Skuratov, Head of the Ornithology Department, Moscow State Zoological Park, aixgal@yandex.ru.

A.A. Andrianov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Livestock Mechanization and Life Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, alexey739@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 12.11.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023; принята к публикации 26.12.2023.

The article was submitted 12.11.2023; approved after reviewing 15.12.2023; accepted for publication 26.12.2023.

© Андрианов Е.А., Судаков А.Н., Скуратов Н.И., Андрианов А.А., 2024

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

Научная статья

УДК 62-838:631.371

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_112

EDN: STZEJA

Обоснование параметров и режимов работы электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна

Михаил Евгеньевич Чаплыгин^{1✉}, Захид Адыгезалович Годжаев²,
Сергей Юрьевич Уютов³

^{1, 2, 3} Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия

¹ misha2728@yandex.ru[✉]

Аннотация. Анализ тенденций развития современных тракторов и комбайнов показывает, что одним из главных направлений повышения их технического уровня является применение в конструкции электроприводов рабочих органов и трансмиссий. Представлены результаты исследований, выполненных с целью обоснования параметров и режимов работы электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна на основе схемы энергобаланса. В качестве объекта экспериментальных исследований выбран селекционный зерноуборочный комбайн Classic производства компании Wintersteiger. Исследования проводились в лабораторных условиях ФГБНУ ФНАЦ ВИМ с применением электрических тормозных стендов GPF-17-b. Определение параметров электроприводов, расчет их энергетического баланса и режимов работы позволили обосновать типоразмерный ряд необходимых электродвигателей для переоборудования приводов базовых рабочих органов и силовой передачи комбайна. Проведенные расчеты показали, что для привода режущего аппарата жатки необходим асинхронный электродвигатель (АД) мощностью не менее 2,1 кВт и частотой вращения 800 об/мин; для привода мотопила – АД мощностью не менее 1,51 кВт, который обеспечит качественную подачу срезанной порции стеблей на рабочий стол жатки, и механический редуктор для поддержания частоты вращения мотопила в диапазоне от 20 до 40 об/мин; для привода молотильного барабана – АД мощностью не менее 5,13 кВт, обеспечивающий диапазон частоты вращения от 360 до 1250 об/мин в соответствии с технологическими требованиями, регламентирующими процесс обмолота сельскохозяйственных культур. Обоснованные параметры и режимы работы электромеханических приводов позволяют в первую очередь повысить производительность комбайна на 10–15%, контролировать и распределять нагрузку на рабочие органы в процессе работы комбайна, предохраняя их от повреждений и выхода из строя. Кроме того, при использовании электроприводов снижаются затраты на нефтепродукты и, как следствие, себестоимость убираемых культур.

Ключевые слова: селекционный комбайн, базовые рабочие органы, электропривод, оптимальные параметры работы, энергобаланс, мощность на привод

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (тема № FGUN-2022-0007 «Разработать инновационные комплексы машин с элементами роботизации для селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых и масличных культур с применением электрофизических методов воздействия»).

Авторы выражают благодарность рецензентам за их вклад в экспертную оценку работы.

Для цитирования: Чаплыгин М.Е., Годжаев З.А., Уютов С.Ю. Обоснование параметров и режимов работы электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 112–124. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_112-124.

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

Original article

Engineered estimation of the parameters and operating modes of the electric drives of the threshing working bodies of the selection combine harvester

Mikhail E. Chaplygin^{1✉}, Zakhid A. Godzhaev², Sergey Yu. Uyutov³

^{1, 2, 3} Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, Moscow, Russia

³ s_uyutov@mail.ru[✉]

Abstract. An analysis of the trends in the development of modern tractors and combines shows that one of the main directions for improving their technical level is the use of electric drives of working bodies and transmissions

in their design. The authors present the results of studies carried out to substantiate the parameters and operating modes of the electric drives of the basic working bodies of a selection combine based on the energy balance scheme. The selection combine harvester Slassic manufactured by Wintersteiger was chosen as the object of experimental research. The research was carried out in the laboratory conditions of the Federal Scientific Agroengineering Centre VIM using GPF-17-b electric brake stands. Due to parameters of electric drives estimation, their energy balance and operating modes calculation the authors justified standard-sized range of necessary electric motors for the conversion of drives of the basic working bodies and the power transmission of the combine. Based on the research findings, it was revealed that an asynchronous motor (AM) with a capacity of at least 2.1 kW and a rotation speed of 800 rpm is required to drive the cutter bar header; to drive the reel, an AM with a capacity of at least 1.51 kW, which will ensure high-quality supply of a cut portion of stems to the workboard the header, and a mechanical gearbox to maintain the rotation speed of the reel in the range from 20 to 40 rpm; to drive the threshing drum, an AM with a capacity of at least 5.13 kW, providing a rotation speed range of 360 up to 1250 rpm in accordance with the technological requirements governing the process of threshing crops. Reasonable parameters and operating modes of electromechanical drives will primarily increase the productivity of the combine by 10-15%, control and distribute the load on the working bodies during the operation of the combine, protecting them from damage and failure. In addition, when using electric drives, the cost of petroleum products and, as a result, the cost of harvested crops can be reduced.

Keywords: selection combine, basic working bodies, electric drive, optimal parameters of operation, energy balance, drive power

Acknowledgments: the research was carried out within the State assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for the Federal Scientific Agroengineering Centre VIM (theme No. FGUN-2022-0007 "Development of innovative complexes of machinery with robotic elements designed to be used in grain, leguminous and oil-yielding crops breeding and seed production with the application of electrophysical methods"). The authors express their deep gratitude to the reviewers for their caring and attentive attitude and meticulous examination of the manuscript.

For citation: Chaplygin M.E., Godzhaev Z.A., Uyutov S.Yu. Engineered estimation of the parameters and operating modes of the electric drives of the threshing working bodies of the selection combine harvester. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):112-124. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_112-124.

Введение
Тенденции развития современных тракторов и комбайнов показывают, что одним из главных направлений повышения их технического уровня является применение электроприводов рабочих органов и трансмиссий. До недавнего времени в комбайнах электропривод как силовой элемент практически не использовался. Преимущественно устанавливали гидроприводы и механические системы регулировок и привода, что снижало эксплуатационную надежность. Следует отметить, что попытки полного перевода на электропривод предпринимаются как в России, так и за рубежом. Но такие попытки единичны и до логического финала не доведены.

Современное комбайностроение развивается в направлении апробирования в конструкции современных систем контроля работы и качества. К примеру, немецкие фирмы Fendt и Claas внедряют в своих комбайнах автоматизированную систему (АС) по предварительно заданным параметрам [4]. Автоматически отслеживаются и регулируются с помощью электроприводов такие параметры, как высота скашивания, опускание и подъем жатки, работа мотовила, в частности скорость вращения и положение (верх-низ, вперед-назад). Кроме того, внедряемые системы позволяют автоматически удерживать комбайн в горизонтальном положении при работе на склонах, контролировать выполнение технологического процесса, отслеживая переменные нагрузки в рабочих органах в реальном времени и синхронизируя скорость движения комбайна с количеством поступающей растительной массы в молотильно-сепарирующий аппарат для обмолота.

Разработки систем автоматизации режимов работы и контроля протекания технологического процесса также широко внедряются в отечественных зерноуборочных комбайнах. В последних моделях комбайнов ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»» предложена автоматическая система контроля технологического процесса работы комбайна.

В перспективных разработках завода «Ростсельмаш» используется автоматизированная система Adviser, которая контролирует порядка 40 параметров технического

состояния комбайна, технологического процесса, автоматизации вождения и дает рекомендации по техническому обслуживанию. Электроприводы в качестве исполнительных органов составляют порядка 40% от общего количества имеющихся в комбайнах, остальные составляют механические и гидравлические системы [6, 10].

Применение электроприводов в конструкции отдельных узлов практически не зависит от мощности основного двигателя (пропускной способности), а зависит от возможностей фирмы – производителя комбайнов.

В последнее время вырос интерес к электроприводам на комбайнах у производителей и конструкторов из научно-исследовательских организаций в связи с тем, что наиболее перспективным направлением в комбайностроении является более полная автоматизация их ходовой части. Практически все зарубежные производители комбайнов устанавливают бортовые компьютеры с контролем и автоматическим регулированием (до 40 параметров). Электропривод в этом случае является исполнительным органом роботизации комбайнов, работающих в сфере зернопроизводства и селекции-семеноводства [9].

Малогобаритные комбайны, оснащенные электрическим приводом рабочих органов, становятся все более популярными благодаря многочисленным преимуществам по сравнению с традиционными комбайнами, работающими на топливе. Они могут обеспечивать постоянную мощность и лучше контролировать процесс уборки, что позволяет уменьшить количество потерь. Система электропривода обеспечивает такие преимущества, как повышение производительности, снижение уровня шума и выбросов загрязняющих веществ.

Эффективность внедрения в производство комбайна с электроприводом во многом зависит от правильного выбора и обоснования параметров электропривода его рабочих органов. Параметры электропривода, такие как номинальная мощность, крутящий момент и скорость, играют решающую роль в определении производительности комбайна. Выбор соответствующих параметров электропривода может обеспечить оптимальную работу комбайна, учитывая необходимую мощность рабочих органов при минимальном потреблении энергии и снижении износа [7].

Цель исследований – обоснование параметров и режимов работы электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна на основе энергобаланса (или путем определения диапазона потребляемой мощности).

Научная новизна работы состоит в разработке методики расчета параметров электропривода в реальном диапазоне потребных мощностей для рабочих органов комбайна, разработке схемы привода и обосновании основных параметров: потребной мощности, частоты вращения, крутящего момента, передаточного числа.

В качестве объекта экспериментальных исследований по разработке методики расчета параметров электропривода в реальном диапазоне потребных мощностей для рабочих органов комбайна был выбран селекционный зерноуборочный комбайн Classic производства компании Wintersteiger.

Исследования проводились в лабораторных условиях ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» с применением электрических тормозных стендов GPF-17-b.

Результаты и их обсуждение

Разработка направлена на проектирование функциональной схемы селекционного комбайна исходя из заданных технических характеристик и предполагаемых условий эксплуатации, а также на совершенствование сборочных единиц комбайна с целью повышения производительности и надежности технического средства, а также качества уборочных работ.

Обоснование конструктивных параметров режущего аппарата жатки

Рабочая ширина захвата жатки определяется пропускной способностью молотилки комбайна q , его средней рабочей скоростью $V_{м\text{ ср}}$, средней урожайностью убираемой культуры Q и соотношением между зерном и соломой в хлебной массе [13]. Для обеспечения максимальной загрузки молотилки ширина захвата жатки (B) должна определяться с использованием следующего уравнения:

$$B = \frac{v \cdot q}{Q \cdot V_{м\text{ ср}}}, \quad (1)$$

где B – ширина захвата жатки, м;

q – пропускная способность молотилки комбайна, кг/с;

Q – средняя урожайность убираемой культуры, кг/м²;

$V_{м\text{ ср}}$ – средняя рабочая скорость комбайна, м/с;

v – коэффициент, определяющий содержание зерна в хлебной массе:

$$v = \frac{3}{3 + C}, \quad (2)$$

где 3 – масса зерна;

C – масса незерновой части срезанных стеблей.

При соотношении $3 : C = 1,0 : 1,5$

$$v = \frac{1,0}{1,0 + 1,5} = 0,4. \quad (3)$$

Зная среднюю урожайность $Q = 0,35$ кг/м² (40 ц/га), среднюю скорость комбайна $V_{м\text{ ср}} = 1,1$ м/с, пропускную способность молотилки $q = 1,65$ кг/с, коэффициент $v = 0,4$, определим необходимую ширину захвата жатки:

$$B = \frac{0,4 \cdot 1,65}{0,35 \cdot 1,3} = 1,46 \text{ м}. \quad (4)$$

Ширину жатки выбираем равной 1,5 м из следующего рекомендованного модельного ряда фирм-производителей селекционной техники: 1,25; 1,5; 1,75; 2,1 и 2,6 м.

Значение урожайности принимаем в пределах 0,2–0,6 кг/м².

Зная наибольшую и наименьшую урожайность Q_{max} и Q_{min} , определяем необходимый диапазон изменения рабочих скоростей движения комбайна:

$$V_{\text{min}} = \frac{q \cdot v}{B \cdot Q_{\text{min}}} \dots V_{\text{max}} = \frac{q \cdot v}{B \cdot Q_{\text{max}}}, \text{ м/с}. \quad (5)$$

$$V_{\text{min}} = \frac{1,65 \cdot 0,4}{1,5 \cdot 0,6} = 0,73 \text{ м/с}. \quad (6)$$

$$V_{\text{max}} = \frac{1,65 \cdot 0,4}{1,5 \cdot 0,2} = 2,2 \text{ м/с}. \quad (7)$$

При соотношении зерна к соломе 1 : 1,5 ширина захвата жатки составляет 1,5 м. Скорость движения комбайна меняется в зависимости от урожайности. При урожайности 0,2 кг/м² скорость составляет 2,2 м/с, при урожайности 0,6 кг/м² – 0,73 м/с. При заданной высоте среза и скорости комбайна режущий аппарат должен обеспечивать чистый срез стеблей культур как вертикальных, так и лежащих. Для этого режущий аппарат должен иметь определенные геометрические и кинематические параметры [12].

Обоснование параметров и режимов работы электропривода режущего аппарата жатки

При проектировании режущего аппарата комбайна используются, как правило, стандартные элементы конструкции (пальцы, сегменты, спинка ножа, прижимные лапки и др.). Задача заключается в правильном выборе кинематического режима работы

режущего аппарата и в проверке соответствия геометрических параметров выбранных элементов конструкции заданным условиям работы [2, 5].

Исходными данными для расчета режущего аппарата являются максимальная скорость движения машины V_{max} и минимальная высота среза стеблей $H_{x min}$. В процессе расчета выбирают стандартные элементы и определяют необходимые значения частоты вращения кривошипа n , подачи h , величины отгибов стеблей и проверяют угол наклона лезвия выбранного сегмента на соответствие условиям резания. Экспериментально установлено, что для режущих аппаратов зерноуборочных машин наиболее подходят сегменты с верхней насечкой лезвия, а вкладыши пальца – с гладким лезвием по ГОСТ 158-74 «Сегменты, пластины противорежущие и полосы ножевые режущих аппаратов сельскохозяйственных машин. Технические условия» [3]. Угол трения стеблей пшеницы о лезвие сегмента $\varphi_1 = 32^\circ$, о лезвие вкладыша $\varphi_2 = 16^\circ$. Угол наклона указанного сегмента $\alpha_1 = 34^\circ 45'$, угол наклона вкладыша $\alpha_2 = 0^\circ$ [11, 12] (рис. 1).

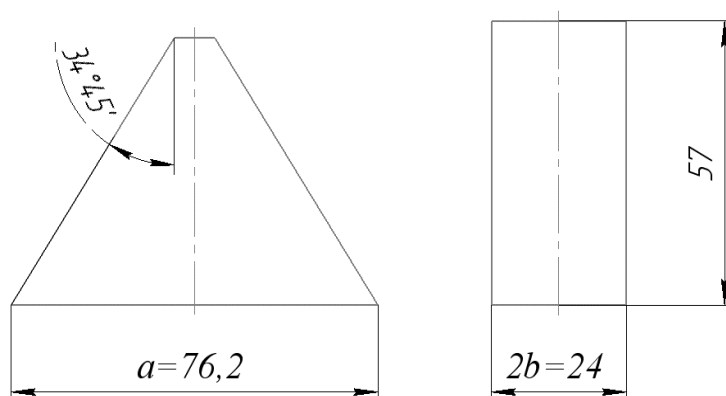


Рис. 1. Параметры элементов режущего аппарата жатки

Режущий аппарат селекционного комбайна относится к аппаратам нормального резания с величиной $a = 76,2$ мм, так как данный аппарат имеет широкое использование в конструкциях комбайнов.

Проверяем выполнение условия защемления стеблей в растворе режущих пар:

$$\varphi_1 + \varphi_2 \geq \alpha_1 + \alpha_2; \quad (8)$$

$$32^\circ + 16^\circ \geq 34^\circ 45' + 0^\circ, \text{ откуда } 48^\circ \geq 34^\circ 45'.$$

Сегменты и вкладыши были выбраны стандартными для соответствия необходимым требованиям к качеству среза, которое обеспечивается, если минимальная скорость ножа $V_{min} = 1,5$ м/с. Минимальная скорость ножа регистрируется либо в начале, либо в конце процесса резания (рис. 2).

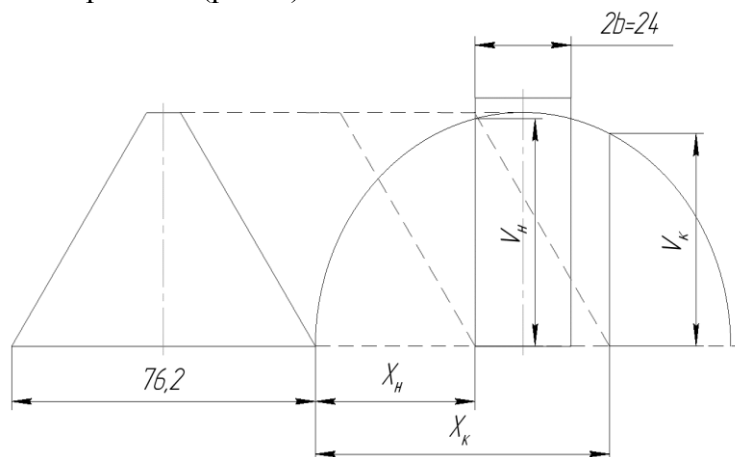


Рис. 2. Определение угловой скорости вращения кривошипа режущего аппарата

Скорость ножа при смещении его на расстояние x от крайнего положения определяется по формуле

$$V = \omega \sqrt{x \cdot (s - x)}, \quad (9)$$

где ω – угловая скорость кривошипа, с^{-1} .

Отсюда: $\omega = \frac{1,5}{0,033} = 45,5 \text{ с}^{-1}$, а частота вращения кривошипа:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}; \quad (10)$$

$$n = \frac{30 \cdot 45,5}{3,14} \approx 435 \text{ об/мин.} \quad (11)$$

Для того чтобы стебли в процессе уборки не проскальзывали, необходимо выполнение следующего условия:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 > \frac{V_{\text{м max}}}{\omega \cdot r}, \quad (12)$$

где $r = \frac{a}{2} = \frac{76,2}{2} = 38,1 \text{ мм} = 0,038 \text{ м}$ – радиус кривошипа.

Для данной конструкции $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} 34^\circ 45' = 0,694$.

Правая часть условия (12): $0,694 > \frac{2,2}{45,5 \cdot 0,0381}$, или $0,694 > 1,27$.

Так как условие защемления стеблей (8) не выполняется, то при заданной скорости машины $V_{\text{м max}} = 2,2 \text{ м/с}$ и вычисленной частоте вращения кривошипа $n = 435 \text{ об/мин}$ возможно их выскальзывание и потери несрезанных колосьев. Для выполнения условия (8) число оборотов кривошипа должно быть увеличено.

Из формулы (12) следует

$$\omega \geq \frac{V_{\text{м max}}}{r \cdot \operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{2,2}{0,0381 \cdot 0,694} \geq 83,2 \text{ с}^{-1}; \quad (13)$$

$$n = \frac{30 \cdot 83,2}{3,14} = 795 \text{ об/мин.} \quad (14)$$

Это значение частоты вращения и принимаем, так как оно обеспечивает все требования, предъявляемые к кинематике ножа.

Приняв число оборотов $n = 795 \text{ об/мин}$, находим подачу

$$h = \frac{V_{\text{м max}}}{\omega}; \quad (15)$$

$$h = \frac{2,2 \cdot 3,14}{83,2} = 0,083. \quad (16)$$

Значение h ниже допустимых пределов для нормальных режущих аппаратов при уборке хлебов (допустимые значения $0,18$ – $0,195 \text{ м}$ при высотах среза $H_x = 138$ – 150 мм).

В результате анализа выбираем сегмент и вкладыш по ГОСТ 158-74, режущий аппарат типа $S = t = t_0 = 76,2 \text{ мм}$, частоту вращения вала кривошипа $n = 795 \text{ об/мин}$.

Мощность, потребная для привода режущего аппарата, зависит от величины подачи, густоты хлебостоя, остроты лезвия, ширины захвата жатки и определяется по формуле

$$N = N_{\text{уд}} B, \quad (17)$$

где $N_{\text{уд}}$ – мощность, потребная на 1 м захвата жатки, кВт/м;

B – ширина захвата жатки, м.

Для анализируемого режущего аппарата с шириной захвата $B = 1,5$ м, подачи $h = 0,195$ м, $N_{уд} = 1,4$ кВт, по формуле (17) получим

$$N = 1,4 \cdot 1,5 = 2,1 \text{ кВт.} \quad (18)$$

Обоснование конструктивных параметров мотовила

Для обеспечения возможности подведения стеблей растения к режущему аппарату окружная скорость планки мотовила $U = \omega R$ должна превышать скорость движения машины V_m на определенную величину. Соотношение этих скоростей $\frac{U}{V_m} = \lambda = 1,15\text{--}1,64$ зависит от скорости движения машины [1]. Необходимо вычислить скорость воздействия мотовила на стебли. Эта скорость не должна превышать $0,6$ м/с (при невыполнении условия возможен вымолот планкой зерна из колоса), то есть $\omega R - V_m < 0,6$ м/с.

Угловые значения окружной скорости планки:

$$U_{min} = \omega_{min} R = V_{min} \lambda_{max} = 0,73 \cdot 1,64 = 1,19 \text{ м/с;} \quad (19)$$

$$U_{max} = \omega_{max} R = V_{max} \lambda_{min} = 2,2 \cdot 1,15 = 2,53 \text{ м/с;} \quad (20)$$

$$\omega_{min} R - V_{min} = 1,19 - 0,73 = 0,46 < 0,6 \text{ м/с;} \quad (21)$$

$$\omega_{max} R - V_{max} = 2,53 - 2,2 = 0,33 < 0,6 \text{ м/с.} \quad (22)$$

Качественное выполнение технологических операций подвода стеблей мотовилом к режущему аппарату реализуется при соблюдении вышеприведенных соотношений (19)–(22). В заданном диапазоне рабочих скоростей машины окружная скорость планки мотовила должна изменяться от $U = \omega_{min} \cdot R = 1,19$ м/с до $U = \omega_{max} \cdot R = 2,53$ м/с. Радиус мотовила определяется из условия воздействия планки на стебель в центре его тяжести, в противном случае срезанный стебель может упасть на землю, а не на транспортер жатки. Центр тяжести стебля располагается на $1/3$ длины стебля от вершины, таким образом, находим радиус мотовила по формуле

$$R \leq \frac{k \cdot l}{1 - \frac{1}{\lambda_{max}}}, \quad (23)$$

где $k = 0,278$.

$$R \leq \frac{0,278 \cdot 1}{1 - \frac{1}{1,64}} = 0,612 \text{ м.} \quad (24)$$

Данный радиус позволяет определить диапазон частот вращения мотовила:

$$\omega_{min} = \frac{U_{min}}{R} = \frac{1,19}{0,612} = 1,94 \text{ с}^{-1}; \quad (25)$$

$$\omega_{max} = \frac{U_{max}}{R} = \frac{2,53}{0,612} = 4,13 \text{ с}^{-1}; \quad (26)$$

$$n_{min} = \frac{30 \cdot \omega_{min}}{\pi} = \frac{30 \cdot 1,94}{3,14} = 18,5 \approx 20 \text{ об/мин;} \quad (27)$$

$$n_{max} = \frac{30 \cdot \omega_{max}}{\pi} = \frac{30 \cdot 4,13}{3,14} = 39,45 \approx 40 \text{ об/мин.} \quad (28)$$

Таким образом, редуктор электродвигателя мотвила должен обеспечить изменение частоты вращения в пределах от 20 до 40 об/мин.

Потребная мощность при ширине захвата жатки $B = 1,5$ м определяется как:

$$N_m = \frac{\pi \cdot p \cdot B \cdot \varphi_{cp} \cdot n_{max}}{5500}; \quad (29)$$

$$N_m = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 0,736 \cdot 40}{5500} = 1,51 \text{ кВт.} \quad (30)$$

Обоснование конструктивных параметров молотильного барабана

Исходные данные для расчета молотильного аппарата представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета молотильного аппарата

Ширина захвата жатки, м	B	1,5
Урожайность зерна, ц/га	Q_z	30
Урожайность соломы, ц/га	Q_c	45
Линейные скорости движения комбайна, км/ч	v	4

Подача хлебной массы q в молотилку определяется по выражению

$$q = \frac{B \cdot v(Q_z + \varepsilon \cdot Q_c)}{360} = \frac{1,5 \cdot 4(30 + 0,85 \cdot 35)}{360} = 0,995 \approx 1 \text{ кг/с}, \quad (31)$$

где ε – отношение количества соломы, поступающей в молотилку с единицы площади, ко всему количеству соломы на этой площади ($\varepsilon = 0,8–0,9$).

Определим основные параметры дробильного барабана.

1. Суммарная длина бичей

$$L = \frac{60q}{m_0} = \frac{60 \cdot 1}{1,5} = 40 \text{ дм}, \quad (32)$$

где q – подача хлебной массы, кг/с;

m_0 – допустимая подача хлебной массы на 1 дм длины бича, кг/мин ($m_0 = 1,5$ при $Q_c > 25$).

2. Длина молотильного барабана

$$L_6 = \frac{L}{M} = \frac{40}{8} = 5 \text{ дм}, \quad (33)$$

где M – число бичей.

3. Диаметр барабана

$$D = \frac{v_6 \cdot \Delta t \cdot M}{\pi} = \frac{30 \cdot 0,008 \cdot 8}{3,14} = 0,61 \text{ м}, \quad (34)$$

где v_6 – линейная скорость бичей, м/с ($v_6 = 28–32$ м/с);

Δt – промежуток времени между ударами соседних бичей ($\Delta t = 0,008$ с).

4. Частота вращения молотильного барабана

$$n = \frac{60 \cdot v_6}{\pi D} = \frac{60 \cdot 30}{3,14 \cdot 0,61} = 940 \text{ мин}^{-1}. \quad (35)$$

5. Угловая скорость

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 940}{30} = 98,4 \text{ с}^{-1}. \quad (36)$$

6. Мощность молотильного барабана

$$N = N_1 + N_2, \quad (37)$$

где N_1 – мощность холостого хода барабана;

N_2 – мощность, затрачиваемая на обмолот.

$$N_1 = \frac{A \cdot \omega + B \omega^3}{102} = \frac{0,03 \cdot 98,4 + 68 \cdot 10^{-6} \cdot 98,4^3}{102} = 0,63 \text{ кВт}, \quad (38)$$

где A и B – экспериментально определяемые коэффициенты:

$$A = 0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}; \quad B = 68 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2.$$

$$N_2 = \frac{q \cdot v_6^2}{102(1-f)g} = \frac{1 \cdot 30^2}{102(1-0,8)9,81} = 4,50 \text{ кВт}, \quad (39)$$

где f – коэффициент, характеризующий сопротивление деки ($f = 0,7-0,8$).

Подставив результаты в формулу (37), получим

$$N = 0,63 + 4,50 = 5,13 \text{ кВт}. \quad (40)$$

7. Критическая угловая скорость $\omega_{кр}$

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{102(1-f)N}{mv_6^2}} = \sqrt{\frac{102 \cdot (1-0,8) \cdot 5,13 \cdot 9,81}{1 \cdot 0,305^2}} = 105 \text{ с}^{-1}. \quad (41)$$

Для работы молотильного аппарата угловая скорость ω должна быть меньше $\omega_{кр}$, согласно уравнениям (36) и (41) это условие выполняется.

Расчет энергобаланса

При работе комбайна по принятой технологии уборки селекционных делянок технологические процессы обмолота и сепарации протекают с различным уровнем потребляемой мощности, а также в зависимости от величины подачи хлебной массы в комбайн.

В общем виде баланс мощности двигателя комбайна состоит из затрат мощности на передвижение по делянкам и на выполнение технологических операций (рис. 3) [8].

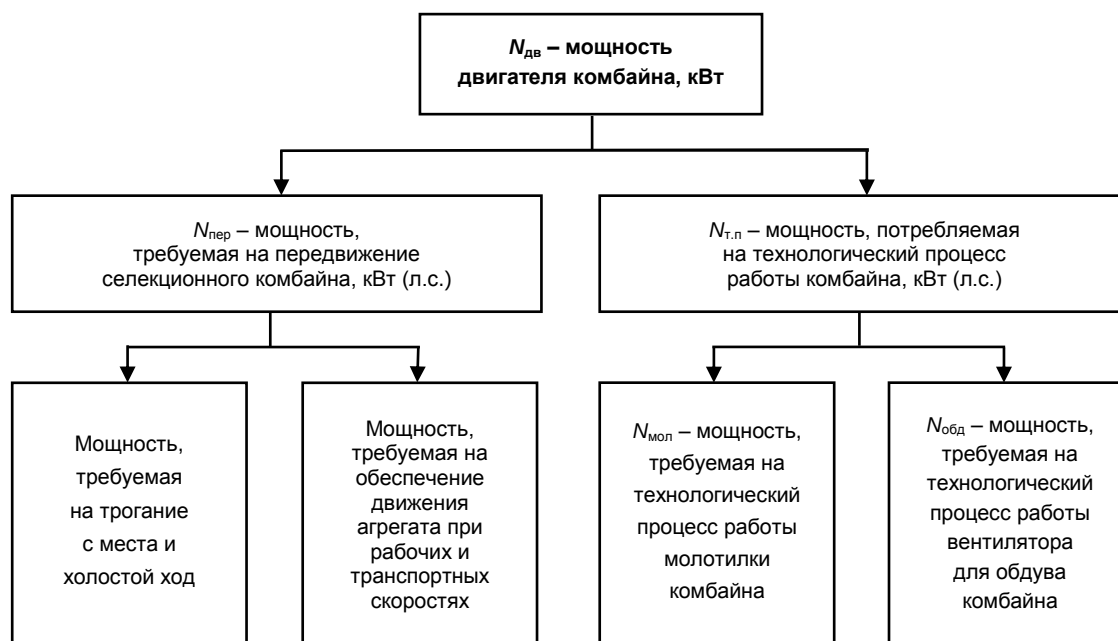


Рис. 3. Структурная схема энергобаланса селекционного комбайна

$$N_{\text{дв}} = \lambda \cdot N_e = \frac{1}{\eta_N} (N_{\text{пер}} + N_{\text{т.п}}), \quad (42)$$

где $N_{\text{дв}}$ – мощность двигателя комбайна, кВт;

λ – коэффициент запаса мощности двигателя;

N_e – потребляемая эффективная мощность двигателя, кВт;

η_N – коэффициент использования мощности двигателя;

$N_{\text{пер}}$ – мощность, требуемая на передвижение комбайна, кВт;

$N_{\text{т.п}}$ – мощность, потребляемая на технологический процесс работы комбайна, кВт.

Ниже приведена модель энергетического баланса селекционного комбайна, оборудованного вентилятором для обдува (43), и ее структурная схема (рис. 4).

$$N_{\text{мол}} = N_{\text{ж}} + N_{\text{н.к}} + N_{\text{м.б}} + N_{\text{р.о}} + N_{\text{обд.}} \quad (43)$$

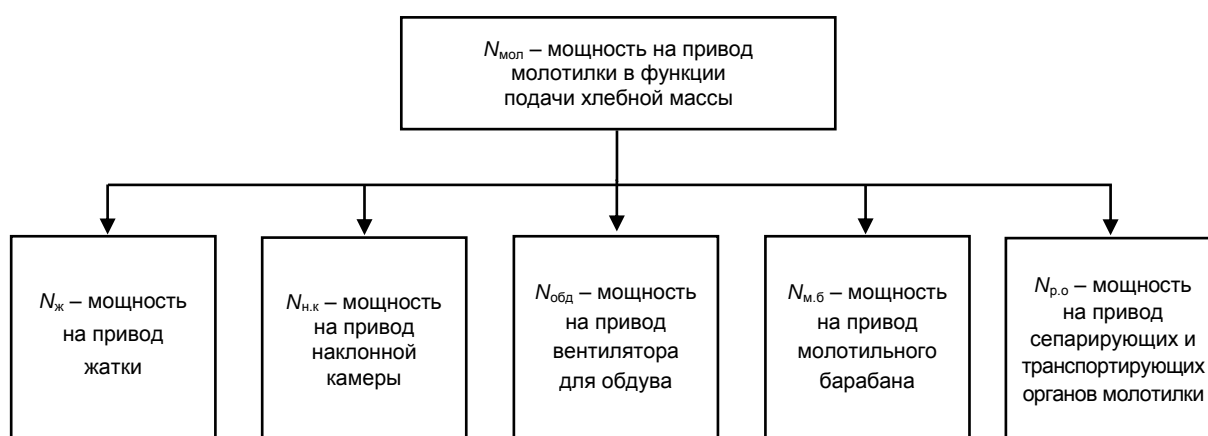


Рис. 4. Структурная схема энергобаланса агрегатов молотилки комбайна

Каждая составляющая уравнения (43) является сложной функцией, зависящей от масс агрегатов комбайна, скорости его передвижения, пропускной способности и других факторов. При анализе ранее проведенной энергетической оценки работы в реальных условиях комбайновых агрегатов установлено, что зависимость затрат мощности на передвижение агрегата от скорости его движения может быть линейная или нелинейная. Это связано с разным увеличением сопротивления перекачиванию при увеличении скорости в разных условиях и режимах движения комбайна.

Общий энергобаланс селекционного комбайна приведен в таблице 2.

Таблица 2. Энергобаланс селекционного комбайна

Параметр	Значение параметра, кВт
$N_{\text{дв}}$	36,7
$N_{\text{пер}}$	11,2
$N_{\text{мол}}$	7,5
$N_{\text{р.о}}$	6,0
$N_{\text{н.к}}$	7,5
$N_{\text{обд}}$	1,1
λ	3,4

Электропривод молотильного барабана селекционного комбайна должен обеспечивать:

- плавный пуск, управление частотой вращения и реверс;
- постоянство момента при скоростях ниже 700 об/мин и постоянство мощности при скоростях выше 700 об/мин.

Электропривод вентилятора очистки комбайна от примесей должен обеспечивать автоматический реверс вентилятора по заданному циклу.

Структура системы электроприводов селекционного комбайна представлена на рисунке 5.

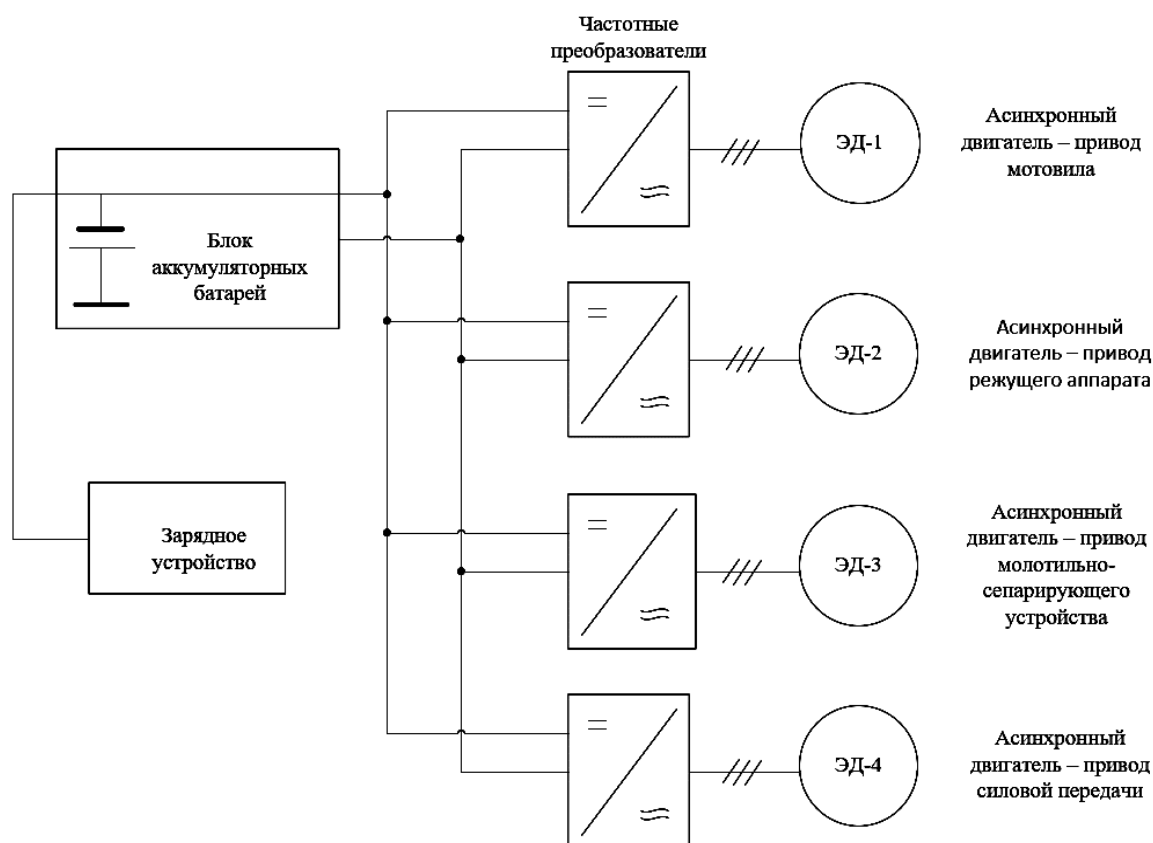


Рис. 5. Структура системы электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна

Электропривод молотильного устройства должен обеспечивать:

- регулирование и программирование системы обмолота и очистки;
- регулирование и программирование скорости движения, параметров регулировки и работы барабанов, вентилятора, соломотряса, системы домолота.

Параметры электропривода молотильного устройства приведены в таблице 3.

Таблица 3. Параметры электропривода молотильного устройства

Наименование параметра	Величина
Мощность, кВт	
Вентилятор	2,0
Соломотряс	3,0
Барабан	27,7
Скорость вращения, об/мин	
Вентилятор	300–800
Соломотряс	215
Барабан	3 412

Выводы

Применение электроприводов базовых рабочих органов селекционного комбайна позволяет обеспечить выполнение технологических операций с заданными функциональными характеристиками.

Определение параметров электроприводов, расчет их энергетического баланса и режимов работы позволили обосновать типоразмерный ряд необходимых электродвигателей для переоборудования приводов базовых рабочих органов и силовой передачи селекционного комбайна.

Проведенные расчеты по обоснованию параметров и режимов стабильной работы базовых рабочих органов селекционного комбайна показали:

- для привода режущего аппарата жатки необходим асинхронный электродвигатель мощностью не менее 2,1 кВт и частотой вращения 800 об/мин;
- для привода мотвила необходимы асинхронный электродвигатель мощностью не менее 1,51 кВт, который обеспечит качественную подачу срезанной порции стеблей на рабочий стол жатки, и механический редуктор для поддержания частоты вращения мотвила в диапазоне от 20 до 40 об/мин;
- для привода молотильного барабана следует применять асинхронный электродвигатель мощностью не менее 5,13 кВт, обеспечивающий диапазон частоты вращения от 360 до 1250 об/мин в соответствии с технологическими требованиями, регламентирующими процесс обмолота сельскохозяйственных культур.

Обоснованные параметры и режимы работы электромеханических приводов позволят в первую очередь повысить производительность комбайна на 10–15%, контролировать и распределять нагрузку на рабочие органы в процессе работы комбайна, предохраняя их от повреждений и выхода из строя.

Список источников

1. Галкин В.Д., Галкин А.Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян: монография. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2021. 234 с.
2. Годжаев З.А., Сенькевич С.Е., Алексеев И.С. и др. Обоснование выбора параметров электро-механической трансмиссии для трактора тягового класса 0,6-0,9 и согласование тяговых характеристик // Агроинженерия. 2023. Т. 25, № 1. С. 63–70. DOI: 10.26897/2687-1149-2023-1-63-70.
3. ГОСТ 158-74. Сегменты, пластины противорежущие и полосы ножевые режущих аппаратов сельскохозяйственных машин. Технические условия. Москва: Издательство стандартов, 1974. 10 с.
4. Жалнин Э., Хорт Д. Мировые тенденции технического прогресса в АПК // Аграрное обозрение. 2016. № 3. С. 16–26.
5. Кабдушева А.С. Зерноуборочные комбайны. Методические рекомендации к лабораторным работам: учебное пособие. Костанай: КРУ имени А. Байтурсынова, 2022. 130 с.
6. Лачуга Ю.Ф., Стребков Д.С., Годжаев З.А. и др. Электрификация сельскохозяйственных мобильных энергосредств на основе тягово-энергетической концепции развития техники // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2020. Т. 21, № 4. С. 260–270. DOI: 10.22363/2312-8143-2020-21-4-260-270.
7. Леонтьев Д.С., Валишин Д.Е., Аипов Р.С. Математическая модель линейного электропривода двухножевого режущего аппарата зерноуборочного комбайна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3(95). С. 119–125. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-119-126.
8. Паршин Д.Я., Шевчук Д.Г., Булгаков А.Г. Математическая модель динамики распределения мощности двигателя зерноуборочного комбайна // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 5(50). С. 203–210.
9. Радин В.В. Расчет баланса мощности зерноуборочного комбайна: учебное пособие. Ростов на Дону: РИСХМ, 1991. 75 с.
10. Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Кутырев А.И. Интеллектуальные технологии и роботизированные машины для возделывания садовых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15, № 4. С. 35–41. DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-4-35-41.
11. Трубилин Е.И., Абликов В.А. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория, расчет): учебное пособие. 2-е изд. перераб. и доп. Краснодар: Краснодарский ГАУ, 2010. 325 с.

12. Черноволов В.А. Сельскохозяйственные машины: обоснование параметров рабочих органов зерноуборочного комбайна: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. 145 с.

13. Шпрехер Д.М., Бабокин Г.И., Колесников Е.Б. и др. Исследование динамики нагружения регулируемого электропривода очистного комбайна // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 2. С. 514–525.

References

1. Galkin V.D., Galkin A.D. Technologies, machines and units for post-harvest grain processing and seed preparation: monograph. Perm: Prokrost Publishers; 2021. 234 p. (In Russ.).

2. Godzhaev Z.A., Senkevich S.E., Alekseev I.S. et al. Justification of the parameters of an electromechanical transmission for a tractor of 0.6-0.9 traction class and coordination of traction characteristics. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2023;25(1):63-70. DOI: 10.26897/2687-1149-2023-1-63-70. (In Russ.).

3. GOST 158-74. Knife sections ledger plates and knife backs for cutter bars of agricultural machines. Specifications. Moscow: Publishing House for Standards; 1974. 10 p. (In Russ.).

4. Zhalnin E., Hort D. World trends in technical progress in the Agro-Industrial Complex. *Agrarian Review*. 2016;3:16-26. (In Russ.).

5. Kabdusheva A.S. Combine harvesters. Methodological recommendations for laboratory work: study guide. Kostanay: Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University Publishers; 2022. 130 p. (In Russ.).

6. Lachuga Yu.F., Strebkov D.S., Godzhaev Z.A. et al. Electrification of agricultural mobile power facilities based on the traction and energy concept of technology development. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2020;21(4):260-270. DOI: 10.22363/2312-8143-2020-21-4-260-270. (In Russ.).

7. Leontev D.S., Valishin D.E., Aipov R.S. Mathematical model of a linear electric drive two-knife cutting unit of a grain harvester. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;95(3):119-126. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-119-126. (In Russ.).

8. Parshin D.J., Shevchuk D.G., Bulgakov A.G. Mathematical model of grain combine's engine power distribution dynamics. *Proceedings of the Southwest State University*. 2013;5(50):203-210. (In Russ.).

9. Radin V.V., Dimitrov V.P., Vaitsekhovskiy V.V. Calculation of the power balance of a grain harvester: study guide. Rostov-on-Don: Rostov Institute of Agricultural Engineering Publishers; 1991. 75 p. (In Russ.).

10. Smirnov I.G., Khort D.O., Kutyrev A.I. Intelligent Technologies and Robotic Machines for Garden Crops Cultivation. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021;15(4):35-41. DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-4-35-41. (In Russ.).

11. Trubilin E.I. Machines for harvesting agricultural crops (design, theory, calculations): textbook. 2nd edition, revised and enlarged. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Publishers; 2010. 325 p. (In Russ.).

12. Chernovolov V.A. Agricultural machines: Justification of the parameters of the working bodies of a grain harvester: study guide on coursework and diploma design. Zernograd: Azov-Black Sea Agroengineering Academy Publishers; 2013. 145 p. (In Russ.).

13. Shprekher D.M., Babokin G.I., Kolesnikov E.B. et al. Study loading dynamics for adjustable electric drive of shearer loader. *News of the Tula State University. Technical Sciences*. 2020;2:514-525. (In Russ.).

Информация об авторах

М.Е. Чаплыгин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией «Технологии и машины для посева и уборки зерна и семян» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-6868>, Researcher ID: AAZ-6056-2020, misha2728@yandex.ru.

З.А. Годжаев – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, зав. отделом «Мобильные энергосредства» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-3730>, fic51@mail.ru.

С.Ю. Уютов – младший научный сотрудник лаборатории автоматизированного привода сельскохозяйственной техники ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9394-5916>, s_uytov@mail.ru.

Information about the authors

M.E. Chaplygin, Candidate of Engineering Sciences, Leading Research Scientist, Head of the Technologies and Machines for Grain and Seeds Sowing and Harvesting Laboratory, Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-6868>, Researcher ID: AAZ-6056-2020, misha2728@yandex.ru.

Z.A. Godzhaev, Doctor of Engineering Sciences, Corresponding Member of RAS, Professor, Head of Mobile Energy Vehicles Department, Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-3730>, fic51@mail.ru.

S.Yu. Uytov, Junior Research Scientist, Automated Drive of Agricultural Machinery Laboratory, Federal Scientific Agroengineering Centre VIM, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9394-5916>, s_uytov@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 07.11.2023; одобрена после рецензирования 17.12.2023; принята к публикации 25.12.2023.

The article was submitted 07.11.2023; approved after reviewing 17.12.2023; accepted for publication 25.12.2023.

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

Научная статья

УДК 631.333.81

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_125

EDN: SSVSWG

**Обоснование конструктивных параметров дозирующей
системы машины для локального внесения
концентрированных твердых органических удобрений****Антон Михайлович Захаров¹, Алексей Петрович Мишанов²,
Евгений Александрович Мурзаев³, Даниил Юрьевич Иванов^{4✉},
Алексей Дмитриевич Комоедов⁵**^{1, 2, 3, 4, 5} Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного
производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный
центр ВИМ», Санкт-Петербург, Россия⁴ daniil.id29@yandex.ru[✉]

Аннотация. В настоящее время в России активно развиваются такие отрасли сельского хозяйства, как животноводство, в том числе птицеводство. При этом образуется все больше побочной продукции этих отраслей, а именно навоза и помета, и, как следствие, обостряется проблема их переработки и утилизации. Одним из наиболее предпочтительных, на наш взгляд, способов переработки навоза и помета, является их ферментация в биореакторах, в результате которой получают концентрированные твердые органические удобрения (КТОУ), которые содержат все необходимые растениям питательные элементы. Такие удобрения рационально применять при производстве продукции растениеводства, особенно при возделывании культурных растений по органическим технологиям, так как согласно ГОСТ 33980-2016 накладываются ограничения на дозу вносимых удобрений в размере 170 кг/га в год. В настоящее время на отечественном рынке сельскохозяйственной техники практически отсутствуют машины, с помощью которых можно вносить такие виды удобрений в малых дозах без снижения качества выполняемых работ. Сотрудниками Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» разработана конструкция машины для внесения концентрированных твердых органических удобрений. Проведен теоретический расчет конструктивных параметров дозирующей системы машины и разработана лабораторная установка с целью подтверждения и корректировки полученных данных. Обработка экспериментальных данных, полученных в ходе исследований, показала, что оптимальными конструктивными параметрами предложенного шнека – рабочего органа дозирующей системы машины для локального внесения КТОУ – являются следующие: диаметр шнека – 125 мм, шаг навивки – 125 мм.

Ключевые слова: дозирующая система, конструктивные параметры, концентрированные твердые органические удобрения (КТОУ), внесение, шнек

Для цитирования: Захаров А.М., Мишанов А.П., Мурзаев Е.А., Иванов Д.Ю., Комоедов А.Д. Обоснование конструктивных параметров дозирующей системы машины для локального внесения концентрированных твердых органических удобрений // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 125–130. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_125-130.

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

Original article

**Justification of design parameters of a dosing
system of the machine for the local application
of concentrated solid organic fertilizers****Anton M. Zakharov¹, Aleksey P. Mishanov², Evgeniy A. Murzaev³,
Daniil Yu. Ivanov^{4✉}, Aleksey D. Komoedov⁵**^{1, 2, 3, 4, 5} Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production –
Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific
Agroengineering Centre VIM”, Saint Petersburg, Russia⁴ daniil.id29@yandex.ru[✉]

Abstract. At present such branches of agriculture as animal husbandry, including poultry farming, are actively developing in Russia. Consequently, more and more by-products of these industries are being formed, namely manure and litter, and as a result, the problem of their processing and disposal is becoming more acute. According to the authors, one of the most preferable methods of processing manure and litter is their fermentation in bioreactors, as a result of which concentrated solid organic fertilizers (CSOF) are obtained, which contain all the nutrients necessary for plants. It is advisable to use such fertilizers in crop production, especially when growing cultivated plants using organic technologies, since GOST 33980-2016 limits the dose of applied fertilizers to the amount of 170 kg/ha per year. Currently, there are practically no machines in the Russian agricultural machinery market that can be used to apply such types of fertilizers in small doses without reducing the quality of works performed. In this regard, the members of the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Centre VIM” have designed a machine for applying concentrated solid organic fertilizers. Design parameters of the dosing system of this machine were theoretically calculated and a laboratory installation was developed in order to confirm and correct the obtained data. Processing of the experimental data obtained during the research showed that the optimal design parameters of the proposed auger as the working organ of the dosing system of the machine for local application of CSOFs are as follows: auger diameter = 125 mm; auger pitch = 125 mm.

Keywords: dosing system, design parameters, concentrated solid organic fertilizers (CSOF), application, auger
For citation: Zakharov A.M., Mishanov A.P., Murzaev E.A., Ivanov D.Yu., Komoedov A.D. Justification of design parameters of a dosing system of the machine for the local application of concentrated solid organic fertilizers. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):125-130. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_125-130.

Введение
В Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации активно развиваются такие отрасли сельского хозяйства, как животноводство и птицеводство [8], что приводит к увеличению количества получаемых сельскохозяйственными предприятиями побочных продуктов животноводства, в частности навоза и помета [3]. Применение таких побочных продуктов в качестве удобрений позволяет повышать плодородие и улучшать состояние почв за счет содержащегося в них органического вещества и питательных элементов [12]. Однако в случае несоблюдения технологических сроков при обеззараживании навоза и помета или нарушения агротехнологических сроков внесения готовых органических удобрений происходит снижение эффективности от их использования, а также возникает вероятность загрязнения окружающей среды [10].

Недостатком применения твердых органических удобрений в растениеводстве является наличие в них патогенной микрофлоры и семян сорной растительности, обеззараживание которых занимает длительное время. Для сокращения времени обеззараживания разрабатываются и применяются различные способы ускоренной переработки навоза и помета в органические удобрения [6, 9]. Одним из таких способов является компостирование в биореакторах, устройство и принцип работы которых позволяют ускорить обеззараживание с помощью принудительной подачи воздуха в органическую массу и постоянного ее перемешивания [1]. Данный способ уменьшает время обеззараживания, уничтожает семена сорных растений, а также снижает потерю органического вещества и питательных элементов. В результате биоферментации навоза и помета в биореакторе получают твердые органические удобрения с высоким содержанием питательных веществ или концентрированные твердые органические удобрения (КТОУ) [11, 14]. Например, в биологически активном гумусированном органическом удобрении «Биагум», производимом из куриного помета в биореакторе, конструкция которого разработана в ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, содержится азот на уровне 2,0%.

В связи с получением КТОУ возникает вопрос о техническом средстве для их внесения, особенно это актуально при развивающемся органическом производстве продукции растениеводства [2], поскольку согласно ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» регламентирована доза внесения азота на гектар в год, которая составляет 170 кг/га, или 8,5 т/га КТОУ с содержанием азота не более 2% [5].

В настоящее время на отечественном рынке сельскохозяйственной техники практически не представлены машины, с помощью которых можно вносить КТОУ в малых дозах, не снижая качество выполняемой работы. В связи с вышесказанным в

ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ была разработана конструкция комбинированной машины для внесения КТОУ [13], проведен расчет и создана лабораторная установка для обоснования конструктивных параметров дозирующей системы машины. Основываясь на анализе литературных источников и патентном поиске [7, 15], рабочим органом дозирующей системы выбран шнек, так как он обеспечивает гибкое регулирование производительности и обеспечивает ее стабильность во время работы.

Представлены результаты исследования процесса дозирования КТОУ в зависимости от частоты вращения и угла наклона рабочего органа, используемых в качестве варьируемых факторов для обоснования конструктивных параметров дозирующей системы.

Материалы и методы

С целью обоснования конструктивных параметров дозирующей системы машины для локального внесения КТОУ была спроектирована и изготовлена лабораторная установка для проведения экспериментальных исследований, представленная на рисунке 1.

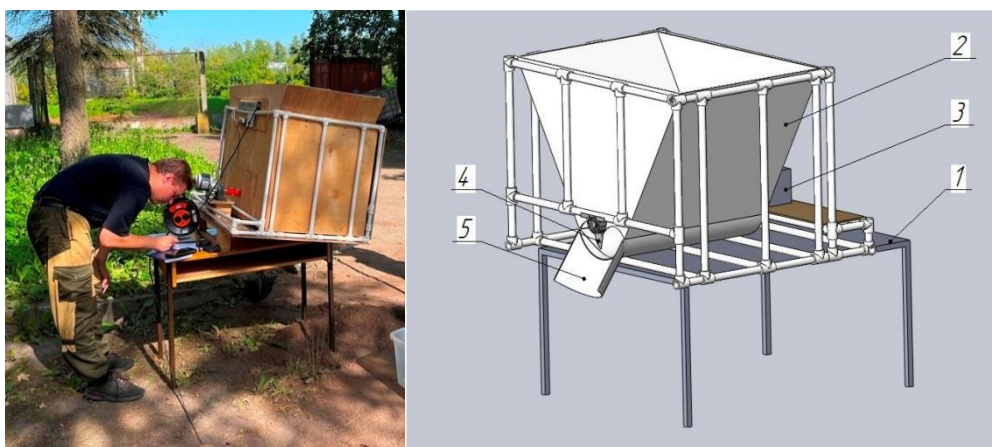


Рис. 1. Трехмерная модель лабораторной установки для проведения исследований: 1 – рабочий стол; 2 – бункер; 3 – мотор-редуктор; 4 – шнековый рабочий орган; 5 – направляющий лоток

Лабораторная установка состоит из рабочего стола 1, на котором с возможностью изменения угла наклона устанавливается бункер 2, с монтированным на нем мотор-редуктором 3, к выходному валу которого посредством шпоночного соединения прикреплен шнековый рабочий орган 4. Регулировка частоты вращения выходного вала мотор-редуктора осуществляется контролером широтно-импульсной модуляции. Включение и отключение подачи тока к мотор-редуктору осуществляется тумблером.

Бункер 2, установленный на рабочий стол 1, выставляется на заданный угол с помощью подставок. Внутри загружается удобрение. Удобрение, засыпанное в бункер, дозируется к выгрузному отверстию с направляющим лотком посредством передачи крутящего момента от выходного вала регулируемого мотор-редуктора 3 к шнековому рабочему органу 4. Пройдя направляющий лоток 5, удобрение собирается в контейнер за установленный промежуток времени. Далее собранные удобрения взвешиваются, затем определяется секундная производительность дозирующей системы на выбранном режиме работы.

Параметрами, влияющими на процесс дозирования удобрений, являются:

- угол наклона рабочего органа;
- частота вращения рабочего органа.

Для обоснования конструктивных параметров и их влияния на производительность дозирующей системы используется математическая модель в виде уравнения регрессии

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2. \quad (1)$$

Для получения коэффициентов регрессии проведен факторный эксперимент по плану 3^2 в пятикратной повторности.

Интервалы варьирования и условия кодирования переменных приняты на основании проведенных теоретических исследований и представлены в таблице.

Матрица планирования эксперимента

Факторы	Угол наклона рабочего органа α° (x_1)	Частота вращения рабочего органа n , мин $^{-1}$ (x_2)
Нижний уровень (–)	0	15
Основной уровень (0)	5	20
Верхний уровень (+)	10	25

Результаты и их обсуждение

После статистической обработки экспериментальных данных установлены средние значения секундной производительности дозирующей системы для каждой комбинации факторов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась в программном обеспечении Statgraphics методом регрессионного анализа. Получена математическая зависимость производительности дозирующей системы от конструктивных параметров дозирующей системы в виде уравнения регрессии в кодированном виде:

$$y = 1,52 + 0,425x_1 + 0,275x_2. \quad (2)$$

Квадрат множественного коэффициента корреляции R -квадрат равен 0,98, что говорит о том, что влияние угла наклона и частоты вращения рабочего органа на производительность дозирующей системы составляет 98%. По полученному полиному построена поверхность отклика, представленная на рисунке 2.

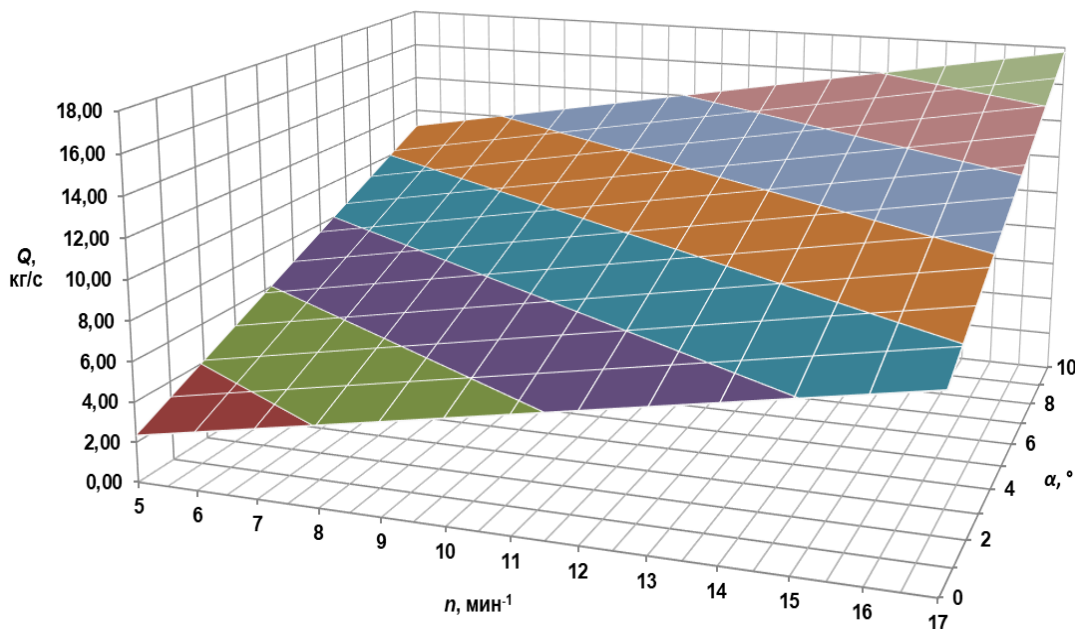


Рис. 2. Зависимость производительности дозирующей системы от угла наклона рабочего органа и частоты его вращения

Отклонение фактической производительности от заданной при угле наклона рабочего органа 0° находилось в интервале от 6,8 до 9,8%, что соответствует допустимому значению, указанному в ГОСТ 28718-2016 «Техника сельскохозяйственная. Машины для внесения твердых органических удобрений. Методы испытаний» [4].

Выводы

На основании полученных данных и результатов их статистической обработки установлены оптимальные конструктивные параметры применяемого шнека – рабочего органа дозирующей системы машины для локального внесения КТОУ:

- диаметр шнека – 125 мм;
- шаг навивки – 125 мм,

Рассчитанные параметры позволяют обеспечить регулирование дозы внесения от 1,5 до 8,5 т/га в диапазоне частоты вращения $n = 12\text{--}68 \text{ мин}^{-1}$.

Список источников

1. Архипченко И.А., Бакина Л.Г., Брюханов А.Ю. и др. Трансформации микробного сообщества и органического субстрата при аэробной ферментации помета // *Экология и промышленность России*. 2020. Т. 24, № 8. С. 22–27. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-8-22-27.
2. Банникова Н.В., Воробьева Н.В., Орел Ю.В. и др. Перспективы развития рынка органических продуктов питания с учетом факторов потребительского спроса // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 190–201. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_1_190.
3. Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В. Анализ образования и накопления животноводческих отходов в Ленинградской области // *Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Владимир, 08–10 июля 2015 г.)*. Владимир: Издательский полиграфический комплекс «ПресСто», 2015. С. 310–317.
4. ГОСТ 28718-2016. Техника сельскохозяйственная. Машины для внесения твердых органических удобрений. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2016. 43 с.
5. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. Москва: Стандартинформ, 2020. 49 с.
6. Димитриев А.В. Анализ технологий производства биоудобрений // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2006. № 78. С. 90–95.
7. Захаров А.М., Мурзаев Е.А., Иванов Д.Ю. Обоснование конструктивных параметров дозирующей системы машины для внесения компостов // *АгроЭкоИнженерия*. 2022. № 2(111). С. 73–83. DOI: 10.24412/2713-2641-2022-2111-73-83.
8. Ксенофонтов М.Ю., Ползиков Д.А., Мельникова Я.С. и др. Основные тенденции и факторы пространственного развития АПК России в ретроспективе (на примере рынков мяса, молока и зерна) // *Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН*. 2019. Т. 17. С. 143–173. DOI: 10.29003/m815.sp_ief_ras2019/143-173.
9. Липкович Э.И., Бельтюков Л.П., Бондаренко А.М. Органическая система земледелия // *Техника и оборудование для села*. 2014. № 8. С. 2–7.
10. Марченко Н.М., Личман Г.И., Шебалкин А.Е. Механизация внесения органических удобрений. Москва: Агропромиздат, 1990. 207 с.
11. Уваров Р.А. Биоферментация помёта в установках закрытого типа // *Птицеводство*. 2016. № 10. С. 53–56.
12. Устроенов А.А., Минин В.Б., Мурзаев Е.А. Зависимость урожайности картофеля в биологизированной технологии возделывания от параметров базовых технологических процессов // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. № 1(98). С. 93–101. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10125.
13. Устройство для дифференцированного внесения органических удобрений при возделывании пропашных культур: патент на изобретение № 2770193 Российская Федерация. № 2021127545; заявл. 20.09.2021; опубл. 14.04.2022, Бюл. № 11. 6 с.
14. Шалавина Е.В., Брюханов А.Ю., Васильев Э.В. и др. Биоферментация органических отходов свиноводческого комплекса в установке барабанного типа // *Аграрная наука*. 2020. № 6. С. 51–56. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-51-56.
15. Kumar A., Singh J. Development and testing of tractor drawn subsurface manure applicator // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2021. Vol. 10(4). Pp. 231–237.

References

1. Arkhipchenko I., Bakina L., Bruhanov A. et al. Transformation in the microbial community and of organic substrate during aerobic fermentation of manure. *Ecology and Industry of Russia*. 2020;24(8):22-27. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-8-22-27. (In Russ.).
2. Bannikova N.V., Vorobyeva N.V., Orel Yu.V. et al. Perspectives for development of organic products market with consideration of consumer demand factors. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):190-201. DOI: 10.53914/issn2071-2243. (In Russ.).
3. Bryukhanov A.Yu., Shalavina E.V. Analysis of the formation and accumulation of livestock waste in Leningrad Oblast. Ecological problems of the use of organic fertilizers in agriculture: Proceedings of the All-Russian Research-to-Practice Conference with International Participation (Vladimir, July 08-10, 2015). Vladimir: Publishing Printing Centre "PresSto", 2015: 310-317. (In Russ.).

4. GOST 28718-2016. Agricultural machinery. Machines for applying solid organic fertilizers. Test methods. Moscow: Standartinform; 2016. 43 p.
5. GOST 33980-2016. Organic products. Rules of production, processing, labeling and sale. Moscow: Standartinform; 2020. 49 p.
6. Dimitriev A.V. Analysis of biofertilizer production technologies. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2006;78:90-95. (In Russ.).
7. Zakharov A.M., Murzaev E.A., Ivanov D.Yu. Justification of design parameters of a dosing system for a compost application machine. *AgroEkolnzheneriya*. 2022;2(111):73-83. (In Russ.).
8. Ksenofontov M.Yu., Polzikov D.A., Melnikova Ya.S., etc. The main trends and factors of spatial development of the Agro-industrial Complex of Russia in retrospect (on the example of meat, milk and grain markets). *Scientific papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*. 2019;17:143-173. DOI: 10.29003/m815.sp_ef_ras2019/143-173. (In Russ.).
9. Lipkovich E.I., Beltyukov L.P., Bondarenko A.M. Organic farming system. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2014;8:2-7. (In Russ.).
10. Marchenko N.M., Lichman G.I., Shebalkin A.E. Mechanization of organic fertilizer application. Moscow: Agropromizdat, 1990. 207 p. (In Russ.).
11. Uvarov R.A. Bio-fermentation of manure in closed systems. *Ptitsevodstvo*. 2016;10:53-56. (In Russ.).
12. Ustroev A.A., Minin V.B., Murzaev E.A. Correlation between potato yields in biologybased cultivation technology and parameters of basic technological processes. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2019;1(98):93-101. (In Russ.).
13. Device for differentiated application of organic fertilizers in the cultivation of row crops: Patent 2770193 Russian Federation. No. 2021127545; claimed 09.20.2021; published 04.14.2022, Bulletin 11. 6 p. (In Russ.).
14. Shalavina E.V., Briukhanov A.Yu., Vasilev E.V. et al. Biofermentation of organic waste from a pig-breeding complex in a drum-type installation. *Agrarian Science*. 2020;6:51-56. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-51-56. (In Russ.).
15. Kumar A., Singh J. Development and testing of tractor drawn subsurface manure applicator. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2021;10(4):231-237.

Информация об авторах

А.М. Захаров – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Агроэкология в растениеводстве», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», bauermw@mail.ru.

А.П. Мишанов – старший научный сотрудник отдела «Агроэкология в растениеводстве», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», amishanov@mail.ru.

Е.А. Мурзаев – научный сотрудник отдела «Агроэкология в растениеводстве», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», murzaev.e.a@mail.ru.

Д.Ю. Иванов – аспирант, младший научный сотрудник отдела «Агроэкология в растениеводстве», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», daniil.id29@yandex.ru.

А.Д. Комоедов – аспирант, младший научный сотрудник отдела «Агроэкология в растениеводстве», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», komoedov.alexey@yandex.ru.

Information about the authors

A.M. Zakharov, Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher, the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, bauermw@mail.ru.

A.P. Mishanov, Senior Researcher, the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, amishanov@mail.ru.

E.A. Murzaev, Researcher, the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, murzaev.e.a@mail.ru.

D.Yu. Ivanov, Postgraduate Student, Junior Researcher, the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, daniil.id29@yandex.ru.

A.D. Komoedov, Postgraduate Student, Junior Researcher, the Department of Agroecology in Crop Production, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, komoedov.alexey@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 19.10.2023; одобрена после рецензирования 21.11.2023; принята к публикации 05.12.2023.

The article was submitted 19.10.2023; approved after reviewing 21.11.2023; accepted for publication 05.12.2023.

© Захаров А.М., Мишанов А.П., Мурзаев Е.А., Иванов Д.Ю., Комоедов А.Д., 2024

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

Научная статья

УДК 631.171

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_131

EDN: RTEМNH

**Результаты экспериментальных исследований
по обоснованию интервала варьирования времени
смешивания БМВД в центробежном лопастном смесителе****Владислав Владимирович Гордеев^{1✉}, Евгений Вячеславович Авакимянц²,
Виктор Евгеньевич Хазанов³, Татьяна Ивановна Гордеева⁴**^{1, 2, 3, 4} Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного
производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
Санкт-Петербург, Россия¹ vladgordeev@mail.ru[✉]

Аннотация. Смешивание является сложным процессом, который зависит от физико-механических свойств смешиваемых материалов, конструкции смесителя и режимов его работы. На основе анализа физико-механических свойств белково-минерально-витаминных добавок (БМВД) для кормления КРС сделан вывод, что для их приготовления следует применять центробежный смеситель с радиальной лопастной мешалкой. Для обоснования интервала варьирования времени смешивания в ходе эксперимента изменяли время смешивания от 30 до 240 секунд с интервалом в 30 с и угол установки лопасти от 30 до 60° относительно горизонтальной плоскости с интервалом 15°. Окружная скорость на краю лопасти составляла 11 м/с для всех вариантов опытов. Смесь имела общую массу 27,27 кг и состояла из 27 кг основного компонента и 0,27 кг ключевого компонента. Отвечающая зоотехническим требованиям неоднородность смеси менее 10% может быть получена уже по истечении 60 с от начала работы смесителя при углах установки лопасти 30° и 60°, а при угле 45° – по истечении 90 с. Удельная энергоёмкость при угле установки лопасти 30° составляет 1,34 кВт·ч/т, что на 28,7 и 46,8% меньше, чем при углах 60° и 45° соответственно. Наилучшее качество смеси – 2,0% неоднородности – достигается при длительности смешивания 240 с и угле установки лопасти 30°, при этом удельная энергоёмкость составляет 5,38 кВт·ч/т. Близкое к этому качество смеси – 2,69% неоднородности – достигается при угле установки лопасти 45° и длительности смешивания 120 с, при этом удельная энергоёмкость составляет 3,36 кВт·ч/т. Достижение высокого качества смеси, соответствующего зоотехническим требованиям, при длительности смешивания не более 120 с позволяет обосновать интервал варьирования времени смешивания БМВД в центробежном смесителе с радиальной лопастной мешалкой, при этом за верхний уровень варьирования следует принять длительность смешивания 150 с.

Ключевые слова: смешивание, кормосмесь, лопастной смеситель, длительность смешивания, белково-минерально-витаминные добавки (БМВД)

Для цитирования: Гордеев В.В., Авакимянц Е.В., Хазанов В.Е., Гордеева Т.И. Результаты экспериментальных исследований по обоснованию интервала варьирования времени смешивания БМВД в центробежном лопастном смесителе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 131–137. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_131-137.

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

Original article

**Results of experimental studies on variability interval estimation
of mixing time for albuminous vitamin-mineral
additives in a centrifugal paddle mixer****Vladislav V. Gordeev^{1✉}, Evgeny V. Avakimyan²,
Victor E. Khazanov³, Tatiana I. Gordeeva⁴**^{1, 2, 3, 4} Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production –
Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific
Agroengineering Centre VIM”, Saint Petersburg, Russia¹ vladgordeev@mail.ru[✉]

Abstract. Mixing is a complicated process that depends on mixer design and its operating modes, as well as physical and mechanical properties of the materials being mixed. Based on the analysis of physical and mechanical properties of albuminous vitamin-mineral additives (AVMA) used for feeding cattle, a conclusion was made about the advisability of using a centrifugal mixer with a radial paddle mixer, and the interval of variation of mixing time was experimentally substantiated. During the experiment the mixing time was being changed from 30 to 240 seconds with the interval of 30 seconds and the blade pitch angle was being changed from 30 to 60° relative to the horizontal plane with the interval of 15°. Peripheral speed at the edge of the blade was 11 m/s in all experimental variants. The mixture had a total mass of 27.27 kg and consisted of 27 kg of the main component and 0.27 kg of the key component. Heterogeneity of mixture of less than 10% that meets the zootechnical requirements can be obtained already after 60 seconds from the start of mixer operation at blade pitch angles of 30° and 60°, and after 90 seconds at the angle of 45°. Energy intensity at the blade pitch angle of 30° is 1.34 kWh/t, which is 28.7 and 46.8% less than at the angles of 60° and 45°, respectively. The best quality of mixture (heterogeneity of 2.0%) is achieved with the mixing time of 240 seconds and blade pitch angle of 30°, while the energy intensity is 5.38 kWh/t. A similar mixture quality (heterogeneity of 2.69%) is achieved with the blade pitch angle of 45° and mixing time of 120 s, while the energy intensity is 3.36 kWh/t. Achieving a high quality of mixture that meets the zootechnical requirements with the mixing time of no more than 120 seconds allows justifying the interval of variation of mixing time for AVMA in a centrifugal mixer with a radial paddle mixer, and the mixing time of 150 s should be taken as the upper level of variation.

Keywords: mixing, feed mixture, paddle mixer, mixing time, albuminous vitamin-mineral additives (AVMA)

For citation: Gordeev V.V., Avakimyan E.V., Khazanov V.E., Gordeeva T.I. Results of experimental studies on variability interval estimation of mixing time for albuminous vitamin-mineral additives in a centrifugal paddle mixer. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):131-137. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_131-137.

Введение

Смешивание различных добавок, применяемых для кормления крупного рогатого скота, является сложным процессом, который зависит от конструкции смесителя, режимов его работы и физико-механических свойств смешиваемых материалов.

Формирование качества смеси происходит в результате одновременного течения трех элементарных процессов:

- конвективного смешивания;
- диффузионного смешивания;
- сегрегации [4, 7, 9, 14].

Влияние элементарных процессов на качество смеси поясняется на рисунке 1.

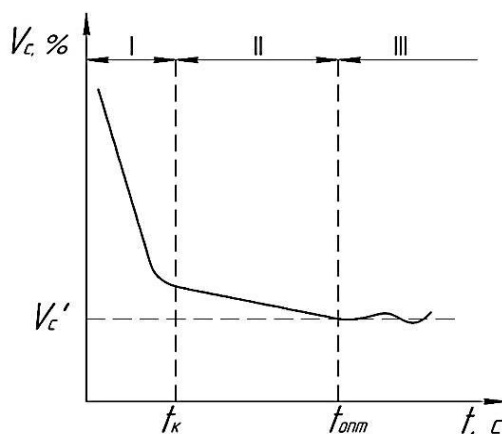


Рис. 1. Зависимость коэффициента неоднородности смеси V_c от времени смешивания

Участок I соответствует преобладанию конвективного смешивания, участок II характеризует диффузионное смешивание, на участке III диффузионное смешивание и сегрегация уравниваются. Скорость диффузионного смешивания и сегрегации зависит от физико-механических свойств компонентов смеси и характера их движения. Исследования физико-механических свойств белково-минерально-витаминных добавок (БМВД), применяемых для кормления крупного рогатого скота (КРС), позволили определить их насыпную плотность, гранулометрический состав, углы естественного откоса и обрушения, коэффициенты внутреннего и внешнего трения [2]. Установлено, что более 80% частиц БМВД, применяемых для кормления молочных коров, являются

порошкообразными, мелкозернистыми сыпучими смесями с размерами в пределах 0,105–0,75 мм [15]. Для их смешивания чаще всего применяют центробежные смесители с радиальной мешалкой. Время смешивания в таких смесителях может составлять 240–960 с [9, 13]. В смесителях с псевдооживленным слоем время достижения наилучшего качества смеси может находиться в пределах 40–120 с [5, 6, 9, 11]. Время смешивания сухих кормосмесей в барабанных смесителях составляет 180–300 с [8].

Цель исследований – обоснование интервала варьирования времени смешивания БМВД в центробежном лопастном смесителе для планирования многофакторного эксперимента.

Методика исследования

Экспериментальная установка для смешивания белково-минерально-витаминных добавок показана на рисунке 2.



Рис. 2. Смеситель: 1 – бункер; 2 – лоток выгрузки; 3 – привод; 4 – рама; 5 – блок управления; 6 – панель управления

Центробежный смеситель с радиальной лопастной мешалкой работает следующим образом. Смешиваемый материал загружается в бункер 1 в произвольной последовательности. В блоке управления 5 с помощью панели управления 6 задается необходимая частота вращения привода 3 в соответствии с планом эксперимента. Окружная скорость на краю лопасти составляла 11 м/с для всех вариантов опытов. В ходе исследований, в соответствии с планом эксперимента, изменяли время смешивания от 30 до 240 секунд с интервалом в 30 с и угол установки лопасти от 30° до 60° относительно горизонтальной плоскости с интервалом 15°. Время смешивания контролировали секундомером. После загрузки смешиваемого материала привод смесителя включался на 30 с, затем отбирали три пробы, после чего смешивание возобновляли еще на 30 с. Для отбора проб применяли представленный на рисунке 3 точечный пробоотборник. После окончания процесса смешивания материал выгружался через лоток выгрузки 2.



Рис. 3. Пробоотборник

Схема расположения точек отбора проб приведена на рисунке 4.

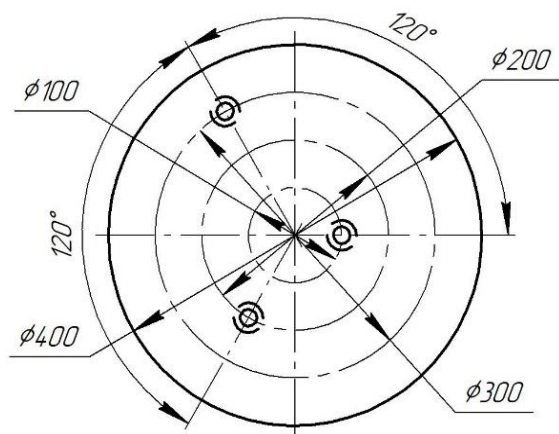


Рис. 4. Схема расположения точек отбора проб

Отобранные пробы помещались в отдельные герметичные емкости для дальнейшего анализа. Смешанный материал каждой пробы взвешивали с точностью до 0,1 г, затем разделяли на основной и ключевой компоненты.

При проведении экспериментальных исследований смесителя БМВД в качестве основного компонента применялась крупа манная, в качестве ключевого – просо, окрашенное с помощью пищевых красителей. Использование крупы манной в качестве модельного материала является наиболее рациональным ввиду соответствия ее

физико-механических свойств рекомендуемым свойствам БМВД при относительно низких затратах на реализацию экспериментов [1].

На рисунке 5 представлен общий вид смеси. Для всех вариантов опытов смесь имела общую массу 27,27 кг и состояла из 27 кг основного компонента и 0,27 кг ключевого компонента, т. е. доля ключевого компонента составляла 1% относительно массы основного компонента.



Рис. 5. Общий вид смеси

Для определения качества смешивания, оценки равномерности распределения ключевого компонента рекомендуется использовать коэффициент неоднородности смеси V_c [3, 9, 12]:

$$V_c = \frac{100}{\bar{c}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}, \quad (1)$$

где $\bar{c}$ – среднее арифметическое значение концентрации ключевого компонента во всех пробах смеси, %;

c_i – концентрация ключевого компонента в i -й пробе, %;

n – общее число проб.

Также в ходе исследования определяли энергоёмкость по формуле (2) методом прямого измерения потребляемой электрической мощности в процессе смешивания.

$$E_i = \frac{N_i \cdot t}{m_{\text{см}}}, \quad (2)$$

где N_i – потребляемая мощность, среднееарифметическое значение трех повторностей, кВт;

t – время смешивания, в соответствии с планом эксперимента, ч;

$m_{\text{см}}$ – масса смешиваемого материала, т.

Обработка результатов исследований производилась известными методами математической статистики с определением средних значений, среднеквадратичного отклонения исследуемых величин.

Результаты и их обсуждение

Результаты опытов по определению коэффициента неоднородности смеси и энергоёмкости процесса смешивания в зависимости от времени смешивания и угла установки лопасти смесителя представлены в виде таблицы и графически на рисунке 6.

№ опыта	Время смешивания, с	Угол наклона лопасти $\beta_L = 30^\circ$		Угол наклона лопасти $\beta_L = 45^\circ$		Угол наклона лопасти $\beta_L = 60^\circ$	
		$V_c, \%$	$E_i, \text{кВт}\cdot\text{ч/т}$	$V_c, \%$	$E_i, \text{кВт}\cdot\text{ч/т}$	$V_c, \%$	$E_i, \text{кВт}\cdot\text{ч/т}$
1	30	13,21	0,67	12,12	0,84	10,05	0,94
2	60	7,98	1,34	12,84	1,68	7,74	1,88
3	90	10,96	2,02	5,16	2,52	5,57	2,81
4	120	3,73	2,69	2,69	3,36	9,72	3,75
5	150	10,37	3,36	14,11	4,19	5,96	4,69
6	180	13,07	4,03	8,08	5,03	3,55	5,63
7	210	4,50	4,71	8,05	5,87	13,14	6,57
8	240	2,00	5,38	13,18	6,71	12,18	7,51

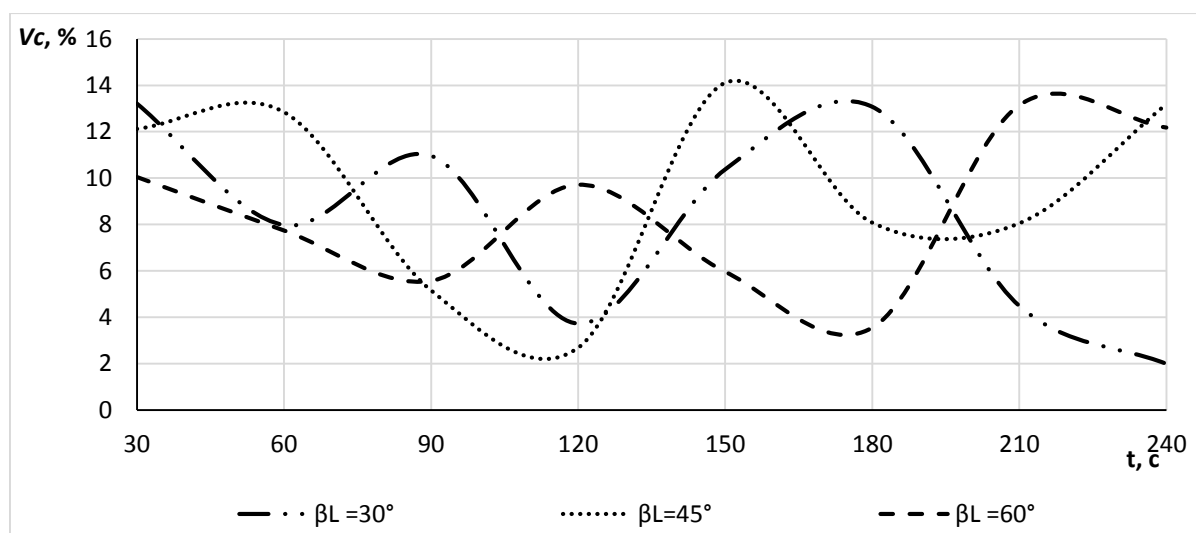


Рис. 6. Зависимости коэффициента неоднородности смеси от времени смешивания и угла установки лопасти

Из результатов опытов видно, что отвечающая зоотехническим требованиям [10] неоднородность смеси менее 10%, может быть получена уже по истечении 60 с от начала работы смесителя при углах установки лопасти 30° и 60° , а при угле установки лопасти 45° – по истечении 90 с. При этом удельная энергоёмкость при угле установки лопасти 30° составляет 1,34 кВт·ч/т, что на 28,7 и 46,8% меньше, чем при углах установки 60° и 45° соответственно.

При наименьшем угле установки лопасти 30° и наибольшем времени смешивания 240 с неоднородность смеси составила 2%, что является наилучшим качеством в данных

исследованиях, при этом энергоемкость составила 5,38 кВт·ч/т. Близкое к этому качество смеси – 2,69% неоднородности, но при меньшей энергоемкости 3,36 кВт·ч/т получено при угле установки лопасти 45° и длительности смешивания 120 с. Качество смеси, соответствующее зоотехническим требованиям, достигнуто при длительности смешивания не более 120 с, что позволяет обосновать верхний уровень варьирования времени смешивания БМВД в центробежном смесителе с радиальной лопастной мешалкой.

Выводы

Смешивание БМВД в центробежном смесителе с радиальной лопастной мешалкой позволяет получить качественную смесь, соответствующую зоотехническим требованиям, при угле наклона лопасти 30° и 60° по истечении длительности смешивания 60 с, при угле наклона 45° – по истечении 90 с. Наилучшее качество смеси – 2,0% неоднородности – достигается при длительности смешивания 240 с и наклоне лопасти 30°, при этом удельная энергоемкость составляет 5,38 кВт·ч/т. Наиболее близкое к наилучшему качеству смеси – 2,69% неоднородности – достигается при наклоне лопасти 45° и длительности смешивания 120 с, при этом удельная энергоемкость сравнительно мала и составляет 3,36 кВт·ч/т.

Достижение высокого качества смеси, соответствующего зоотехническим требованиям, при длительности смешивания, не превышающей 120 с, позволяет сделать вывод о необходимости установления интервалов варьирования времени смешивания БМВД для КРС в центробежном смесителе с радиальной лопастной мешалкой при планировании многофакторного эксперимента в пределах 30–150 с ввиду нецелесообразности смешивания дольше 150 с.

Список источников

1. Авакимянц Е.В., Гордеев В.В. Обоснование выбора модельного материала для экспериментальных исследований по смешиванию БМВД // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 3(47). С. 59–62. DOI: 10.51794/27132064-2022-3-59.
2. Авакимянц Е.В., Гордеев В.В. Физико-механические свойства кормовых добавок для КРС // АгроЭкоИнженерия. 2020. № 3(104). С. 100–108.
3. Борщев В.Я., Гусев Ю.И., Промтов М.А. и др. Оборудование для переработки сыпучих материалов: учебное пособие. Москва: «Издательство Машиностроение-1», 2006. 208 с.
4. Брагинцев С.В. Совершенствование технологий и технических средств внутрихозяйственного производства полнорационных комбикормов: дис. ... д-ра техн. наук; 05.20.01. Ростов-на-Дону, 2022. 382 с.
5. Бражник Ю.В. Совершенствование конструкции и процесса смешивания в лопастном смесителе с высокоскоростным режимом работы: дис. ... канд. техн. наук; 05.02.13. Белгород, 2017. 195 с.
6. Бражник Ю.В., Несмеянов Н.П., Горшков П.С. Лопастной смеситель для сухих строительных смесей с высокоскоростным режимом работы: монография. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. 131 с.
7. Кажияхметова А.А. Совершенствование технологического процесса приготовления сухих рассыпных комбикормов шнековым смесителем с активным каналом обратного хода: дис. ... канд. техн. наук; 05.20.01. Тамбов, 2020. 199 с.
8. Коновалов В.В., Димитриев Н.В., Кшникаткин С.А. и др. Обоснование угла установки емкости и длительности перемешивания сухих смесей барабанным смесителем // Нива Поволжья. 2013. № 1. С. 46–50.
9. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. Москва: Машиностроение, 1973. 216 с.
10. НТП АПК 1.10.16.001-02. Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов. Москва, 2002. 115 с.
11. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками; пер. с польск.; под ред. И.А. Щупляка. Ленинград: Химия, Ленингр. отд-ние, 1975. 384 с.
12. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. 176 с.
13. Чупшев А.В., Коновалов В.В., Гусев С.В. Экспериментальные исследования смесителя кормов // Нива Поволжья. 2008. № 2(7). С. 69–75.
14. Шубин И.Н., Свиридов М.М., Таров В.П. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2005. 76 с.
15. Avakimyan E.V., Gordeev V.V. Physical and mechanical properties of mixtures of feed additives for cattle. Improving energy efficiency, environmental safety and sustainable development in agriculture: International Scientific and Practical Conference. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Vol. 979. Article no. 012082. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012082.

References

1. Avakimiyants E.V., Gordeev V.V. Justification of the model material for experimental research by BMVD mixing choice. *Machinery and Technologies in Livestock*. 2022;3(47):59-62. DOI: 10.51794/27132064-2022-3-59. (In Russ.).
2. Avakimiyants E.V., Gordeev V.V. Physical and mechanical properties of feed additives for cattle. *AgroEcoEngineering*. 2020;3(104):100-108. (In Russ.).
3. Borshchev V.Ya., Gusev Yu.I., Promtov M.A. et al. Equipment for processing bulk materials: textbook. Moscow: Mashinostroenie-1 Publishers; 2006. 208 p. (In Russ.).
4. Braginets S.V. Improvement of technologies and technical means of on-farm production of complete compound feeds: Doctoral Dissertation in Engineering Science: 05.20.01. Rostov-on-Don; 2022. 382 p. (In Russ.).
5. Brazhnik Yu.V. Improving the design and mixing process in a high-speed paddle mixer: Candidate Dissertation in Engineering Science: 05.02.13. Belgorod; 2017. 195 p. (In Russ.).
6. Brazhnik, Yu.V., Nesmeyanov N.P., Gorshkov P.S. Paddle mixer for dry building mixes with high-speed operation: monograph. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov; 2018. 131 p. (In Russ.).
7. Kazhiyahmetova A.A. Improvement of the technological process of preparation of dry loose compound feeds with a screw mixer with an active return channel: Candidate Dissertation in Engineering Science: 05.20.01. Tambov; 2020. 199 p. (In Russ.).
8. Konovalov V.V., Dimitriev N.V., Kshnikatkin S.A. et al. Justification of the angle of installation of capacity and duration of stirring of a dry mixture by the tumbler - blender. *Niva Povolzhya*. 2013;1:46-50. (In Russ.).
9. Makarov Yu.I. Devices for mixing bulk materials. Moscow: Mechanical engineering; 1973. 216 p. (In Russ.).
10. NTP APK 1.10.16.001-02. Norms of technological design of feed mills for livestock farms and complexes. Moscow; 2002. 115 p. (In Russ.).
11. Strenk F. Mixing and devices with agitators; translated from Polish under editorship of I.A. Shchuplyak. Leningrad: Khimiya Publishers, Leningrad Division; 1975. 384 p.
12. Fedorenko I.Ya. Technological processes and equipment for the preparation of feed: study guide. Moscow: FORUM: INFRA-M; 2020. 176 p. (In Russ.).
13. Chupshev A.V., Konovalov V.V., Gusev S.V. Experimental studies of the feed mixer. *Niva Povolzhya*. 2008;2(7):69-75. (In Russ.).
14. Shubin I.N., Sviridov M.M., Tarov V.P. Technological machines and equipment. Bulk materials and their properties. Tambov: Tambov State Technical University Publishers; 2005. 76 p. (In Russ.).
15. Avakimiyants E.V., Gordeev V.V. Physical and mechanical properties of mixtures of feed additives for cattle. Improving energy efficiency, environmental safety and sustainable development in agriculture: International Scientific and Practical Conference. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. London: IOP Publishing Ltd, 2022;979:012082. DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012082.

Информация об авторах

В.В. Гордеев – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», vladgordeev@mail.ru.

Е.В. Авакимянц – соискатель, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», avakimiyants@gmail.com.

В.Е. Хазанов – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», cow-sznii@yandex.ru.

Т.И. Гордеева – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», tatianaktn@mail.ru.

Information about the authors

V.V. Gordeev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Leading Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Centre VIM”, vladgordeev@mail.ru.

E.V. Avakimiyants, Candidate Degree Seeking Applicant, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Centre VIM”, avakimiyants@gmail.com.

V.E. Khazanov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Leading Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Centre VIM”, cow-sznii@yandex.ru.

T.I. Gordeeva, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Senior Research Scientist, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Centre VIM”, tatianaktn@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 19.10.2023; одобрена после рецензирования 21.11.2023; принята к публикации 05.12.2023.

The article was submitted 19.10.2023; approved after reviewing 21.11.2023; accepted for publication 05.12.2023.

© Гордеев В.В., Авакимянц Е.В., Хазанов В.Е., Гордеева Т.И., 2024

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

Научная статья

УДК 621.385.6

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_138

EDN: RSWHEJ

Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом

Евгений Викторович Воронов^{1✉}, Галина Владимировна Новикова²,
Сергей Александрович Суслов³, Марьяна Валентиновна Просвирякова⁴,
Ольга Валентиновна Михайлова⁵

^{1, 2, 3, 5} Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
Княгинино, Россия

⁴ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

¹ e_voronov@list.ru✉

Аннотация. Технология термообработки мясных отходов, обеспечивающая сохранение ценности кормового продукта, относится к энергозатратному производству. Для реализации этой технологии на агропредприятиях используется различное оборудование, в частности сверхвысокочастотные установки. Представлены результаты исследования, проведенного с целью интенсификации процесса термообработки жиросодержащих мясных отходов в установке непрерывно-поточного действия, реализующей микроволновую технологию. Разработана установка с СВЧ энергоподводом в тороидальный резонатор с электроприводным внутренним цилиндром с керамическими вогнутыми отсеками, обеспечивающая равномерность распределения электрического поля бегущей волны, позволяющая обеззараживать продукт и обеспечивать электромагнитную безопасность без дополнительного экранирующего корпуса с запердевыми волноводами. Эффективные режимы работы установки: удельная мощность генератора – 2,7 Вт/г; продолжительность воздействия ЭМП СВЧ – 6–8 мин; напряженность электрического поля – 2–6 кВ/см; температура нагрева продукта – 108–110 °С; производительность установки – 20,0–24,5 кг/ч; собственная добротность тороидального резонатора – 57 000. Результаты исследования электродинамических параметров с использованием программы CAD/CAE-системы CST Microwave Studio 2017 с достаточной достоверностью (0,95) совпадают со значениями, полученными с помощью теоретических формул. При собственной добротности тороидального резонатора 57 000, напряженность электрического поля в конденсаторной части резонатора составляет 6 кВ/см. Неферромагнитный внутренний электроприводной цилиндр с керамическими вогнутыми отсеками обеспечивает непрерывный режим при равномерной загрузке сырья в тороидальный резонатор. В его конденсаторной части возбуждается электрическое поле высокой напряженности, а это интенсифицирует процесс термообработки жиросодержащего сырья с вытопкой жира, следовательно, снижаются эксплуатационные затраты при сохранении потребительских свойств жира и шквары.

Ключевые слова: сверхвысокочастотные установки, непрерывный режим, электроприводной цилиндр, керамические отсеки, жир, шквара

Для цитирования: Воронов Е.В., Новикова Г.В., Суслов С.А., Просвирякова М.В., Михайлова О.В. Интенсификация процесса термообработки мясных отходов в установке со сверхвысокочастотным энергоподводом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 138–151. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_138–151.

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

Original article

Intensification of the process of meat waste heat treatment in an installation with a microwave power supply

Evgeniy V. Voronov^{1✉}, Galina V. Novikova², Sergey A. Suslov³,
Mariana V. Prosviryakova⁴, Olga V. Mikhailova⁵

^{1, 2, 3, 5} Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino, Russia

⁴ Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹ e_voronov@list.ru✉

Abstract. The technology of heat treatment of meat waste, which ensures the preservation of the value of the feed product, refers to energy-intensive production. To implement this technology, agricultural enterprises use various equipment, in particular ultrahigh frequency devices. The results of studies carried out with the aim of intensifying the heat treatment process of fat-containing meat waste in a continuous device with a microwave power supply to a toroidal resonator are presented. An installation with a microwave power supply to a toroidal resonator with an electrically driven inner cylinder with ceramic concave compartments has been developed, ensuring uniform distribution of the traveling wave field at high electric field strength, intended to ensure product disinfection and electromagnetic safety without additional shielding housing with below-cutoff waveguides. Effective modes of operation of the installation: specific power of the generator is 2.7 W/g; duration of exposure to UHF electromagnetic field is 6-8 min; electric field strength is 2-6 kV/cm; product heating temperature is 108-110 °C; installation capacity is 20.0–24.5 kg/ h; inherent Q-factor of the toroidal resonator is 57,000. The results of the study of electrodynamic parameters using the CAD/CAE program of the CST Microwave Studio 2017 system with sufficient confidence (0.95) coincide with the values obtained using theoretical formulas. When the inherent Q-factor of the toroidal resonator is equal to 57,000 the electric field strength in the capacitor part of the resonator is 6 kV/cm. A non-ferromagnetic internal electric drive cylinder with ceramic concave compartments provides continuous operation with uniform loading of raw materials into a toroidal resonator. A high-intensity electric field is excited in its condenser part, and this intensifies the process of heat treatment of fat-containing raw materials with fat melting, therefore operating costs are reduced while maintaining the consumer properties of fat and greaves.

Keywords: ultrahigh frequency devices, continuous operation, electric drive cylinder, ceramic sections, fat, greaves

For citation: Voronov E.V., Novikova G.V., Suslov S.A., Prosviryakova M.V., Mikhailova O.V. Intensification of the process of heat treatment of meat waste in an installation with a microwave power supply. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1): 138-151. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_138-151.

Введение
Современный уровень развития мясной отрасли АПК требует разработки новых подходов к проблеме комплексного использования всех видов сырья, основанных на внедрении мало- и безотходных технологий, которые позволяют извлекать все ценные компоненты сырья, превращая их в полезные продукты. Технология термообработки мясных отходов, обеспечивающая сохранение ценности кормового продукта, относится к энергозатратному производству [3]. Для реализации этой технологии на агропредприятиях используется различное оборудование, в частности сверхвысокочастотные установки, в которых интенсифицируют работу за счет повышения температуры теплопередающей среды, изменяя условия теплообмена, увеличивая поверхность передачи теплоты при постоянной массе сырья. Однако повышение температуры среды выше 120 °C приводит не только к ухудшению кормовой ценности готового продукта [10], но и значительному росту затрат энергии.

Наиболее эффективным способом интенсификации теплообмена, по мнению многих экспертов, является использование энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) для воздействия на измельченное жиросодержащее сырье [4, 6, 7, 8, 9].

Существуют СВЧ-установки для вытопки жира разного конструкционного исполнения с цилиндрическими, сферическими и другими резонаторами периодического и непрерывного режимов работы. Например, известна радиогерметичная СВЧ-установка со щелевым резонатором-барабаном в цилиндрическом экранирующем корпусе, в которой термообработка субпродуктов происходит при массировании и дополнительном нагреве рассола за счет дифракционного излучения в кольцевом пространстве между цилиндрическим экранирующим корпусом и резонатором [11]. Установка выполнена в виде двух соосно расположенных резонаторов, источником возбуждения ЭМП СВЧ внутреннего щелевого резонатора-барабана является магнетрон воздушного охлаждения, установленный с открытого торца барабана, а возбуждение ЭМП СВЧ в коаксиальном резонаторе происходит за счет электромагнитных излучений через щели барабана. Предложенная Д.В. Поручиковым конструкция отличается сложностью изготовления, работает в периодическом режиме, содержит экранирующий корпус, что повышает ее балансовую стоимость.

Сотрудниками Нижегородской ГСХА создана СВЧ-установка с квазистационарным резонатором для термообработки измельченного жиросодержащего сырья в непрерывном режиме, содержащая тор и конденсаторную часть [12]. В центральной части резонатора размещена приемная емкость в виде усеченного конуса так, что его малое основание с диаметром менее четверти длины волны состыковано с имеющимся отверстием на центральном основании конденсаторной части резонатора. Образующие усеченного конуса соприкасаются с окружностью центральной части резонатора. На наружную боковую поверхность тора со сдвигом на 120° по периметру установлены магнетроны, излучатели которых направлены в конденсаторную часть. В таком конструкционном исполнении резонатора без общего экранирующего корпуса за счет неферромагнитной приемной емкости в виде усеченного конуса и запердельного волновода, а также неферромагнитной накопительной емкости излучения через перфорации будут ограничены до допустимого уровня. Несмотря на наличие определенных преимуществ, предложенная установка не лишена недостатков, в частности отсутствует возможность регулировать объем поступающего сырья через приемную емкость. Сырье, находящееся в емкости, не может без перемешивающего устройства попасть в конденсаторную часть резонатора.

Представлены результаты исследования, выполненного с целью интенсификации процесса термообработки жиросодержащих мясных отходов в установке непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор.

Методика исследования

Исследуемым вторичным сырьем является рубец – первый и самый большой отдел четырехкамерного желудка жвачных животных.

Для достижения поставленной цели – разработки установки с СВЧ-энергоподводом в резонатор – необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать динамику диэлектрического нагрева измельченного рубца в стационарном режиме и при перемешивании в объемном резонаторе лабораторного образца СВЧ-установки при разных удельных мощностях и определить продолжительность термообработки сырья в процессе воздействия ЭМП СВЧ;
- выявить возможности интенсификации процесса термообработки и с помощью программы Компас-3D V18 создать модель установки с нестандартным тороидальным резонатором;
- реализовать моделирование электродинамических процессов в резонаторе с использованием программы CAD/CAE-системы CST Microwave Studio [19] для достижения высокой напряженности электрического поля в конденсаторной части тороидального резонатора и вычисления собственной добротности резонатора;
- обосновать равномерность диэлектрического нагрева сырья по объему в непрерывном режиме за счет применения электроприводного внутреннего цилиндра с керамическими отсеками;
- рассчитать эффективные режимы работы установки через регрессионные модели, полученные в результате применения трехфакторного эксперимента типа 2^3 по плану Хартли в программах Statistic 12.0, Excel 10.0.

Моделирование возбуждения бегущей электромагнитной волны сантиметрового диапазона проводили с учетом результатов исследований Л.В. Алексейчика с соавт., В.И. Анфиногентов с соавт., В.В. Захарова с соавт., Е.В. Титова с соавт., Д.Г. Фомина с соавт. [1, 2, 5, 14, 18]. При проектировании тороидального резонатора использовали результаты исследований М.И. Тухватуллина [15, 16, 17].

Результаты и их обсуждение

Небольшим фермерским хозяйствам, занимающимся скотоводством, предпочтительнее внедрять микроволновую технологию, преобразующую ЭМП СВЧ в тепловую энергию внутри сырья, т. е. нагревать его эндогенно (изнутри), что позволяет ускорять процесс и экономить энергию. В этом плане перспективным является разработка радиогерметичной многогенераторной установки непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор с системой автоматического управления процессом термообработки вторичного мясного сырья, позволяющей интенсифицировать технологический процесс, обеззараживать и сохранять потребительские свойства продукта при сниженных эксплуатационных затратах [3, 8, 9].

В конструктивном исполнении установки для реализации термообработки жиросодержащих мясных отходов с обеззараживанием и отделением вытопленного жира в непрерывном режиме с производительностью, удовлетворяющей потребности фермерских хозяйств, должны обеспечивать:

- тонкое измельчение вторичного мясного сырья вне резонатора;
- равномерное распределение электрического поля высокой напряженности в тороидальном резонаторе за счет интерференции бегущей волны в конденсаторной части, куда направлены через волноводы излучатели от магнетронов воздушного охлаждения;
- равномерную загрузку измельченного сырья толщиной, согласованной с глубиной проникновения волны за счет электроприводного внутреннего цилиндра с керамическими отсеками;
- отделение вытопленного жира через перфорированное основание резонатора;
- выгрузку шквары и жира через патрубки, выполняющие функции запредельных волноводов;
- электромагнитную безопасность, обеспечиваемую за счет применения тороидального резонатора и запредельных волноводов, так как в конструкции не предусмотрен экранирующий корпус;
- контроль температуры нагрева измельченного сырья и продукта, мощности установки, потребления электроэнергии, частоты электромагнитного поля, мощности потока излучений;
- экономический эффект за счет снижения эксплуатационных расходов при сохранении потребительских свойств жира и шквары.

Проведены исследования динамики нагрева измельченного рубца крупного рогатого скота (КРС) и мелкого рогатого скота (МРС) при разных удельных мощностях. Результаты исследования зависимости температуры нагрева сырья от продолжительности воздействия ЭМП СВЧ в стационарном режиме показывают, что при мощности генератора 3,6 Вт/г жир вытопится и шквара сварится за 9 мин (рис. 1, а), а при перемешивании при мощности 2 Вт/г – за 6 мин (рис. 1, б).

Динамика температуры сырья при разных удельных мощностях генератора описывается эмпирическими выражениями:

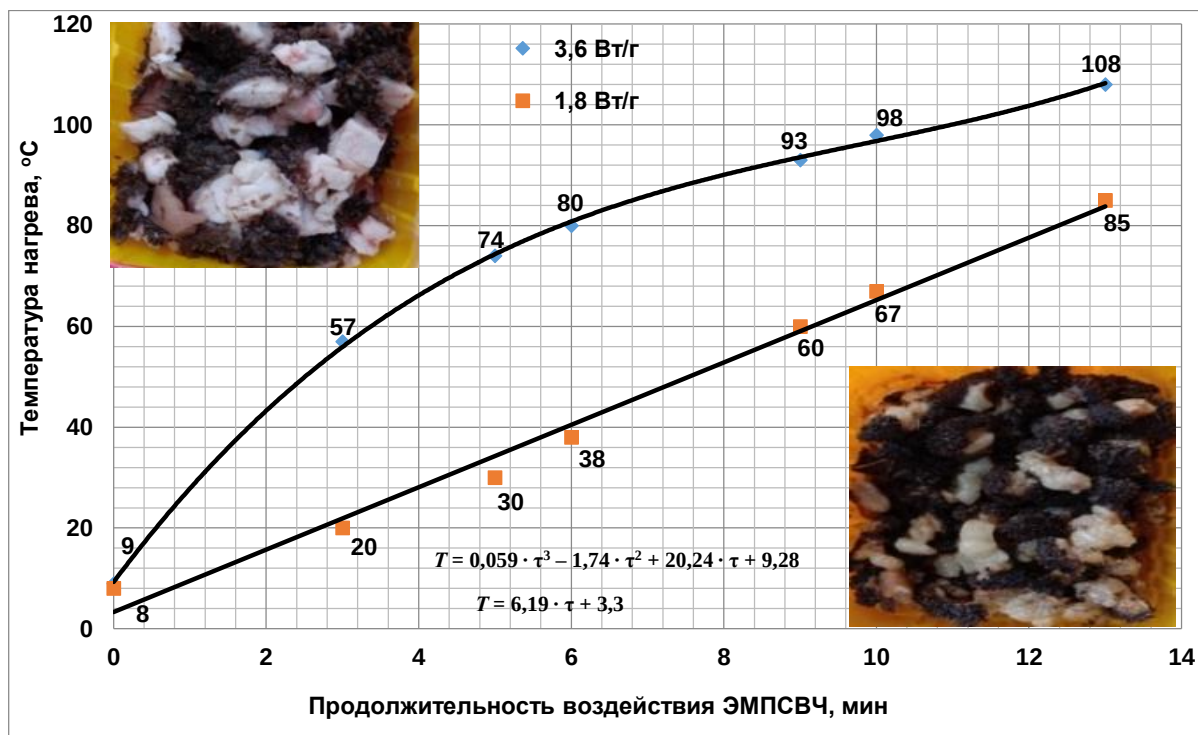
в стационарном режиме нагрева –

$$T = 0,059 \cdot \tau^3 - 1,74 \cdot \tau^2 + 20,24 \cdot \tau + 9,28 \text{ (при 3,6 Вт/г); } T = 6,19 \cdot \tau + 3,3 \text{ (при 1,8 Вт/г);} \quad (1)$$

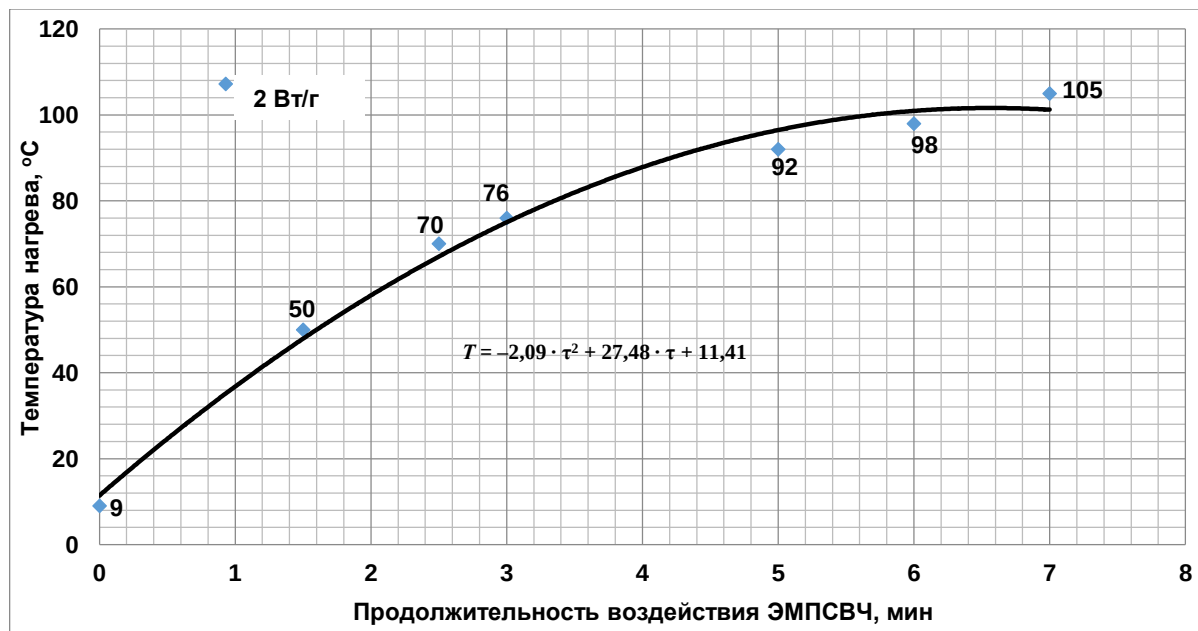
в режиме перемешивания –

$$T = -2,09 \cdot \tau^2 + 27,48 \cdot \tau + 11,41 \text{ (при 2 Вт/г).} \quad (2)$$

Если мощность трех магнетронов составляет 3,3 кВт, то в резонаторе в стационарном режиме при мощности 2 Вт/г сырье массой 1,65 кг может нагреться до 95 °С за 10 мин, а жир вытопиться (рис. 1, а). В этом случае установка будет работать с производительностью 10 кг/ч.



а



б

Рис. 1. Динамика нагрева измельченного рубца желудка жвачных животных в стационарном (а) и непрерывном (б) режимах нагрева при разных удельных мощностях СВЧ-генератора: 1,8 Вт/г; 2 Вт/г; 3,6 Вт/г

Конструкция объемного резонатора должна обеспечивать равномерное распределение ЭМП в объеме резонатора, а также равномерный нагрев сырья (измельченного рубца желудка КРС), поэтому необходимо:

во-первых, оптимизировать размеры резонатора, при которых будут возбуждаться определенные виды колебаний, а их интерференция обеспечит равномерное распределение электрического поля в его объеме;

во-вторых, применить несколько магнетронов воздушного охлаждения, излучатели которых, направленные в резонатор, позволят увеличить число возбуждаемых в заданном диапазоне видов колебаний и, как следствие, равномерность нагрева сырья;

в-третьих, правильно рассчитать месторасположение нескольких магнетронов и предусмотреть возможность регулирования напряженности электрического поля в резонаторе.

Так как степень загрузки резонатора и его диэлектрические параметры влияют на передачу СВЧ-энергии в сырье, то с учетом всех рекомендаций для повышения производительности установки следует обеспечивать равномерную загрузку сырья в резонатор с учетом глубины проникновения волны и перемешивания при диэлектрическом нагреве.

С учетом вышеизложенного авторами разработана установка, позволяющая реализовать микроволновую технологию термообработки сырья при перемешивании в непрерывном режиме при концентрации энергии электромагнитных излучений в сырье с помощью керамических вогнутых отсеков.

Предложенная установка с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор для термообработки жиросодержащих мясных отходов, схематичное изображение которой представлено на рисунке 2, содержит соосно расположенный в наружном неферромагнитном цилиндре 7 неферромагнитный внутренний электроприводной цилиндр 3, установленный на вал 4 и снабженный керамическими вогнутыми отсеками 5 (рис. 2).

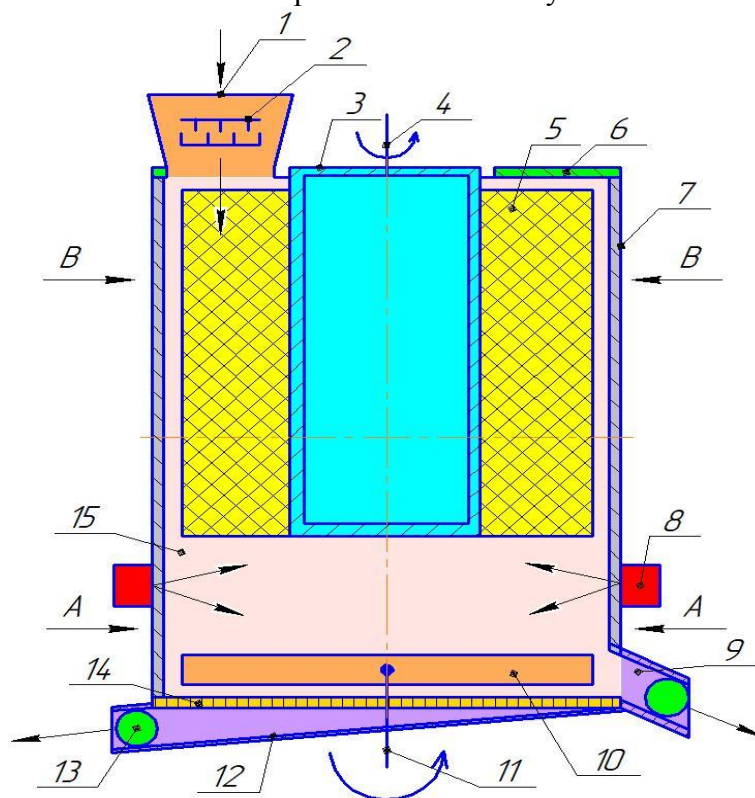


Рис. 2. Схематическое изображение установки с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор для термообработки жиросодержащего мясного сырья: 1 – загрузочная емкость; 2 – электроприводной шредер; 3 – внутренний электроприводной цилиндр; 4 – вал электропривода внутреннего цилиндра; 5 – керамические вогнутые отсеки; 6 – кольцевое основание; 7 – наружный цилиндр; 8 – магнетроны, снабженные волноводами и вентиляторами; 9 – патрубок с шаровым краном; 10 – диэлектрический электроприводной диск с радиальными направляющими; 11 – диэлектрический вал; 12 – накопительная емкость с патрубком и шаровым краном; 13 – патрубок; 14 – перфорированное основание наружного цилиндра; 15 – конденсаторная часть резонатора

Отличительной особенностью конструкции является то, что неферромагнитные цилиндры расположены так, что между их основаниями образована конденсаторная часть 15 тороидального резонатора, куда направлены излучатели от магнетронов 8 воздушного охлаждения, расположенные по периметру боковой поверхности неферромагнитного наружного цилиндра со сдвигом на 120° .

На боковой поверхности внутреннего электроприводного цилиндра по всей высоте расположены вогнутые керамические отсеки, имеющие низкий коэффициент рассеивания, обладающие малым значением тангенса угла диэлектрических потерь и выдерживающие высокие механические нагрузки.

Предложенную авторами конструкцию, содержащую керамические отсеки, можно отнести к металлодиэлектрическому резонатору. Размеры тороидального резонатора согласованы с длиной волны, при этом средний периметр кольцевого объема между наружным 7 и внутренним 3 цилиндрами кратен половине длины волны, а зазор между их основаниями в конденсаторной части 15 резонатора – не менее четверти длины волны. Линейные размеры неферромагнитного тороидального резонатора в 5–6 раз превышают длину волны [19], поэтому в нем возбуждаются только определенные виды колебаний, а их интерференция приводит к равномерному распределению электрического поля бегущей волны высокой напряженности в конденсаторной части 15 резонатора [6]. Над перфорированным основанием 14 наружного цилиндра расположен диэлектрический электроприводной диск 10 с радиальными отсеками. Для слива вытопленного жира предусмотрен неферромагнитный патрубок с шаровым краном 13 из накопительной емкости 12, образованной между перфорированным основанием 14 и неферромагнитным наклонным основанием. В тороидальном резонаторе между кольцевым основанием 6 и основанием внутреннего электроприводного цилиндра 3 имеется зазор не более четверти длины волны.

Технологический процесс термообработки жиросодержащих мясных отходов в установке с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор происходит следующим образом.

Загрузить жиросодержащие мясные отходы в загрузочную емкость 1.

Последовательно включить электропривод 4 неферромагнитного внутреннего цилиндра 3, электропривод 11 (указан вал) диэлектрического диска 10, электропривод шредера 2.

Включить магнетроны 8 с вентиляторами, как только измельченное сырье окажется в керамических отсеках 5 внутреннего электроприводного цилиндра 3. В связи с тем, что поперечное сечение керамических отсеков 5 не превышает две глубины проникновения волны, сырье равномерно загружается и нагревается в конденсаторной части 15 резонатора при перемещении и перемешивании радиальными отсеками диэлектрического электроприводного диска 10. Так как излучатели от магнетронов 8 через волноводы направлены в конденсаторную часть 15 тороидального резонатора (3, 6, 7, 14), то в нем возбуждается электромагнитное поле сверхвысокой частоты: частота составляет 2450 МГц, длина волны – 12,24 см, глубина проникновения волны – 2–11 см (в зависимости от вида сырья). В конденсаторной части резонатора, где возбуждается электромагнитное поле бегущей волны, измельченное сырье при перемешивании равномерно нагревается, вытопленный жир стекает через перфорированное основание 14 наружного цилиндра в накопительную емкость 12. Шквара удаляется через патрубок 9 с помощью радиальных направляющих при вращении диэлектрического электроприводного диска 10.

Выключить электропривод шредера 2 по окончании технологического процесса термообработки жиросодержащего сырья.

Выключить магнетроны 8, когда в конденсаторной части резонатора еще находится остаточная часть продукта. Далее выключить электропривод 4 внутреннего цилиндра 3.

Выключить электродвигатель 11 (указан вал) после выгрузки остатков шквары помощью электроприводного диэлектрического диска 10.

Слить вытопленный жир из накопительной емкости 12 через неферромагнитный патрубок с шаровым краном 13. Далее провести санитарную обработку.

Основным параметром объемного резонатора является собственная добротность, характеризующая отношение запасенной энергии к средней энергии потерь за период колебания, т. е. по этому показателю можно оценить термический коэффициент полезного действия (КПД) в резонаторе.

По методике Ю.Н. Пчельникова проведен расчет собственной добротности (Q) тороидального резонатора путем вычисления объема (V , м³) и площади поверхности стенок алюминиевого резонатора (S , м²) с учетом толщины скин-слоя ($\Delta = 1,72$ мкм), при частоте 2450 МГц.

$$Q = k \cdot 2 \cdot V \cdot \Delta / S, \quad (3)$$

где k – коэффициент, учитывающий снижение площади поверхности резонатора за счет перфорации и отверстий ($k = 0,75$).

Площадь поверхности наружного цилиндра, радиус (R) и высота (H) которого равны соответственно 0,459 и 1,224 м, составляет

$$S = 4 \cdot \pi^2 \cdot R^3 \cdot H = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,459^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 1,224 = 9,01 \text{ м}^2. \quad (4)$$

Площади поверхностей внутреннего (s) электроприводного цилиндра, радиусом $r = 0,23$ м, и высотой $h = 0,918$ м, и наружного цилиндра (S ; $R = 0,459$ м; $H = 1,224$ м) составляют:

$$S_{\text{общ}} = S + s = \pi \cdot (r^2 + 2 \cdot r \cdot h) = 3,14 \cdot (0,214^2 + 2 \cdot 0,214 \cdot 0,918) = 1,378 \text{ м}^2; \quad (5)$$

$$s = 9,01 + 1,378 = 10,388 \text{ м}^2.$$

Объем резонатора

$$V_{\text{общ}} = V - v = \pi \cdot R^2 \cdot H - \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot (0,459^2 \cdot 1,224 - 0,214^2 \cdot 0,918) = 0,678 \text{ м}^3. \quad (6)$$

Собственная добротность тороидального резонатора

$$Q = k \cdot 2 \cdot V / S \cdot \Delta = 0,75 \cdot 2 \cdot 0,678 / 10,388 \cdot 1,72 \cdot 10^{-6} = 56920. \quad (7)$$

Как показывают расчеты, собственная добротность тороидального резонатора с обоснованными выше размерами составляет 56 920. По данным А.В. Стрекалова и Ю.А. Стрекалова [13], величина собственной добротности для полых резонаторов имеет порядок 10^5 – 10^6 .

Средний периметр кольцевого объема равен 2,4 м, при продолжительности воздействия ЭМП СВЧ на сырье в течение 6 мин (0,1 ч) частота вращения внутреннего цилиндра составляет 0,167 об/мин.

Визуализацию распределения ЭМП в тороидальном резонаторе, определение собственной добротности и обоснование напряженности электрического поля осуществляли, моделируя электродинамические процессы с использованием программы CAD/CAE-системы CST Microwave Studio 2017 (рис. 3) [14, 18, 19].

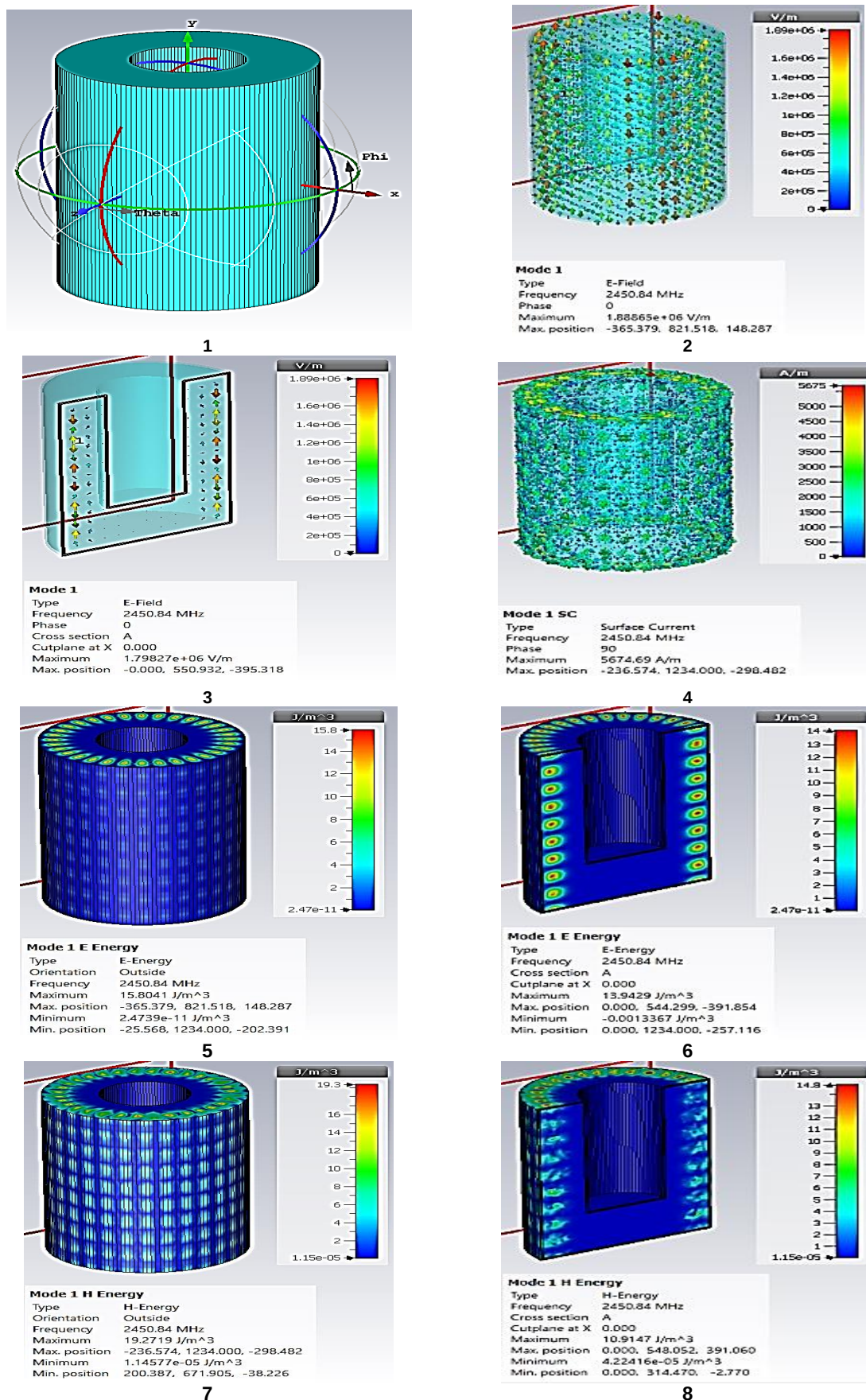


Рис. 3. Результаты компьютерного моделирования электродинамических процессов (мода 1): 1 – распределение ЭМП по координатам x, y, z ; 2, 3 – напряженность ЭП, В/м; 4 – напряженность магнитной составляющей, А/м; 5, 6 – Е-энергия (Е энергия), Дж/м³; 7, 8 – Н-энергия (Н энергия), Дж/м³

Результаты моделирования показывают, что напряженность электрического поля составляет 2–6 кВ/см. При таких значениях напряженности ЭП отмечается снижение бактериальной обсемененности жиросодержащего продукта до предельно допустимого уровня – 500 тыс. КОЕ/г [3].

Собственная добротность тороидального резонатора при площади его поверхности 10,388 м² и его объеме 0,678 м³ достигает 57 000.

Используя матрицу планирования трехфакторного эксперимента (план Хартли) (табл. 1, 2), получили уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние варьируемых параметров на производительность установки ($Y_1 = Q$, кг/ч), удельные энергетические затраты ($Y_2 = W$, кВт·ч/кг), приращение температуры мясного сырья ($Y_3 = T$, °C).

Таблица 1. Критерии оптимизации

№	Варьируемые параметры					
	Удельная мощность генератора, Вт/г		Продолжительность обработки, ч		Напряженность ЭП, кВ/см	
	x_1	ρ , Вт/г	x_2	t , ч	x_3	E , кВ/см
1	+	3,6	+	0,200	+	9
2	+	3,6	–	0,100	–	3
3	–	1,8	+	0,200	–	3
4	–	1,8	–	0,100	+	9
5	0	2,7	0	0,133	0	6
6	–	1,8	0	0,133	0	6
7	+	3,6	0	0,133	0	6
8	0	2,7	–	0,100	0	6
9	0	2,7	+	0,200	0	6
10	0	2,7	0	0,133	–	3
11	0	2,7	0	0,133	+	9

Примечание: уровни варьирования параметров: x_1 (Вт/г) – 1,8; 2,7; 3,6; x_2 (ч) – 0,100; 0,133; 0,200; x_3 (кВ/см) – 3; 6; 9.

Таблица 2. Критерии оптимизации

№	Производительность, кг/ч (Q)	Энергетические затраты, кВт·ч/кг (W)	Температура продукта, °C (T)
	Y_1	Y_2	Y_3
1	13,74	0,24	120
2	9,16	0,36	127
3	9,16	0,36	127
4	55,00	0,06	46
5	13,38	0,25	120
6	27,56	0,12	85
7	13,78	0,24	120
8	24,48	0,14	108
9	12,22	0,27	125
10	9,18	0,36	127
11	27,54	0,12	85

Примечание: напряженность ЭП регулировали с изменением зазора между основаниями цилиндров. Энергетические затраты только с учетом мощности генераторов 3,3 кВт.

Варьируемыми параметрами являлись:

- удельная мощность генератора (x_1 , Вт/г);
- продолжительность воздействия ЭМП СВЧ на сырье (x_2 , мин);
- напряженность ЭП (x_3 , кВ/см).

Пределы изменения варьируемых факторов следующие:

$$x_1 = 1,8\text{--}3,6 \text{ Вт/г}; \quad x_2 = 6\text{--}12 \text{ мин}; \quad x_3 = 3\text{--}9 \text{ кВ/см}.$$

Поверхности откликов и сечения трехфакторных моделей приведены на рисунке 4.

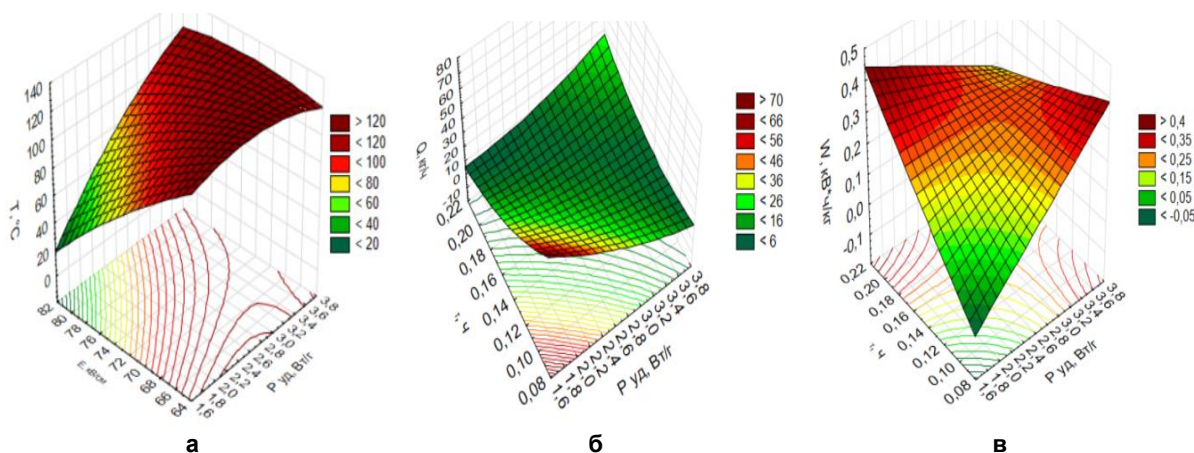


Рис. 4. Поверхности откликов и сечения трехфакторных моделей: а – температура нагрева сырья; б – производительность установки; в – энергетические затраты на термообработку в зависимости от удельной мощности генератора; продолжительность воздействия ЭМП СВЧ при напряженности электрического поля 6 кВ/см

Регрессионные модели изменения температуры T ($^{\circ}\text{C}$), производительности Q (кг/ч), энергозатрат W , (кВт·ч/кг) от удельной мощности генератора (p , Вт/г), продолжительности воздействия ЭМП СВЧ (τ , мин) при напряженности электрического поля 6 кВ/см:

$$T, ^{\circ}\text{C} = 343,28 - 127,12 \cdot x_1 + 0,57 \cdot x_2 - 9,52 \cdot x_1^2 + 2,74 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,075 \cdot x_2^2; \quad (8)$$

$$Q, \text{ кг/ч} = 247,15 - 72,44 \cdot x_1 - 1479,97 \cdot x_2 + 4,54 \cdot x_1^2 + 261,41 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1985,84 \cdot x_2^2; \quad (9)$$

$$W, \text{ кВт·ч/кг} = -0,951 + 0,398 \cdot x_1 + 6,841 \cdot x_2 - 0,0023 \cdot x_1^2 - 2,28 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,246 \cdot x_2^2. \quad (10)$$

Из уравнений (7)–(9) следует, что все три фактора оказывают влияние на производительность, энергозатраты и температуру нагрева сырья. Эффективные режимы работы установки с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор с электроприводным внутренним цилиндром для термообработки жиросодержащих мясных отходов следующие:

- удельная мощность генератора – 2,7 Вт/г;
- продолжительность воздействия ЭМП СВЧ – 6–8 мин;
- напряженность электрического поля – 6 кВ/см;
- температура нагрева продукта – 108–110 $^{\circ}\text{C}$;
- производительность установки – 20,0–24,5 кг/ч.

Удельные энергетические затраты на термообработку сырья в непрерывном режиме составляют 0,173 кВт·ч/кг при следующих значениях мощностей:

- генератора 3,3 кВт;
- вентилятора 0,1 кВт;
- привода внутреннего цилиндра 0,25 кВт;
- привода шредера 0,4 кВт;
- привода диэлектрического диска 0,2 кВт.

Технические характеристики установки с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор приведены в таблице 3.

Таблица 3. Технические характеристики установки

Наименование	Параметры
Производительность, кг/ч	20,0–24,5
Потребляемая мощность СВЧ-установки, кВт	4,25
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,173
Частота вращения внутреннего цилиндра, об/мин	0,16–1,70
Габаритные размеры, м диаметр высота	0,918 1,224

Для характеристики качества готового продукта использовали органолептический метод оценки таких показателей, как цвет, запах, консистенция, вкус. В результате проведенных в специализированной лаборатории анализов установлено, что шквара и вытопленный жир соответствовали нормативным требованиям.

Выводы

Разработана установка с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор с электроприводным внутренним цилиндром с керамическими вогнутыми отсеками, обеспечивающая равномерность распределения электрического поля бегущей волны высокой напряженности, позволяющая обеззараживать продукт и обеспечивать электромагнитную безопасность без дополнительного экранирующего корпуса с запредельными волноводами.

Удельные энергетические затраты на термообработку вторичного жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме при реализации СВЧ-установки с тороидальным резонатором производительностью 24,5 кг/ч составляет 0,173 кВт·ч/кг.

Результаты исследования параметров электродинамических процессов с использованием CAD/CAE-системы CST Microwave Studio 2017 с достаточной достоверностью (0,95) совпадают со значениями, полученными с помощью теоретических формул: собственная добротность тороидального резонатора 57 000, а напряженность электрического поля в конденсаторной части резонатора – 6 кВ/см.

Неферромагнитный внутренний электроприводной цилиндр с керамическими вогнутыми отсеками обеспечивает непрерывный режим при равномерной загрузке сырья в неферромагнитный тороидальный резонатор, где возбуждается электрическое поле бегущей волны высокой напряженности, что интенсифицирует процесс термообработки жиросодержащего сырья с вытопкой жира при сокращении эксплуатационных затрат при сохранении потребительских свойств жира и шквары.

Список источников

1. Алексейчик Л.В., Курушин А.А. Моделирование возбуждения диэлектрического резонатора полем плоской электромагнитной волны // Журнал радиоэлектроники. 2020. № 11. С. 6. DOI: 10.30898/1684-1719.2020.11.1.
2. Анфиногентов В.И., Морозов Г.А., Морозов О.Г. и др. Математическое моделирование и экспериментальное исследование процесса микроволновой сушки органических отходов // Вестник НЦ БЖД. 2020. № 3(45). С. 142–149.
3. Горбунова Н.А., Петрунина И.П. Проблемы использования отходов при производстве продукции предприятиями мясной отрасли // Мясная индустрия. 2023. № 9. С. 32–36. DOI: 10.37861/2618-8252-2023-09-32-36.
4. Гришина Е.М. Расчет установки для СВЧ обработки материалов с различными диэлектрическими свойствами // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2012. Т. 2, № 2(66). С. 54–58.

5. Захаров В.В., Тригорный С.В. Численные и экспериментальные исследования процессов СВЧ термообработки диэлектриков в СВЧ камерах бегущей волны // Вопросы электротехнологии. 2020. № 1(26). С. 14–22.
6. Иванов А.С., Иванов В.А., Сидоренко Д.С. и др. Прорывные электро-волновые технологии и оборудование для утилизации и обезвреживания отходов // Управление муниципальными отходами как важный фактор устойчивого развития мегаполиса. 2018. № 1. С. 103–110.
7. Кабдин Н.Е., Андреев С.А. Обеспечение равномерности СВЧ-обработки сельскохозяйственных материалов в объемном резонаторе // Международный технико-экономический журнал. 2018. № 5. С. 42–49.
8. Новикова Г.В., Воронов Е.В., Михайлова О.В. и др. Обоснование параметров установки с СВЧ энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья // Вестник НГИЭИ. 2023. № 4(143). С. 55–66. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66.
9. Новикова Г.В., Воронов Е.В., Михайлова О.В. и др. Разработка и обоснование параметров установки с СВЧ энергоподводом в биконический резонатор для термообработки мясного сырья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5(103). С. 154–160. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160.
10. Перфилова О.В. Изменение биологически активной ценности вторичного сырья в процессе СВЧ-нагрева // Вестник Красноярского ГАУ. 2018. № 2(137). С. 123–128.
11. Поручиков Д.В. Разработка и обоснование параметров СВЧ установки для термообработки субпродуктов // Вестник Чувашского ГАУ. 2022. № 3. С. 109–113. DOI: 10.48612/vch/3fru-4g5t-4t1d.
12. СВЧ установка с квазистационарным резонатором для вытопки обезжиренного жира из измельченного жиросодержащего сырья в непрерывном режиме: пат. 2726565 Рос. Федерация. Тихонов А.А., Казаков А.В., Белова М.В. и др. № 2019122928; заявл. 16.07.2019, опубл. 14.07.2020. Бюл. № 20. 9 с.
13. Стрекалов А.В., Стрекалов Ю.А. Электромагнитные поля и волны: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2014. 375 с.
14. Титов Е.В., Сошников А.А., Васильев В.Ю. Компьютерное моделирование наложенных электромагнитных волн от источников электромагнитного поля в широком диапазоне частот // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 3(209). С. 102–108. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209.
15. Тухватуллин М.И. Виды модернизации существующей СВЧ электротехнологической установки для осуществления тепловой и нетепловой СВЧ модификации материалов // Российский электронный научный журнал. 2023. № 3(49). С. 8–19. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-49-3-8-19.
16. Тухватуллин М.И. Конструкции гибридной СВЧ электротехнологической установки для обработки материалов в сельском хозяйстве // Российский электронный научный журнал. 2023. № 3(49). С. 20–33. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-49-3-20-33.
17. Тухватуллин М.И. Обеспечение равномерной микроволновой обработки биологических субстратов в СВЧ электротехнологической установке // Российский электронный научный журнал. 2022. № 4(46). С. 22–32. DOI: 10.31563/2308-9644-2022-46-4-22-32.
18. Фомин Д.Г., Дударев Н.В., Даровских С.Н. и др. Особенности применения объемно-модульной технологии в проектировании СВЧ электронных устройств // Ural Radio Engineering Journal. 2021. Т. 5, № 2. С. 91–103. DOI: 10.15826/urej.2021.5.2.001.
19. Шпедт Е.Р., Андреев П.Г., Гришко А.К. и др. Возможности «CST STUDIO SUITE» при проектировании высокочастотных устройств // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2020. Т. 2. С. 158–160.

References

1. Alekseychik L.V., Kurushin A.A. Simulation of microwave dielectric resonator by plane electromagnetic wave. *Journal of Radio Electronics*. 2020;11:6. DOI: 10.30898/1684-1719.2020.11.1. (In Russ.).
2. Anfingentov V.I., Morozov G.A., Morozov O.G. et al. Mathematical modeling and experimental study of microwave drying of organic waste. *Vestnik NTsBZhD (Scientific Center for Life Safety)*. 2020;3(45):142-149. (In Russ.).
3. Gorbunova N.A., Petrunina I.P. Waste management problems in manufacturing products by enterprises of meat industry. *Meat Industry*. 2023;9:32-36. DOI: 10.37861/2618-8252-2023-09-32-36. (In Russ.).
4. Grishina E.M. Calculation of the installation for microwave frequency processing of materials with various dielectric properties. *Vestnik Saratov State Technical University*. 2012;2(2):54-58. (In Russ.).
5. Zakharov V.V., Trigorly S.V. Numerical and field research of microwave thermal processing of dielectrics in microwave travelling wave chambers. *Journal of Electrotechnics*. 2020;1(26):14-22. (In Russ.).
6. Ivanov A.S., Ivanov V.A., Sidorenko D.S. et al. Breakthrough electro-wave technologies and equipment for waste disposal. *Management of municipal waste as an important factor of sustainable urban development*. 2018;1:103-110. (In Russ.).
7. Kabdin N.E., Andreev S.A. Ensuring the uniformity of microwave processing of agricultural materials in volumetric resonator. *International Technical and Economic Journal*. 2018;5:42-49. (In Russ.).
8. Novikova G.V., Voronov E.V., Mikhailova O.V. et al. Justification of the parameters of the installation with a microwave power supply for high-temperature molding of secondary biological raw materials. *Bulletin NGIEI*. 2023;4(143):55-66. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-4-55-66. (In Russ.).
9. Novikova G.V., Voronov E.V., Mikhailova O.V. et al. Development and justification of parameters of the installation with a microwave power supply to a biconic resonator for heat treatment of meat raw materials. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023;5(103):154-160. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-103-5-154-160. (In Russ.).

10. Perfilova O.V. Biologically active value change of secondary raw materials in microwave heating process. *Bulletin of KrasSAU*. 2018;2(137):123-128. (In Russ.).
11. Poruchikov D.V. Development and substantiation of the parameters of the microwave installation for heat treatment of by-products. *Vestnik Chuvash SAU*. 2022;3:109-113. DOI: 10.48612/vch/3fpu-4g5t-4t1d. (In Russ.).
12. Microwave unit with a quasi-stationary resonator for melting of decontaminated fat from milled fat-containing material in continuous mode: Patent 2726565 Russian Federation. Tikhonov A.A., Kazakov A.V., Belova M.V. et al. No. 2019122928; claimed 16.07.2019, published 14.07.2020. Bulletin 20. 9 p. (In Russ.).
13. Strekalov A.V., Strekalov Yu.A. Electromagnetic fields and waves: textbook for students of higher education institutions. Moscow: RIOR: INFRA-M; 2014. 375 p. (In Russ.).
14. Titov E.V., Soshnikov A.A., Vasiliev V.Yu. Computer simulation of superimposed electromagnetic waves from electromagnetic field sources in a wide frequency range. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2022;3(209):102-108. DOI: <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-209>. (In Russ.).
15. Tukhvatullin M.I. Types of modernization of the existing microwave electrotechnological installation for implementation of thermal and non-thermal microwave modification of materials. *Russian Electronic Scientific Journal*. 2023;3(49):8-19. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-49-3-8-19. (In Russ.).
16. Tukhvatullin M.I. Designs of hybrid microwave electrical installation for processing materials in agriculture. *Russian Electronic Scientific Journal*. 2023;3(49):20-33. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-49-3-20-33. (In Russ.).
17. Tukhvatullin M. I. Provision of uniform microwave processing of biological substrates in a microwave electrical installation. *Russian Electronic Scientific Journal*. 2022;4(46):22-32. DOI: 10.31563/2308-9644-2022-46-4-22-32. (In Russ.).
18. Fomin D.G., Dudarev N.V., Darovskikh S.N. et al. Specific features of volume-modular technology application in the design of microwave electronic devices. *Ural Radio Engineering Journal*. 2021;5(2):91-103. DOI: 10.15826/urej.2021.5.2.001. (In Russ.).
19. Shpedt E.R., Andreev P.G., Grishko A.K. et al. The possibilities of the CST STUDIO SUITE in the design of high-frequency devices. *Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality"*. 2020;2:158-160. (In Russ.).

Информация об авторах

Е.В. Воронов – кандидат экономических наук, доцент, директор инженерного института ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», e_voronov@list.ru.
 Г.В. Новикова – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», NovikovaGalinaV@yandex.ru.
 С.А. Суслов – доктор экономических наук, доцент кафедры экономики и автоматизации бизнес-процессов ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», nccmailu@mail.ru.
 М.В. Просвирякова – доктор технических наук, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин ГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», prosviryakova.maryana@yandex.ru.
 О.В. Михайлова – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий и систем связи ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», ds17823@yandex.ru.

Information about the authors

E.V. Voronov, Candidate of Economic Sciences, Director of the Engineering Institute, Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics, e_voronov@list.ru.
 G.V. Novikova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics, NovikovaGalinaV@yandex.ru.
 S.A. Suslov, Doctor of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Automation of Business Processes, Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics, nccmailu@mail.ru.
 M.A. Prosviryakova, Doctor of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Automation and Robotics of Technological Processes named after Academician I.F. Borodin, Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, prosvirya-kova.maryana@yandex.ru.
 O.A. Mikhailova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Information Communication Technologies and Communication Systems, Nizhny Novgorod University of Engineering and Economics, ds17823@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.01.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 10.01.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

© Воронов Е.В., Новикова Г.В., Суслов С.А., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., 2024

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

Научная статья

УДК 620.91: 620.953

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_152

EDN: RRZFXO

**Обоснование выбора места размещения устройства для нагрева воды,
работающего за счет низкопотенциальной тепловой энергии,
выделяемой сельскохозяйственными животными**

Юлия Михайловна Дулепова^{1✉}, Дмитрий Евгеньевич Дулепов²,
Алина Алексеевна Александрова³, Александр Сергеевич Серебряков⁴,
Владимир Леонидович Осокин⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»,
Княгинино, Россия

¹ makjul92@mail.ru[✉]

Аннотация. Сельское хозяйство относится к энергоемким отраслям, в которых электрическая энергия расходуется в больших количествах (работа различного оборудования, освещение, вентиляция, подогрев воды и др.), в связи с чем возникает потребность в более экономном ее использовании. Одним из аспектов проделанной работы является анализ энергосберегающих средств для подогрева воды для нужд животноводческих объектов, которые бы обеспечили снижение энергозатрат и, как следствие, энергоемкости и себестоимости сельскохозяйственной продукции. Представлены результаты проведенной аналитической работы по выбору устройства для нагрева воды, работающего за счет тепловой энергии, выделяемой животными в атмосферный воздух животноводческого помещения, и определению рационального места его размещения. Предложено использовать устройство, которое не предусматривает использование электрической энергии для нагрева воды, а работает за счет тепловой энергии КРС. В коровниках нагревается достаточно большой объем воздуха, поэтому требуется описать картину движения нагретой воздушной массы в распределенных слоях помещения. Чтобы упростить расчет, была представлена визуализация распространения нагретого воздуха в помещении на основе полученных опытных данных и данных тепловизионной съемки. Для определения характера движения воздуха были составлены проекции вектора скорости течения воздуха, введено поле значений показателей для описания отклонения температур. Рассчитаны параметры воздуха в коровнике на разных уровнях, а также критерии Рэлея и Нуссельта. Выполненный теоретический анализ условий теплообмена в животноводческом помещении позволяет сделать вывод, что предпочтителен вариант размещения устройства для нагрева воды, работающего за счет тепловой энергии, выделяемой крупным рогатым скотом, на высоте от 4,2 до 5,5 м от пола в верхнем слое, так как температура воздуха на этой высоте достаточна для нагрева питьевой воды до необходимого значения температуры – +10 °С.

Ключевые слова: животноводческое помещение, крупный рогатый скот (КРС), питьевая вода, устройство для нагрева воды, тепловая энергия животных, принцип энергосбережения, теплообмен

Для цитирования: Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Серебряков А.С., Осокин В.Л. Обоснование выбора места размещения устройства для нагрева воды, работающего за счет низкопотенциальной тепловой энергии, выделяемой сельскохозяйственными животными // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 152–161. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_152–161.

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

Original article

**Justification of selection of the location of a heating water device operating
by force of low-grade thermal energy released by farm animals**

Yulia M. Dulepova^{1✉}, Dmitry E. Dulepov², Alina A. Aleksandrova³,
Aleksandr S. Serebryakov⁴, Vladimir L. Osokin⁵

¹ Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knayginino, Russia

¹ makjul92@mail.ru[✉]

Abstract. Agriculture belongs to energy-intensive industries in which electric energy is discharged in large quantities (operation of various equipment, lighting, ventilation, water heating, etc.), and therefore there is a need for wide application of energy saving practices. One of the aspects of the conducted research was the analysis of energy-saving means for heating water for livestock facilities, which would ensure a reduction in energy consumption and, as a result, energy intensity and cost of agricultural products. The results of the analytical work carried out on the selection of a device for heating water operating by force of low-grade thermal energy released by animals into the atmospheric air of the livestock houses, and determining its optimal location are presented. It is proposed to use a device that does not provide for the use of electric energy for heating water, but operate by force of low-grade thermal energy released by cattle. Given that a sufficiently vast amount of air in cowsheds is heated by force of herded animals, it is necessary to describe the pattern of heated air mass motion in the distributed layers within the housing. To simplify the calculation, a visualization of the distribution of heated indoor air was presented based on the experimental data and thermal imaging data. To determine the pattern of air motion, projections of the air velocity vector were developed, and a field of values of indicators was introduced to describe temperature deviations. The parameters of the air in the cowshed at different levels, as well as the Rayleigh and Nusselt criteria were calculated. The theoretical analysis of the conditions of heat exchange in the livestock house allows for the conclusion that the preferred option is to place a device for heating water operating by force of low-grade thermal energy released by cattle, at a height of 4.2 to 5.5 m from the floor in the upper layer, since the air temperature at this height is sufficient to heat drinking water to the required temperature values equal to +10 °C.

Keywords: livestock premises, cattle, drinking water, device for heating water, thermal energy of animals, principle of energy saving, heat exchange

For citation: Dulepova Yu.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A., Osokin V.L. Justification of selection of the location of a heating water device operating by force of low-grade thermal energy released by farm animals. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):152-161. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_152-161.

Сельскохозяйственное производство в настоящее время является крупным потребителем топливно-энергетических ресурсов. Значительную долю в потребляемых в сельском хозяйстве энергоресурсах занимает электрическая энергия, которая расходуется на необходимые технологические нужды [15]. Сельское хозяйство относится к энергоемким отраслям. Электрическая энергия расходуется на обеспечение работы навозоуборочных транспортеров, освещение, обеспечение оптимального микроклимата в помещениях, на вентиляцию, на автоматизированные доильные установки, подогрев воды и др. Растущая тенденция старения теплоэнергетического оборудования на животноводческих фермах наблюдается продолжительное время. Отмечается характерная связь между производством продукции с энергозатратами, доля которых в ее себестоимости возросла с 5 до 30% и более. Прежде всего это вызвано ускоренным ростом тарифов и цен на электроэнергию и топливо по сравнению с ценами на с.-х. продукцию, применением морально и физически устаревших технических средств [15].

На животноводческих предприятиях возникает потребность в более строгом и экономном использовании электрической энергии. Одним из аспектов проделанной работы, является анализ энергосберегающих средств для подогрева воды для нужд животноводческих объектов, которые бы обеспечили снижение энергозатрат и, как следствие, энергоемкости и себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Правильное использование энергосберегающих устройств – залог их эффективной и долговечной работы и экономии денежных средств, поэтому прежде всего необходимо выяснить, подходит ли то или иное устройство к конкретным условиям производства. Если подходит, то определить условия его работы, в которых будет достигнут максимальный эффект по сокращению потребления энергоресурсов.

Авторами выполнено обоснование выбора места размещения устройства для нагрева воды [13], работающего за счет низкопотенциальной тепловой энергии, выделяемой животными, в частности крупным рогатым скотом, в атмосферный воздух животноводческого помещения. Иными словами, устройство превращает тепло, выделяемое телами животных, в ощутимый тепловой ресурс, который можно применить для нагрева воды.

Предлагаемое устройство является простым в изготовлении. Поверхность теплообмена трубы увеличена за счет оребрения двумя пластинами, которые привариваются сваркой к трубе. У теплообменной трубы всего два ребра, так как большое количество сварных швов уменьшит надежность устройства. Предложена облегченная конструкция с целью снижения металлоемкости установки, а значит, затрат на изготовление. В системе нагрева с таким устройством не предусматривается применение теплового насоса, тем самым исключается использование электрической энергии.

Предлагаемое устройство для нагрева воды размещается в верхней части помещения для содержания крупного рогатого скота (рис. 1), в том месте, где регистрируется его наибольшая нагревательная способность. Устройство выполняется в виде круглой трубы 1, которая сварена по контуру прямоугольника и имеет ввод 4, через который поступает холодная вода, и вывод 5, через который нагретая вода перетекает в накопительную емкость, а дальше распределяется по потребителям. Вдоль трубы с обеих ее сторон параллельно линии пола привариваются точечной сваркой ребра 2, позволяющие увеличить площадь нагрева и, как следствие, ускорить время нагрева воды в устройстве (рис. 2). Изготовление конструкции осуществляется для каждого помещения индивидуально, в зависимости от его геометрических размеров.

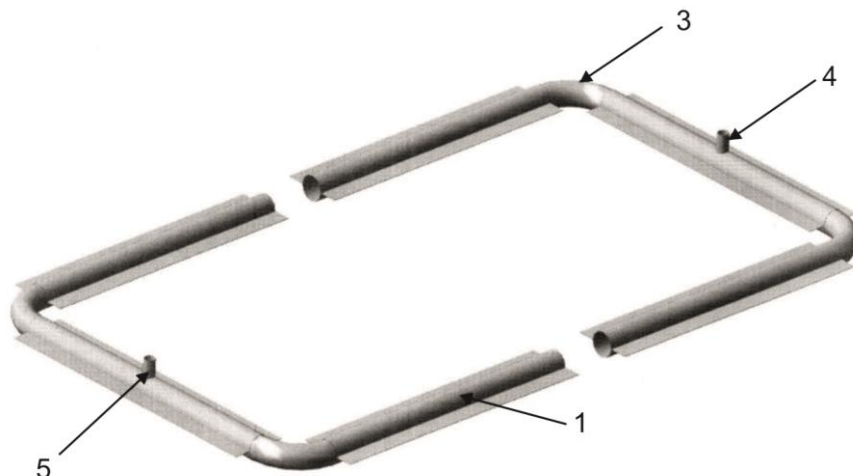


Рис. 1. Общий вид конструкции устройства для нагрева воды

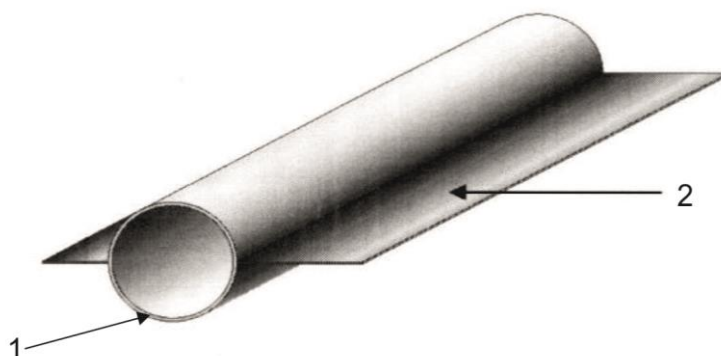


Рис. 2. Оребренная труба устройства для нагрева воды:
1 – фрагмент теплообменной трубы; 2 – пластина оребрения

На рисунке 3 показано определяемое расчетным методом место размещения предлагаемого устройства для нагрева воды.



Рис. 3. Предполагаемое место размещения устройства для нагрева воды в животноводческом помещении, рассчитанном для содержания 400 голов КРС

Для того чтобы найти место концентрации максимальной температуры, необходимо учесть достаточно много факторов: материал, из которого будет изготовлено устройство, протяженность трубы, ширина полос оребрения и параметры воздуха, в котором будет размещено устройство [3, 8, 9].

Результаты, полученные в ходе проведения исследования, позволили установить следующее:

1) в качестве материала трубы следует использовать нержавеющую пищевую сталь, поскольку нагреваемая вода предназначена для поения животных;

2) протяженность установки (длина) зависит от объема воды, которая необходима животным, чтобы утолить жажду за час, и от количества животных. Например, для поголовья в 400 коров длина теплообменного устройства должна быть не менее 599 м. Если потребуются увеличить объем нагреваемой воды, то это можно сделать за счет разъемных конструктивных элементов устройства для нагрева воды;

3) ширина оребрения трубы составляет 35 мм. Этого достаточно, чтобы нагреть необходимое количество воды до заданной температуры, среднее значение которой составляет $+10^{\circ}\text{C}$.

Авторами был выполнен анализ процесса теплообмена на разных уровнях животноводческого помещения с использованием значений температуры внутреннего воздуха помещения во множестве точек, полученных в ходе проведения тепловизионной съемки.

Анализ тепловых потоков в помещении для содержания КРС позволяет понять, каким образом движется нагретый воздух в помещении, что, в свою очередь, дает возможность выбрать место для размещения устройства для нагрева воды, использующего тепловую энергию, выделяемую животными. К помещениям для содержания крупного рогатого скота предъявляется большое количество требований с целью создания лучших условий [10, 11]. Одним из параметров, обеспечивающих высокую продуктивность КРС,

является температура. Если рассматривать помещение в целом, то становится очевидным, что на разных уровнях воздух имеет разную температуру (рис. 4). В слоях воздуха, где непосредственно находятся животные, температура ниже, чем в слоях, которые находятся ближе к потолку, причем с увеличением высоты ее величина будет пропорционально возрастать. Теплообмен возникает, когда нагретые животными воздушные потоки, имея меньшую плотность, поднимаются вверх за счет конвекции, а на их место приходят холодные воздушные массы большей плотности.

Была построена диаграмма распределения температуры внутри помещения для содержания крупного рогатого скота, рассчитанного на 400 голов и имеющего размеры $21 \times 115 \times 7$ м (рис. 4).

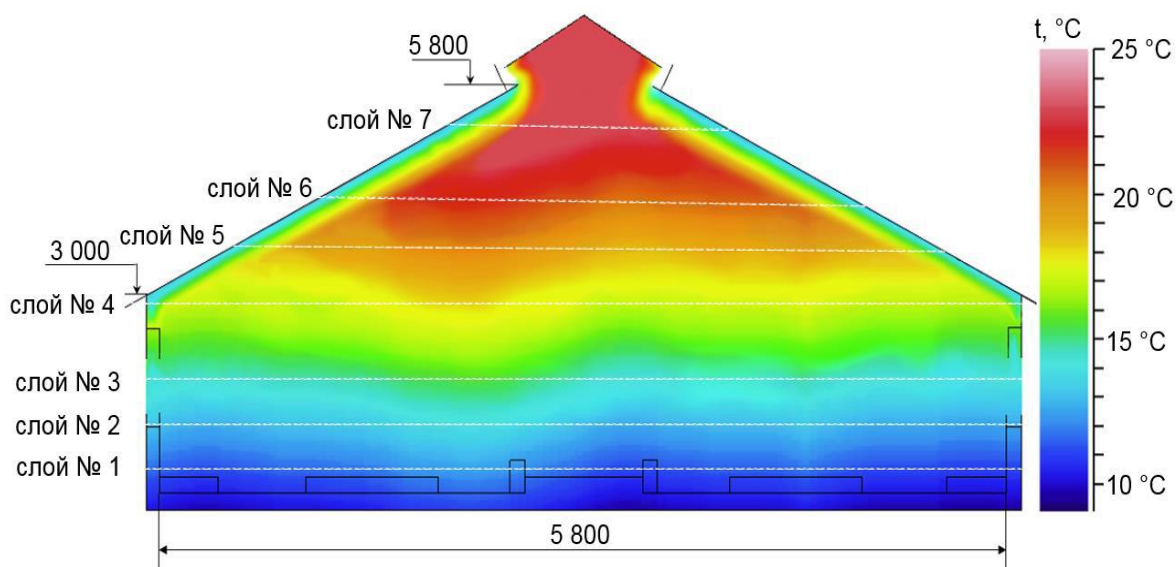


Рис. 4. Результаты изменения температуры воздуха внутри помещения

Температурные данные нужно разделить по уровням, которые характеризуются высотой и шириной. Для упрощения расчетов приняли, что длина каждого слоя одинакова, а температуру в слое учитываем ту, что является преобладающей согласно диаграмме (рис. 4).

При выполнении анализа для выяснения преобладающего течения воздуха в горизонтальном уровне использовали систему Лоренца, с помощью которой можно установить, что воздушная среда находится:

- 1) в состоянии покоя, когда нормированное число Рэлея $r < 1$;
- 2) в режиме стационарной циркуляции против или по часовой стрелке при $r < 1$, $\sigma < \sigma^*$;
- 3) в режиме турбулентного движения при некотором критическом значении внешнего управляющего параметра r^* (σ , b).

Исходя из принятых допущений получается двумерное пространство, для которого, следуя уравнениям Лоренца, проекции вектора скорости течения воздуха запишутся в виде следующих выражений [7, 12]:

$$\begin{aligned} u &= \frac{\partial \psi}{\partial x}; \\ w &= \frac{\partial \psi}{\partial y}, \end{aligned} \quad (1)$$

где ψ – функция тока двумерного движения, т.е. компоненты скорости ($u = (u, w)$);

u , w – проекции вектора скорости $\vec{v}$ на осях x и y .

Для описания отклонения температур введем поле значений $\Theta(x, y, t)$, воспользовавшись которым, получаем следующее уравнение:

$$t_B(x, y, t) = T_0 + \Delta T - \frac{\Delta T}{h} y + \Theta(x, y, t), \quad (2)$$

где t_B – температура воздуха, °C;

T_0 – начальное значение температуры воздуха, °C;

ΔT – разность температуры верхнего и нижнего воздушных уровней, °C;

h – высота конвективной ячейки (слоя), м.

После применения выражений (1) и (2) уравнения давления, температуры и зависимости плотности воздуха от температуры можно представить в следующем виде:

$$-\frac{\partial(\psi, \nabla^2 \psi)}{\partial(x, y)} + \nu \nabla^2(\nabla^2 \psi) + gL \frac{\partial \Theta}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \psi; \quad (3)$$

$$-\frac{\partial(\psi, \Theta)}{\partial(x, y)} + \frac{\Delta T}{h} \frac{\partial \psi}{\partial x} + k \nabla^2 \Theta = \frac{\partial}{\partial t} \Theta, \quad (4)$$

где ∇ – векторный оператор Гамильтона;

k – коэффициент температуропроводности воздуха, м²/с.

На основании результатов масштабных исследований, выполненных Лоренцом, эти уравнения приводятся к дифференциальной форме [12], что позволяет значительно упростить расчеты. Тогда, для описания развития конвекции в горизонтальном слое воздуха, записываем следующее:

- интенсивность конвекции $\dot{X}$ (скорость вращения конвективных валов) [4]:

$$\dot{X} = \sigma(Y - X). \quad (5)$$

где σ – число Прандтля, определяемое через соотношение коэффициента кинематической вязкости ν к коэффициенту температуропроводности;

- разность температур между восходящим и нисходящим потоками $\dot{Y}$ (распределение температур по горизонтали) [4]:

$$\dot{Y} = -XZ + rX - Y, \quad (6)$$

где r – нормированное число Рэлея, определяющееся через соотношение числа Рэлея R к критическому числу Рэлея R_c ;

- отклонение вертикального температурного профиля от линейного $\dot{Z}$ (распределение температур по вертикали) [4]:

$$\dot{Z} = XY - bZ, \quad (7)$$

где b – геометрический фактор, определяется размерами конвекционной ячейки – h вертикальным и l горизонтальным:

$$b = \frac{4}{(1 + a^2)} = \frac{4}{1 + \left(\frac{h}{l}\right)^2}, \quad (8)$$

где h – высота конвективной ячейки (слоя), м;

a – ширина слоя, м;

l – длина слоя, м.

Полученные уравнения при сравнении с экспериментальными данными покажут достоверную картину развития движения нагретой воздушной массы в распределенных слоях помещения (рис. 2).

Для описания характера движения воздуха внутри помещения для содержания коров необходимо знать размеры каждого слоя, внутреннюю температуру и изменение плотности воздуха. Данные по этим параметрам приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры слоев воздуха внутри животноводческого помещения

Слой	1	2	3	4	5	6	7
Ширина слоя, a , м	20	20	20	20	20	14,81	11,68
Высота слоя, h , м	0,44	0,61	0,63	1,08	0,88	0,57	1,27
Длина слоя, l , м	100	100	100	100	100	100	100
Внутренняя температура, t_1 , °C	10,5	12	13,1	15,9	19	21	23,1
Плотность внутреннего воздуха, ρ , г/м ³	1,25	1,25	1,25	1,23	1,23	1,21	1,21

Далее, для того чтобы описать, как в каждом слое ведет себя воздух под воздействием градиента температуры, рассчитывается нормированное число Релея по формуле

$$R = \frac{g \gamma h^3 \Delta T}{\nu k} = \frac{9,81 \cdot 3,665 \cdot 10^{-3} \cdot 0,44^3 \cdot 6}{0,141 \cdot 10^{-4} \cdot 2,01 \cdot 10^{-5}} = 648,13, \quad (9)$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с²;

γ – коэффициент теплового расширения воздуха, К⁻¹;

h – высота конвективной ячейки (слоя), м;

ΔT – разность температуры верхнего и нижнего воздушных слоев, °C;

ν – кинематическая вязкость воздуха, м²/с;

k – коэффициент теплопроводности, м²/с.

В каждом слое воздуха рассматриваем, как изменяется коэффициент теплопроводности k , м²/с [1, 14]:

$$k = \frac{\lambda}{\rho c}, \quad (10)$$

где λ – теплопроводность, 252·10⁻⁴ Вт/(м·К);

ρ – плотность воздуха, при температуре воздуха 10 °C составит 1,247 кг/м³;

c – теплоемкость воздуха, в каждом слое составит 1005 Дж/(кг·К).

Тогда

$$k = \frac{252 \cdot 10^{-4}}{1,247 \cdot 1005} = 2,01 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Чтобы отследить динамику рассматриваемых потоков воздуха, определяется значение критического числа Рэлея, которое является точкой бифуркации [5, 12]:

$$R_c = \frac{\pi^4}{\left(\frac{h}{a}\right)^2} \left(1 + \left(\frac{h}{a}\right)^2\right)^4 = \frac{\pi^4}{\left(\frac{0,44}{20}\right)^2} \left(1 + \left(\frac{0,44}{20}\right)^2\right)^4 = 201239,8, \quad (11)$$

где h – высота конвективной ячейки (слоя), м;

a – ширина слоя, м.

Режим течения нагретого воздуха, преобладающего в горизонтальных слоях, определяется по нормированному числу Рэлея, рассчитываемому по следующей формуле:

$$r = \frac{R}{R_c} = \frac{648,13}{201239,8} = 0,003. \quad (12)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 2 по каждому отмеченному на рисунке 2 слою.

Таблица 2. Результаты расчета критерия Рэлея

Слой	1	2	3	4	5	6	7
λ , Вт/(м·К)	0,0252	0,0253	0,0253	0,0254	0,0256	0,0259	0,026
k , (м ² /с)·10 ⁻⁵	2,0108	2,0108	2,0108	2,0615	2,0777	2,1387	2,1469
ΔT , °C	6	1,5	1,1	2,8	3,1	2	2,1
R	648,13	421,64	349,41	4368,97	2604,19	445,80	5101,74
Rc	201239,8	106274,1	97988,26	33697,06	50454,61	65568,43	8630,157
r	0,003	0,004	0,004	0,130	0,052	0,007	0,591

На следующем этапе выполнялась оценка интенсивности теплообмена между устройством для нагрева воды и нагретым крупным рогатым скотом воздухом. Для этого вводится еще один параметр – критерий Нуссельта:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}, \quad (13)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);
 l – определяющий (характерный) размер, м;
 λ – теплопроводность, Вт/(м·К).

Согласно исследованиям, результаты которых представлены в [2, 6], интенсивность теплообмена при свободной конвекции около горизонтальных труб, горизонтальных пластин определяется по следующей формуле

$$\overline{Nu}_{f,d} = 0,5 \cdot Ra_{f,d}^{0,25} \cdot \varepsilon_t, \quad (14)$$

где $\overline{Nu}_{f,d}$ – критерий Нуссельта;
 Ra – критерий Рэлея;
 ε_t – поправка, учитывающая зависимость физических свойств текучей среды от температуры, определяемая по следующему выражению:

$$\varepsilon_t = \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25}, \quad (15)$$

где Pr_f – число Прандтля, принимаемое по справочным данным для текучей среды при определяющей температуре флюида;

Pr_w – критерий Прандтля, но уже для текучей среды при определенной температуре стенки, определяют также по справочным данным.

Результаты вычисления критерия Нуссельта по формуле 14 представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты вычисления критерия Нуссельта

Слой	1	2	3	4	5	6	7
ε_t	0,52	0,52	0,54	0,54	0,56	0,56	0,56
Pr_f	0,676	0,676	0,676	0,676	0,678	0,678	0,678
Pr_w	9,52	9,52	8,24	8,24	7,02	7,02	7,02
$\overline{Nu}_{f,d}$	1,30	1,17	1,16	2,18	1,99	1,28	2,36

Анализ данных, представленных в таблицах 2 и 3, позволяет сформулировать следующие выводы:

- в каждом слое, отмеченном на рисунке 4, наблюдается отсутствие турбулентного движения воздушной массы, т. е. движение нагретого воздуха будет спокойным, устойчивым;

- в двух последних, верхних слоях (слои 6 и 7) коэффициент температуропроводности воздуха выше, чем в первых пяти;

- в слоях 4, 5 и 7 интенсивность теплообмена между устройством для нагрева воды и нагретым крупным рогатым скотом воздухом будет выше, чем в остальных слоях, так как в них критерий Нуссельта имеет максимальное значение.

На основании проведенного теоретического анализа условий теплообмена в животноводческом помещении можно прийти к заключению, что предпочтительным является вариант размещения устройства для нагрева воды, работающего за счет тепловой энергии, выделяемой крупным рогатым скотом, на высоте от 4,2 до 5,5 м от пола в верхнем слое по следующим причинам:

1) температура воздуха на этой высоте достаточна для нагрева до минимального значения температуры питьевой воды – +10 °С;

2) в указанном месте критерий Нуссельта, характеризующий интенсивность теплообмена при свободной конвекции около горизонтальных труб, значительно выше и составляет 2,36;

3) коэффициент температуропроводности в указанном месте выше, чем в других, и составляет $2,1469 \cdot 10^{-5}$ (м²/с).

Список источников

1. Бирюков В.В. Теплообменные конденсационные системы вентиляции животноводческих помещений: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03. Ростов н/Дону, 2005. 145 с.
2. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Олимпиев В.В. и др. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена: монография. Казань: Казанский государственный технический университет, 2009. 530 с.
3. Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А. и др. Новый методический подход к расчетам конструкции энергосберегающего устройства для нагрева воды, предназначенной для поения животных // Аграрная наука. 2022. № 11. С. 117–121. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121. EDN: RANXQM.
4. Дулепова Ю.М. Разработка и исследование энергосберегающего устройства для нагрева воды, работающего от теплоты крупного рогатого скота: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02. Княгинино, 2022. 171 с.
5. Капустин В.Н. Повышение эффективности системы естественной вентиляции в помещениях для крупного рогатого скота путем автоматического регулирования расхода воздуха: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Барнаул, 2011. 165 с.
6. Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Башаров М.М. Методы интенсификации и моделирования тепло-массообменных процессов: учебно-справочное пособие. Москва: Теплотехник, 2011. 335 с.
7. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 752 с.
8. Медведский В.А., Щебеток И.В., Рубина М.В. и др. Нормативные ветеринарно-санитарные и гигиенические требования в животноводстве: методические указания. Витебск: ВГАВМ, 2019. 348 с.
9. Нурминский И.Н. Применение подогрева и циркуляции воды в установках для поения скота посредством автопоилок: дис. ... канд. техн. наук: 05.00.00. Улан-Удэ, 1953. 162 с.
10. РД-АПК 1.10.01.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 167 с.
11. Сайтов В.Е., Котюков А.Б. Санитарно-гигиенические требования к питьевой воде для сельскохозяйственных животных // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6-5. С. 830–832.
12. Табор М. Хаос и интегрируемость в нелинейной динамике; пер. с англ.; науч. ред. В.А. Журавлев. Москва: Эдиториал УРСС, 2001. 320 с.
13. Устройство для нагрева воды: патент 2684293 Рос. Федерация. № 2016126650; заявл. 01.07.2016; опубл. 05.04.2019, Бюл. № 10. 7 с.
14. Фокин В.М., Бойков Г.П., Видин Ю.В. Основы технической теплофизики: монография. Москва: Машиностроение-1, 2004. 172 с.
15. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // ЭЛЕКТРО. Ключевая коммуникативная платформа международного уровня. URL: <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/energobere-zhenie-v-selskom-hozyaystve/> (дата обращения: 18.10.2023).

References

1. Biryukov V.V. Heat exchange condensation ventilation systems for livestock premises: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.23.03. Rostov on Don; 2005. 145 p. (In Russ.).
2. Gortyshev Yu.F., Popov I.A., Olimpiev V.V. et al. Thermohydraulic efficiency of promising methods for intensifying heat transfer in the channels of heat exchange equipment. Heat transfer intensification: monograph. Kazan: Kazan State Technological University Publishers; 2009. 531 p. (In Russ.).

3. Dulepova Yu.M., Dulepov D.E., Aleksandrova A.A. et al. New methodological approach to calculations for design of energy-saving device for heating water intended for livestock watering. *Agrarian Science*. 2022;1(11):117-121. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-117-121. (In Russ.)
4. Dulepova Yu.M. Development and investigation of an energy-saving device for heating water working on the heat of cattle: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.02. Knyaginino; 2022. 171 p. (In Russ.).
5. Kapustin V.N. Increasing the efficiency of natural ventilation systems in cattle sheds by automatically controlling air flow: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Barnaul; 2011. 165 p. (In Russ.).
6. Laptev A.G., Nikolaev N.A., Basharov M.M. Methods of intensification and modeling of heat and mass transfer processes. Educational and Reference Manual. Moscow: Teplotekhnika Publishers; 2011. 335 p. (In Russ.).
7. Matveev L.T. General meteorology course. Atmospheric physics. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984. 752 p. (In Russ.).
8. Medvedsky V.A., Shchebetok I.V., Rubina M.V. et al. Regulatory veterinary, sanitary and hygienic requirements in animal husbandry: instructive and methodological publication. Vitebsk: Vitebsk State Veterinary Medicine Academy Publishers; 2019. 348 p. (In Russ.).
9. Nurminskiy I.N. Application of heating and circulation of water in installations for cattle drinking by means of automatic water feeder: Candidate Dissertation in Engineering Sciences: 05.00.00. Ulan-Ude; 1953. 162 p. (In Russ.).
10. RD-APK 1.10.01.01-18. Methodological recommendations for process engineering of cattle farms and complexes. Moscow: Rosinformagrotech Publishers; 2018. 167 p. (In Russ.).
11. Saitov V.E. Hygiene requirements to drinking water for farm animals. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;6(5):830-832. (In Russ.).
12. Tabor M. Chaos and integrability in nonlinear dynamics; translated from English; scientific ed. V.A. Zhuravlev. Moscow: Editorial URSS Publishers; 2001. 318 p. (In Russ.).
13. Device for water heating: Patent 2684293 Russian Federation. No. 2016126650; claimed 01.07.2016; published 05.04.2019, Bulletin 10. 7 p. (In Russ.).
14. Fokin V.M., Boikov G.P., Vidin Yu.V. Fundamentals of Engineering Thermophysics: monograph. Moscow: Mashinostroenie-1 Publishers; 2004. 172 p. (In Russ.).
15. Energy saving in agriculture. ELECTRO. A Key International Communication Platform. URL: <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/energoberezhenie-v-selskom-hozyaystve>. (In Russ.).

Информация об авторах

Ю.М. Дулепова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», makjul92@mail.ru.

Д.Е. Дулепов – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», dulepov.86@mail.ru.

А.А. Александрова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», aliekssandrova_1990@mail.ru.

А.С. Серебряков – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», a.sereb@mail.ru.

В.Л. Осокин – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», osokinvl@mail.ru.

Information about the authors

Yu.M. Dylepova, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, makjul92@mail.ru.

D.E. Dulepov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, dulepov.86@mail.ru.

A.A. Aleksandrova, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, aliekssandrova_1990@mail.ru.

A.S. Serebryakov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, a.sereb@mail.ru.

V.L. Osokin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, osokinvl@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.12.2023; одобрена после рецензирования 26.01.2024; принята к публикации 01.02.2024.

The article was submitted 20.12.2023; approved after reviewing 26.01.2024; accepted for publication 01.02.2024.

© Дулепова Ю.М., Дулепов Д.Е., Александрова А.А., Серебряков А.С., Осокин В.Л., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631:316.48

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_162

EDN: RQCWTI

Особенности формирования системы экономических интересов и их реализации в сельской местности

Эдем Амитьевич Калафатов^{1✉}

¹ Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
Институт экономики и управления, г. Симферополь, Россия

¹ kalafatov_edem@mail.ru[✉]

Аннотация. Усиление внимания к устойчивому развитию сельских территорий стимулирует исследования в разных научных плоскостях. Одним из предметов для исследований в этой области и решении проблем сельского развития выступают экономические интересы сельского сообщества: населения, хозяйствующих субъектов и органов власти. В данном ключе показана значимость экономических интересов, раскрываются их сущность и особенности. Обоснована взаимосвязь экономических интересов с социально-экономическим положением субъекта сельских территорий (т. е. его статусом) и с системой социально-экономических отношений. Определены содержание и основные характеристики экономического интереса как системы в разрезе следующих подходов: содержательного, включающего в себя совокупность элементов (потребность, ценность, мотив и стимул); субъектного, представленного субъектами сельской местности (население, хозяйствующие субъекты, органы власти и управления); процессного, проявляющегося при формировании экономических интересов, а также при их реализации по сферам развития сельских территорий. Выявлены особенности формирования экономических интересов в сельской местности, связанные с ограничением в использовании ресурсов для удовлетворения потребностей, преобладанием традиционных ценностей сельского образа жизни, изменением личностных и общественных мотивов и стимулов в сторону материальных предпочтений. Особо выделена специфика реализации экономических интересов – несправедливое распределение благ, ограниченность возможности трудоустройства и получения достойного дохода, недостаточное взаимодействие локализованных социальных групп при сохранившейся ориентации на публичное мнение и традиции. Проведенное исследование представляет интерес для органов власти, осуществляющих управление сельским развитием, а также для хозяйствующих субъектов и населения за счет расширения их прав, взаимодействия и согласованности экономических интересов.

Ключевые слова: сельские территории, экономические интересы, сельское население, хозяйствующие субъекты, органы власти и управления

Для цитирования: Калафатов Э.А. Особенности формирования системы экономических интересов и их реализации в сельской местности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 162–172. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_162-172.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Features of the formation of a system of economic interests and their implementation in rural areas

Edem A. Kalafatov^{1✉}

¹ V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute of Economics and Management,
Simferopol, Russia

¹ kalafatov_edem@mail.ru[✉]

Abstract. Increasing attention to sustainable rural development stimulates research in different scientific areas. One of the topics of studies on the problems of rural development concerns economic interests of the rural community, i.e. the population, economic entities and authorities. From this point of view the author reveals the importance of studying economic interests, as well as defines their essence and features, justifying the relationship between economic interests and social & economic situation of the subject of rural area (i.e. its status) and the whole system of social & economic relations. The author also identifies the content and main characteristics of economic interest as a system in the context of the following approaches: i) meaningful which includes a set of such elements as need, value, motive and incentive; ii) subjective which is represented by rural actors, i.e. population, business entities, bodies of public authorities and administration; iii) process which is manifested during

economic interests formation, as well as in their implementation in the areas of rural development. More over the author consciously thinks through the features of the formation of economic interests in rural areas related to the restriction in the use of resources to meet needs, the predominance of traditional values of the rural lifestyle, changes in personal and social motives and incentives towards material preference, having highlighted such specifics of the implementation of economic interests as the unfair distribution of benefits, limited employment opportunities and decent income, insufficient interaction of localized social groups with a preserved orientation towards public opinion and traditions. The study is of special interest to the authorities managing rural territories development, as well as to different economic entities and the population due to the author's proposals designed to strengthen the interaction and coherence of economic interests.

Keywords: rural areas, economic interests, rural population, business entities, bodies of public authorities and administration

For citation: Kalafatov E.A. Features of the formation of a system of economic interests and their implementation in rural areas. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):162-172. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_162-172.

Несмотря на активную научную дискуссию, развернувшуюся вокруг проблем устойчивого развития сельских территорий, которые вносят существенный вклад в обеспечение продовольственной безопасности России и являются «традиционалистским пластом» крестьянского уклада, вопросы формирования и реализации экономических интересов на селе до сих пор остаются недостаточно исследованными.

Имея относительно простую структуру, система интересов представляет собой сложный конгломерат порой противоречащих друг другу экономических интересов: территориально-отраслевых комплексов и отдельных отраслей общественного производства (национальный уровень), хозяйствующих субъектов и социума (муниципальный уровень), населения и сельского сообщества (личные). В условиях ограниченности доходов сельского населения происходит деформация системы интересов на уровне домашних хозяйств [12]. В совокупности несовпадение и дисбаланс системы экономических интересов порождают определенные проблемы, сдерживающие развитие сельских территорий и российской экономики.

Учитывая численность населения, проживающего в сельской местности, значимость продовольственного обеспечения в условиях санкций для России, а также разноректорную направленность интересов на всех уровнях иерархии, следует признать, что задачи формирования новой системы экономических интересов в сельской местности являются актуальными и требуют научного обоснования.

Цель проведенного автором исследования заключается в уточнении, дополнении и углублении теоретических представлений, обусловленных особенностями формирования системы экономических интересов и их спецификой реализации на сельских территориях.

Теоретико-методологической основой проведенного исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам формирования и реализации экономических интересов субъектов сельских территорий и проблемам их развития. При проведении исследования использованы следующие методы: абстрактно-логический, монографический, системного и структурно-функционального анализа, теоретических обобщений.

Рассмотрение научной общественностью экономических интересов с разных позиций позволило определить их как сложную экономическую категорию в разрезе взаимообусловленной и сложноподчиненной взаимосвязи прежде всего с такими понятиями, как экономические и социальные потребности, мотивы, ценности, стимулы. Наряду с этим следует отметить, что экономическая категория «интерес» представляет собой многоаспектное экономическое явление, сложность изучения которого обусловлена неоднозначным характером взаимосвязи экономических интересов и экономических отношений.

Многогранное, полисемичное понятие «интерес» широко вошло в науку как категория, сформировавшая за многие годы изучения обширную теоретико-методологическую базу научных результатов. Несмотря на внешнюю простоту восприятия, данная категория является многодисциплинарной дефиницией, применяемой во многих областях научных знаний. В лингвистике и лексикологии под интересом понимается появление у человека определенного желания к какому-то предмету или действию, имеющему смысл, пользу, значение и привлекательность. В психологии и педагогике интерес больше связан с осознанной деятельностью, вниманием к привлекательному и направлен на приобретение знаний, расширение кругозора, получение удовольствий. В экономике прослеживается связь интересов с материальным производством, исследуется их природа через потребности, мотивы, ценности, стимулы и доходы, тогда как в социологии акцент делается на причине социальных действий, лежащих в основе непосредственных побуждений к чему-либо.

При более подробном рассмотрении научной терминологии прослеживается одна и та же мысль – экономические интересы направлены на удовлетворение потребностей. Так, многие ученые сходятся во мнении о том, что экономические интересы выступают «объективными побудительными мотивами экономической деятельности, связанными со стремлением людей к удовлетворению возрастающих материальных и духовных потребностей» [1, 6, 13].

Поэтому ключевым при исследовании сложной природы экономических интересов является их взаимосвязь с потребностями. Это выступает, с одной стороны, как форма проявления экономических потребностей, с другой – как уровень удовлетворения экономических потребностей, а с третьей – как побудительный мотив деятельности субъектов с целью удовлетворения потребностей.

При этом достаточно часто отождествляют интересы с потребностями. Однако «потребности» – более широкое понятие, чем интерес, при этом они играют функционально различные роли и ориентированы на разные объекты. Отсюда нам представляется необходимым исследование содержания экономического интереса со следующих позиций: «экономические потребности – осознание потребности – интерес – условия реализации потребности (интереса) – возможная степень удовлетворения потребности – реализация экономического интереса».

В целом при определении сущности экономических интересов необходимо учитывать их главную объективную цель – самовоспроизводство, постоянно возобновляемая жизнедеятельность любого субъекта в социально-экономической системе. Исходя из этого сущность категории «экономический интерес» определяется двумя основными положениями:

- интересы отражают направленность субъектов на «самоутверждение», то есть на сохранение или улучшение их собственного социально-экономического положения, достигаемое за счет удовлетворения потребностей;

- интересы в системе социально-экономических отношений непосредственно связаны с их носителями (статус субъекта). В связи с этим экономические интересы представляют собой объективную характеристику социального статуса субъекта, показывающую изменения (степень выгоды или невыгоды) определенных действий в системе общественных экономических отношений, которые, в свою очередь, будут влиять на сохранение (упрочнение) его социального статуса (рис. 1).



Рис. 1. Сущностные характеристики категории «экономический интерес»

Источник: составлено автором.

С точки зрения субъективно-объективного подхода экономические интересы можно рассматривать как сложную многосубъектную структуру, под которой понимаются объективные общественные отношения между субъектами (носителями экономических интересов) с целью реализации своих потребностей. Данным отношениям свойственны следующие особенности:

- система экономических потребностей не сводится к простой сумме индивидуальных потребностей;
- основной задачей удовлетворения потребностей субъектов (участников отношений) является воспроизводство всей социально-экономической системы;
- при формировании экономических интересов определяющую роль играет фаза «производство», а при их реализации основное значение имеет фаза «потребление», которая оказывает обратное воздействие на фазу «производство» и, следовательно, на формирование исходного экономического интереса.

Как было отмечено выше, необходимость удовлетворения потребностей, определенных системой ценностей, на основе возникновения мотива и стимула приводит к действию и проявляется через реализацию экономических интересов в процессе существующих экономических отношений. Таким образом, носители экономических интересов вступают между собой в отношения, в результате чего формируется сложная система противоречивого взаимодействия между ними. С одной стороны, экономический интерес субъективен, выступая побудителем внутреннего мотива поведения, а с другой – объективен, выражаясь через экономические отношения.

На разных этапах воспроизводственного цикла интересы функционально взаимодействующих субъектов экономических отношений могут быть как взаимными, так и противоречивыми, что особенно проявляется в процессе их реализации. В связи с этим необходим правовой и организационно-экономический механизм их регулирования (сбалансированности).

Ретроспективное изучение и систематизация различных научных теорий и воззрений на экономические интересы позволили выделить три основные концепции:

- индивидуалистическую (мотив личного интереса является движущим фактором общественного развития);
- субъективистскую (зависимость экономического интереса от субъективных психологических факторов, личностных предпочтений и индивидуальных ценностных ориентаций);
- объективистскую (экономический интерес – результат объективных экономических отношений, вне зависимости от индивидуальных мотивов поведения) [2, 3, 4, 7, 8, 11].

В контексте данных концепций сельский экономический интерес представляет собой многоэлементную систему, в которой формируются потребности, определяемые, с одной стороны, на основе ценностных ориентаций и социально-экономического положения субъекта сельских территорий (т. е. его статуса), а с другой – совокупностью мотивов и стимулов к действиям, направленным на реализацию экономических интересов в системе социально-экономических отношений. Исходя из этого экономический интерес можно рассматривать как систему в разрезе следующих подходов:

- содержательного, включающего в себя совокупность элементов (потребность, ценность, мотив и стимул);
- субъектного, представленного субъектами территории (население, хозяйствующие субъекты, органы власти и управления);
- процессного, проявляющегося при формировании экономических интересов, а также при их реализации по сферам развития сельских территорий.

В настоящее время в рамках экономической науки сложились два основных направления исследования экономических интересов по административно-территориальным признакам. Первое направление предполагает связь интересов сельских территорий (муниципальных образований) с интересами государства, регионов и хозяйствующих субъектов, в результате чего образуется вертикаль: федерация – регионы – муниципалитеты – хозяйствующие субъекты – население. Второе направление обусловлено наличием взаимосвязей интересов сельских территорий с интересами других муниципальных районов и функционирующих в них субъектов экономических отношений. Поэтому, прежде чем перейти к исследованию особенностей формирования системы экономических интересов и их реализации на сельских территориях в разрезе обозначенных выше трех подходов, считаем важным разобраться с основными характеристиками сельских субъектов экономических отношений:

1) *население*, интересы которого направлены как на получение стабильного дохода (экономический характер), так и на обеспечение возможности полноценного использования социальных благ на сельских территориях (социальный характер), то есть преимущественно обращены на удовлетворение потребностей трудиться, иметь достойный материальный доход как у работающего, так и неработающего населения, а также получать социальные, жилищно-коммунальные, транспортные, культурные и прочие услуги. Однако, выделяя сельское население в качестве субъекта экономических отношений, нужно учитывать, что возможности реализации его экономических интересов существенно ограничиваются особенностями пространственного развития села, связанными с функционированием сельского сообщества в виде локализованного социума. К представителям данной группы относятся предприниматели, собственники и наемные работники, экономически неактивные граждане и др.

В качестве критериев реализации экономических интересов сельского населения следует считать рост оплаты труда, соблюдение социальных гарантий, карьерный рост, профессиональную самореализацию, комфортные и безопасные условия труда, наличие достаточного количества объектов социальной и инженерной инфраструктуры;

2) *хозяйствующие субъекты* (коммерческие и некоммерческие предприятия), экономические интересы которых ориентированы не только на получение прибыли, но и на удовлетворение социально-экономических потребностей села. В связи с этим цели организаций не совпадают:

- для коммерческих – важно иметь постоянный и относительно высокий доход, увеличивать стоимость своего капитала, но и удовлетворять социальные общественные потребности сельских жителей;

- для некоммерческих – необходимо достигать различные общественно полезные цели, но также удовлетворять не только свои материальные и нематериальные нужды, но и управленческие, социально-культурные и иные потребности сельского населения.

Критериями реализации экономических интересов хозяйствующих субъектов сельских территорий могут выступать:

- для коммерческих организаций: доступность и достаточность ресурсов, максимизация доходов; минимизация налогов, контроля со стороны государства и общества; снижение расходов на оплату труда, текучести кадров, рост производительности труда; гарантии защиты прав собственности;

- для некоммерческих организаций: социальная ответственность бизнеса, защита прав потребителей, социальные гарантии, развитие социальной инфраструктуры, контроль бизнес-сообщества, рост налоговых поступлений и расходов на социальную сферу, увеличение производительности труда;

3) *органы управления*, которые выступают субъектом-носителем экономических интересов, выражающихся в создании условий для улучшения качества жизни сельского населения, а также направленных на поддержку хозяйствующих субъектов (коммерческих и некоммерческих организаций). Особое значение имеют социальная защита населения и развитие сети соответствующих учреждений: в области здравоохранения – формирование, содержание и развитие медицинской инфраструктуры, обеспечение санитарного благополучия территории; в сфере образования – обеспечение доступности основного общего образования для населения сельских территорий; в сфере культуры и спорта – повышение заинтересованности сельского населения в ведении культурного и здорового образа жизни за счет создания отвечающих современным требованиям объектов в этой сфере общественной деятельности.

К критериям реализации экономических интересов органов управления можно отнести:

- устойчивость и рост сельской экономики;
- увеличение доходов бюджетов сельских поселений;
- повышение социальной ответственности предпринимательских структур на сельских территориях;

- развитие социальной и транспортной инфраструктуры;

- улучшение условий жизни;

- социальную поддержку малоимущих граждан;

- обеспечение экономической и физической доступности основных продуктов питания;

- достаточность ресурсов для реализации программ;

- сохранение баланса между государственными и рыночными механизмами экономического регулирования [10].

На рисунке 2 в виде матрицы показаны субъекты экономических интересов на сельских территориях в разрезе элементов (потребности, ценности, мотивы и стимулы) и субъектов экономических отношений, выступающих их носителями (сельское население, хозяйствующие субъекты, органы управления) [9].

		Субъекты экономических интересов на сельских территориях		
		Сельское население	Хозяйствующие субъекты	Органы управления
Элементы экономического интереса	Потребности	Удовлетворение базовых потребностей при одновременном формировании новых	Стремление к наиболее полному использованию ресурсов в хозяйственной деятельности для удовлетворения потребностей	Создание условий для удовлетворения потребностей всех субъектов сельских территорий
	Ценности	Сохранение традиционных взглядов по отношению к земле и сельскому труду, институтам семьи, сельского социума, культуры и духовности	Поддержание баланса между материальными и социальными ценностями, свободой выбора в ведении деятельности и установленными в нормативно-правовых актах ограничениями	Соблюдение интересов и реализация потребностей в сельском сообществе при восстановлении и упрочнении сельских традиций
	Мотивы	Осознание важности и готовности инвестировать в собственный капитал из-за смены личностных ориентаций с преобладанием в них денежной мотивации	Стремление к расширенному воспроизводству с одновременным усилением социальной направленности бизнеса	Согласование взаимодействия субъектов экономических отношений за счет эффективного механизма управления
	Стимулы	Сочетание материальных и нематериальных стимулов (заработная плата, признание заслуг, карьера) с льготами социального характера (ранняя пенсия, льготы по оплате коммунальных услуг)	Преобладание финансовых стимулов (рост доходов, участие в прибыли, компенсация затрат, дотации, субсидии, гранты, инвестиции, налоговые и кредитные льготы) в хозяйственной деятельности	Содействие развитию сельских территорий (конкурсы проектов развития, реклама и ребрендинг села, стимулирование собственности, профицит бюджета)

Рис. 2. Субъекты экономических интересов на сельских территориях

Источник: составлено автором.

Рассмотрев вышеперечисленные интересы в разрезе системы элементов и отдельных субъектов экономических отношений, следует особо отметить, что сельские интересы не тождественны сумме интересов представленных субъектов, а значительно шире последних, поскольку здесь задействованы все сферы развития сельских территорий (экономическая, социальная и духовная), в которых они реализуются. Эти интересы заключаются не только в эффективном использовании внутренних и внешних ресурсов в целях удовлетворения потребностей, но и в достижении экономической эффективности всей сельской экономики, ее устойчивого роста, что приводит к общему повышению качества жизни в сельской местности [12].

Исследование особенностей формирования системы экономических интересов и их реализации на сельских территориях проведено в разрезе обозначенных выше трех подходов и представлено в виде модели на рисунке 3.

На основе *содержательного подхода*, учитывающего элементы системы интересов (потребности, ценности, мотивы и стимулы), установлено, что потребности всех субъектов экономических отношений на селе полностью не удовлетворены, традиционные ценности сельского образа жизни и ведения хозяйственной деятельности остались неизменными, при этом наблюдается изменение личностных и общественных мотиваций в сторону материальной заинтересованности с преобладанием стимулов финансового характера.



Рис. 3. Модель формирования системы экономических интересов и их реализации на сельских территориях (содержательный, субъектный и процессный подходы)

Источник: разработано автором.

С точки зрения *субъектного подхода* (сельское население, хозяйствующие субъекты, органы власти) было выявлено:

- интересы населения направлены как на получение стабильного дохода, так и на обеспечение возможности полноценного использования социальных благ в сельской местности;

- интересы хозяйствующих субъектов ориентированы не только на получение прибыли, но и на незначительное удовлетворение социально-экономических потребностей села (при этом следует отметить, что хозяйствующие субъекты, которые не соблюдают интересы сотрудников и местных сообществ, постепенно истощают свои ресурсы и теряют инвестиционную привлекательность [5]);

- интересы органов управления связаны с созданием условий для улучшения качества и повышения уровня жизни сельского населения, а также с поддержкой коммерческих и некоммерческих организаций.

В рамках *процессного подхода* доказано, что специфика экономических интересов проявляется не только через их формирование, но и при реализации по сферам развития сельских территорий:

- в экономической сфере – высокая зависимость от природных ресурсов, малоотраслевой характер экономики, ограниченное удовлетворение потребностей, сложность трудоустройства, недостаточный уровень доходов, предпочтение материального стимулирования нематериальному;

- в социальной сфере – недостаточное взаимодействие локализованных на территории социальных групп при излишней ориентации на публичное мнение и традиции; низкое оснащение всеми видами коммуникаций; увеличение нагрузки на организации социальной сферы из-за их укрупнения;

- в духовной сфере – неразвитость гражданско-правовых институтов, пассивное отношение к самореализации и преобладание традиционных взглядов, влияющих на сельский образ жизни.

Выводы

Проведенное исследование показало, что в решении проблем устойчивого развития сельских территорий существенное место отводится системе формирования и реализации экономических интересов в сельской местности, которые являются формой проявления экономических отношений.

Дополнены и углублены теоретические положения, характеризующие сущностное содержание экономических интересов в современных условиях развития сельских территорий.

Ретроспективное изучение и систематизация различных научных теорий и воззрений на экономические интересы позволили выделить три основные концепции:

- индивидуалистическую;
- субъективистскую;
- объективистскую.

В контексте выделенных концепций экономический интерес представляет собой многоэлементную систему, включающую потребности, определяемые, с одной стороны, на основе ценностных ориентаций и социально-экономического положения субъекта (т. е. его статуса), а с другой – совокупность мотивов и стимулов к действиям, направленным на реализацию экономических интересов в системе социально-экономических отношений.

Применительно к сельским территориям определены содержание и основные характеристики категории экономического интереса как системы в разрезе содержательного, субъектного и процессного подходов.

Выявлены особенности системы экономических интересов, обусловленные их формированием и спецификой реализации, учет которых позволит согласовать экономические интересы всех субъектов сельской территории, объединить их по территориальному, профессиональному, социальному и иному признакам для включения сельского сообщества в передовые социально-экономические процессы.

Список источников

1. Айзикович А.С., Межуев В.М., Олейников Ю.В. Потребности и интересы // Глава в: Марксистско-ленинская теория исторического процесса: исторический процесс, действительность, материальная основа, первичное и вторичное: коллективная монография; рук. авторского коллектива Ф.В. Константинов. Москва: Наука, 1981. 463 с.
2. Аквинский Ф. Сумма Теологии. Ч. 1, вопросы 1–43; пер. с лат. С.И. Еремеева, А.А. Юдина. Киев: Ника-Центр, Эльга; Москва: Элькор-МК, 2002. 559 с
3. Вальрас Л. Элементы чистой политической экономии или Теория общественного богатства; пер. с франц. И. Егоров, А. Белянин. Москва: Изограф, 2000. 448 с.
4. Веблен Т. Теория праздного класса. Экономическая мысль Запада; пер. с англ. Москва: Прогресс, 1984. 367 с.
5. Изгарова А.И., Рогова Е.М., Бахарева О.В. Взаимосвязь информации о ESG-инвестициях и доходности акций: кейс крупных российских компаний // Управленец. Т. 14, № 3. С. 17–29. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-3-2.
6. Клочков В.В. Основы теории спроса и предложения // Глава из учебника «Экономическая теория»; 2-е изд., перераб. и доп.; под ред. И.П. Николаевой. Москва: Юнити-Дана, 2008. 527 с.
7. Макиавелли Н. Сочинения исторические и политические. Сочинения художественные. Письма. Москва: АСТ «Пушкинский дом», 2004. 819 с.
8. Менгер К. Избранные работы. Основания политической экономии. Исследования о методах социальных наук и политической экономии в особенности. Москва: Территория будущего; Москва: Наука, 2005. 494 с.
9. Меренкова И.Н., Новикова И.И., Гаврилова З.В. Сущностные и классификационные аспекты экономических интересов сельского населения // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях: материалы IV международной научно-практической конференции (Воронеж, 11–12 октября 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. С. 311–314.
10. Михайлюк О.В. Экономические интересы субъектов муниципального уровня // Сборник научных трудов SWORLD. 2013. Т. 38, № 3. С. 82–88.
11. Рошер В. Система народного хозяйства: Руководство для учащихся и для деловых людей; перевод и предисловие И. Бабста. Т. 1: Начала народного хозяйства. Москва: Типография В. Грачева и К°, 1862. 340 с.

12. Улезько А.В., Семенова И.М. Механизм реализации экономических интересов сельского населения: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. 179 с.

13. Экономическая теория: учебник для студентов вузов; под ред. А.Г. Грязновой, Т.В. Чечелевой. Москва: Экзамен, 2003. 592 с.

References

1. Aizikovich A.S. Needs and interests. In: Marxist-Leninist theory of the historical process: historical process, reality, material basis, primary and secondary: collective monograph; head of the team of authors F.V. Konstantinov. Moscow: Nauka Publishers; 1981. 463 p. (In Russ.).

2. Aquinas Th. Summa Theologica. Prima partis. Quaestio 1–43; translated from Latin by S.I. Eremeev, A.A. Yudin. Kyiv: Nika-Center, Elga; Moscow: Elkor-MK Publishers; 2002. 559 p. (In Russ.).

3. Walras L. Elements of Pure Economics: Or the Theory of Social Wealth (Les éléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale); translated from French by I. Egorov, A. Belyanin. Moscow: Izograf Publishers; 2000. 448 p. (In Russ.).

4. Veblen Th. The Theory of the leisure class: An economic study of Institution; translated from English. Moscow: Progress Publishers; 1984. 367 p. (In Russ.).

5. Izgarova A.I., Rogova E.M., Bakhareva O.V. ESG investment relationship with financial performance of Russian companies. *Upravlenets/ The Manager*. 2023;14(3):17–29. DOI: 10.29141/2218-5003-2023-14-3-2.

6. Klochov V.V. Fundamentals of supply and demand theory. Chapter from Economic Theory textbook; 2nd edition, revised and enlarged; edited by I.P. Nikolaeva. Moscow: Unity-Dana Publishers; 2008. 527 p. (In Russ.).

7. Machiavelli N. Political and Historical Works. Fictional Works. Private Correspondence. Moscow: AST Pushkinsky Dom Publishers; 2004. 819 p. (In Russ.).

8. Menger C. Selected Works. The foundations of Political Economy. Research on the methods of social sciences and political economy in particular. Moscow: Territory of Future; Moscow: Nauka Publishers; 2005. 494 p. (In Russ.).

9. Merenkova I.N., Novikova I.I., Gavrilova Z.V. Essential and classification aspects of the economic interests of the rural population. Management of the innovative development of agri-food systems at the national and regional levels: Proceedings of the IV International Research-to-Practice Conference (Voronezh, October 10-11, 2022). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2022:311-314. (In Russ.).

10. Mikhailyuk O.V. Economic interests of the subjects of the municipal level. *Collection of scientific works SWORLD*. 2013;38(3):82-88. (In Russ.).

11. Roscher V. Principles of National Economics (System der Volkswirtschaft); translation and preface by I. Babst. Vol. 1. The Foundations of National Economics (Die Grundlagen der National Ökonomie) Moscow: V. Grachev & C° Printing House; 1862. 340 p. (In Russ.).

12. Ulez'ko A.V., Semenova I.M. Mechanism for realization of the economic interests of the rural population: monograph. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers; 2017. 179 p. (In Russ.).

13. Economic Theory: textbook for students; edited by A.G. Gryaznova, T.V. Checheleva. Moscow: Examin Publishers; 2003. 592 p. (In Russ.).

Информация об авторе

Э.А. Калафатов – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита, Институт экономики и управления ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», kalafatov_edem@mail.ru.

Information about the author

E.A. Kalafatov, Candidate of Economics Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, kalafatov_edem@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 05.01.2024; одобрена после рецензирования 15.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 05.01.2024; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

© Калафатов Э.А., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 331.215.1

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_173

EDN: RPLARY

**Методические подходы к формированию фонда оплаты труда
наемных работников в фермерском секторе агроэкономики**

Константин Павлович Колотырин¹, Александр Вячеславович Наянов^{2✉},
Маргарита Владимировна Сидельникова³, Екатерина Владимировна Бородастова⁴

^{1, 2, 3, 4} Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

² nayanovav@yandex.ru✉

Аннотация. Проблема обеспечения достойного уровня заработной платы работников, занятых в малых формах хозяйствования аграрного сектора экономики России, остается одной из актуальных. Рассмотрены особенности организации оплаты труда наемных работников в фермерском секторе агропромышленного комплекса. На примере Саратовской области выполнен анализ данных, отражающих уровень среднемесячной заработной платы работников, занятых в крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей, в том числе в сравнении с другими видами экономической деятельности. Установлено, что несмотря на положительную тенденцию роста номинальной заработной платы, во многих фермерских хозяйствах ее размер по-прежнему не соответствует справедливому уровню оценки трудового вклада соответствующего наемного работника в конечные результаты деятельности хозяйствующего субъекта. Изучена фактически сложившаяся типичная для фермерских хозяйств структура фонда оплаты труда с позиции материального стимулирования наемных работников. Выявлено, что из-за высокой конкуренции на рынке труда на уровень заработной платы в фермерских хозяйствах влияет численность наемных работников. На основе результатов проведенной группировки фермерских хозяйств региона определен оптимальный норматив удельного веса расходов на оплату труда в их доходах, который могут использовать работодатели при разработке мероприятий по совершенствованию систем оплаты и материального стимулирования труда своих работников. Предложена методика формирования фонда оплаты труда наемных работников в зависимости от размера получаемого дохода К(Ф)Х или ИП, применение которой позволит обеспечить более достойный уровень заработной платы и повысить производительность труда наемных работников в данных категориях хозяйств. Даются рекомендации наряду с основной оплатой разрабатывать и дополнительно применять эффективные механизмы материального стимулирования и премирования.

Ключевые слова: заработная плата, мотивация, материальное стимулирование, наемный работник, фермерское хозяйство, индивидуальный предприниматель, доход

Финансирование: статья подготовлена по результатам исследований, выполненных при финансовой поддержке Российского научного фонда, научный проект № 22-28-02046.

Для цитирования: Колотырин К.П., Наянов А.В., Сидельникова М.В., Бородастова Е.В. Методические подходы к формированию фонда оплаты труда наемных работников в фермерском секторе агроэкономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 173–184. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_173-184.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Methodological approaches to the formation of salaried employees
wages fund in the farming sector of agricultural economics**

Konstantin P. Kolotyurin¹, Aleksandr V. Nayanov^{2✉},
Margarita V. Sidelnikova³, Ekaterina V. Borodastova⁴

^{1, 2, 3, 4} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² nayanovav@yandex.ru✉

Abstract. The problem of ensuring a decent level of wages for workers employed in small business patterns of the agricultural sector of the Russian economy remains one of the most urgent. The article discusses the features of the organization of remuneration of employees in the farming sector of the Agro-Industrial Complex. On the example of Saratov Oblast, an objective assessment of the level of average monthly wages of workers employed in peasant household farming unit and individual entrepreneurs of agribusiness, including in comparison with the other types of economic activity, is given. In the course of the study, it was found that despite the positive trend in the growth of nominal wages, in many business entities its size still does not correspond to a fair level of

assessment of the labor contribution of the corresponding employee to the final results of the economic entity. The assessment of the actual structure of the wage fund, typical for farms, is given from the position of material incentives for employees. It was revealed that due to the high competition in the labor market, the number of employees affects the wage level in farms. Based on the results of the grouping of farms in the region, the optimal ratio of the share of labor costs in their income has been determined, which employers can use when developing measures to improve the payment systems and material incentives for their employees. A methodology for the formation of a wage fund for employees, depending on the amount of income received by peasant household farming unit or individual entrepreneur, is proposed, the use of which will ensure a more decent wage level and increase the productivity of employees in these categories of entities. Recommendations are given along with the basic payment to develop and additionally apply effective mechanisms of financial incentives and bonuses.

Keywords: salary, motivation, financial incentives, employee, farm, individual entrepreneur, income

Funding: the article was prepared based on the results of research supported by the Russian Science Foundation, Project No. 22-28-02046.

For citation: Kolotyryn K.P., Nayanov A.V., Sidelnikova M.V., Borodastova E.V. Methodological approaches to the formation of the salaried employees wages fund in the farming sector of agricultural economics. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):173-184. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_173-184.

Меняющаяся парадигма развития аграрного сектора экономики требует поиска и освоения современных инновационных методов хозяйствования, которые позволят эффективнее использовать имеющийся ресурсный потенциал любого, независимо от размера, предприятия с учетом его специализации. Особенно это характерно для фермерского сектора, который включает крестьянские (фермерские) хозяйства (К(Ф)Х) и индивидуальных предпринимателей (ИП), имеющих статус сельхозтоваропроизводителей. Данные категории хозяйств располагают весомым ресурсным потенциалом, что позволяет им успешно осуществлять не только развитие аграрного производства, но и возложенную социально-экономическую нагрузку по сохранению и развитию сельских территорий [4, 9, 19].

В складывающихся рыночных и социально-экономических условиях дальнейшее развитие сельского хозяйства России невозможно осуществлять без сохранения и укрепления фермерского уклада на селе. Фермеры выступают движущей силой аграрного сектора экономики большинства регионов страны, так как они предоставляют рабочие места, повышают уровень конкуренции на региональных рынках, вносят весомый вклад в обеспечение продовольственной безопасности государства. Они обеспечивают достойную конкурентоспособность крупным сельхозтоваропроизводителям и выступают социально привлекательной стартовой площадкой для реализации начинающими предпринимателями своих агростартапов в агробизнесе [19].

Современные отечественные фермерские хозяйства по сравнению с другими моделями предприятий аграрного профиля обладают большей устойчивостью к неблагоприятным социально-экономическим изменениям. Г.В. Комлацкий объясняет это тем, что деятельность данных категорий хозяйств менее регламентирована по сравнению с коллективными предприятиями [4]. На это преимущество указывал и один из основоположников модели фермерского уклада в России, ученый-экономист А.В. Чаянов [4, 20].

Социально-экономическое состояние фермеров выступает одним из индикаторов при оценке уровня благосостояния сельских жителей, экономического, социального и культурного развития сельских муниципальных образований с учетом естественно-исторических закономерностей.

Перед главами фермерских хозяйств ежедневно возникает комплекс проблем, связанных с управлением их текущей деятельностью. При этом все более актуальными становятся вопросы материального стимулирования труда наемных работников. Их решение позволяет привлечь более квалифицированную рабочую силу, способствует повышению роста производительности труда и эффективности производства в целом.

Труд в фермерских хозяйствах имеет свои отличительные особенности. Здесь на равных могут трудиться как члены данного хозяйства, которые являются собственниками своего имущества и хозяевами своего производства, так и в ряде случаев наемные

работники [1]. Выстраивание трудовых отношений на них зависит от выбранной организационно-правовой формы хозяйствования.

Так, участники К(Ф)Х, зарегистрированного в качестве сельскохозяйственной организации со статусом юридического лица, не являются его работниками и получают не заработную плату, а дивиденды от участия [6]. Руководить таким фермерским хозяйством может как один из его членов, так и любой сторонний гражданин, которые принимаются на работу в соответствии с условиями заключенного трудового договора.

Базовой платформой формирования ИП Глава К(Ф)Х чаще всего выступает семья или группа близких родственников, которые являются первичным источником обеспечения его потребностей в трудовых ресурсах [4, 10, 18, 20]. Основная цель такого семейно-трудового хозяйства – не получение максимальной прибыли, а удовлетворение потребностей членов крестьянской семьи [20].

В этой связи размер предприятия и стратегия развития его производства прежде всего зависят от потребностей членов К(Ф)Х. В системе агробизнеса основной целью их предпринимательской деятельности является стремление обеспечить достойный уровень дохода, размер которого выступает одним из ключевых критериев при оценке уровня благосостояния людей [9].

Глава К(Ф)Х избирается из числа его участников и может выполнять не только обязанности руководителя-менеджера, но и трудиться вместе с наемными работниками. При этом он не может иметь статус наемного работника и начислять себе заработную плату, так как, являясь учредителем и членом К(Ф)Х, получает доход [1, 10].

Зарегистрированный индивидуальный предприниматель, имеющий статус сельхозтоваропроизводителя, отличается от ИП Глава К(Ф)Х тем, что его участником является только он сам [6].

Для осуществления производственно-финансовой деятельности все перечисленные виды организационно-правовых форм фермерского сектора привлекают наемных работников. В качестве наемного работника рассматривается индивидуум, выполняющий по найму работу на основе заключенного с работодателем письменного трудового договора, контракта или устного соглашения об условиях трудовой деятельности, за которую он получает оговоренную при найме заработную плату наличными деньгами или в натуральной форме [1, 13].

Основной целью данного научного исследования является проведение анализа механизма организации оплаты труда и разработка методических подходов по формированию фонда оплаты труда наемных работников в фермерском секторе агроэкономики на региональном уровне.

В качестве объекта исследования выбраны К(Ф)Х и ИП Саратовской области, на материалах которых выполнялся анализ механизма и уровня оплаты труда наемных работников.

Рыночная трансформация аграрного сектора экономики в современных условиях хозяйствования влечет за собой не только объективные количественные и качественные изменения, но и совершенствование элементов системы материального стимулирования наемных работников в хозяйствующих субъектах, включая крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальных предпринимателей [16].

Важную роль в развитии агробизнеса Саратовской области играет фермерский сектор, на долю которого по итогам 2021 и 2022 гг. приходилось 33,0% стоимости всей производимой в регионе продукции сельского хозяйства. Необходимо отметить, что в среднем по Российской Федерации данный показатель в 2022 г. составил лишь 15,8% [15].

Несмотря на положительную динамику развития, численность фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей в аграрном секторе за последние годы уменьшалась. По данным АККОР, на 01 января 2023 г. в Саратовской области было зарегистрировано 3842 К(Ф)Х и ИП, что на 889 ед. меньше по сравнению с 2021 г. При этом за тот же период было создано 614 новых предприятий [7].

В фермерском секторе региона 73,9% хозяйствующих субъектов имеют статус индивидуального предпринимателя «глава крестьянского (фермерского) хозяйства» (рисунок 1). В качестве фермерских хозяйств зарегистрировано 3,5% сельхозтоваропроизводителей. Различие организационно-правовых форм связано с изменениями в законодательстве, которое действовало на момент регистрации организации.

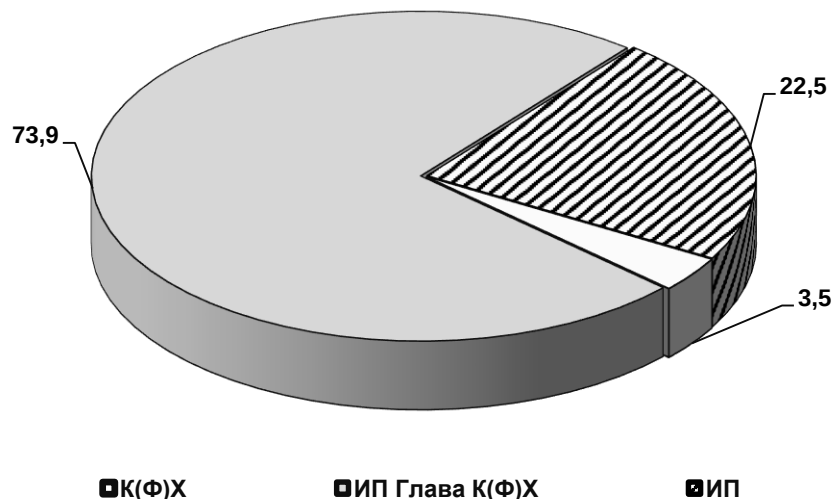


Рис. 1. Структура фермерского сектора в Саратовской области по состоянию на 01.01.2023, %

Источник: рассчитано авторами на основе годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

По официальным данным Росстата в малых формах хозяйствования аграрной сферы Саратовской области в 2021 г. трудились 8,2 тыс. наемных работников [14], что составляет 10,3% от среднегодовой численности занятых на предприятиях сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства региона.

Одним из основных направлений проводимой государственной аграрной политики является обеспечение гарантий в области оплаты труда и защиты трудовых прав наемных работников в отечественном сельском хозяйстве. Уровень заработной платы аграриев относится к специфическим критериям оценки деятельности органов власти всех уровней, общественных организаций и руководителей хозяйствующих субъектов отрасли в рамках выполнения принятых обязательств, действующих законодательных и нормативно-правовых актов.

Таблица 1. Динамика среднемесячной заработной платы работников аграрного сектора экономики Саратовской области за 2017–2022 гг., тыс. руб.

Показатели	Годы						2022 г. к 2017 г., раз
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Всего по экономике	24,7	26,8	30,7	33,5	37,4	42,9	1,74
в том числе: сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	17,3	18,7	24	27,8	34,3	40,3	2,33
в том числе: сельскохозяйственные предприятия	19,8	22,3	25,3	29,5	34,5	40,7	2,06
ИП Глава К(Ф)Х и ИП	12,2	14,7	16,1	19,2	24,6	32,8	2,69
К(Ф)Х	13,3	16,9	20,0	26,6	34,6	42,7	3,21

Источник: составлено авторами по данным [17], а также на основе форм № 5-АПК, № 1-КФХ и № 1-ИП годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что в целом среднемесячная номинальная заработная по всему кругу организаций Саратовской области в 2022 г. составила 42,9 тыс. руб., что в 1,7 раза выше уровня 2017 г. В то же время уровень заработной платы работников предприятий в сфере сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства вырос в 2,3 раза.

Проведенная оценка уровня среднемесячной заработной платы в разрезе отдельных категорий сельхозтоваропроизводителей, использующих наемную рабочую силу, показала, что по всем группам наблюдается положительная динамика увеличения размеров оплаты труда, но темпы роста ее различаются.

Среди хозяйствующих субъектов аграрного сектора экономики наибольший темп роста заработной платы наблюдался по работникам К(Ф)Х, имеющих статус юридического лица. В результате по итогам 2022 г. в данной категории хозяйств размер среднемесячной заработной платы одного работника составил 47,2 тыс. руб., что на 2,4 тыс. руб. выше аналогичного показателя в среднем по сельскому хозяйству, но по-прежнему на 0,2 тыс. руб. ниже среднего показателя, достигнутого в целом по экономике Саратовской области.

Наиболее низкий уровень среднемесячной заработной платы наемных работников в аграрной сфере отмечается у индивидуальных предпринимателей. Несмотря на то, что в целом за 2017–2022 гг. в данной категории хозяйств размер заработной платы работников вырос в 2,7 раза, но в абсолютном выражении ее уровень все еще на 7,5 тыс. руб. ниже среднего значения аналогичного показателя по сельскому хозяйству. В результате размер среднемесячного заработка наемных работников у индивидуальных предпринимателей по итогам 2022 г. составил 76,4% от среднего его значения по экономике региона, что на 27,0 п. п. выше уровня 2017 г. (рис. 2).

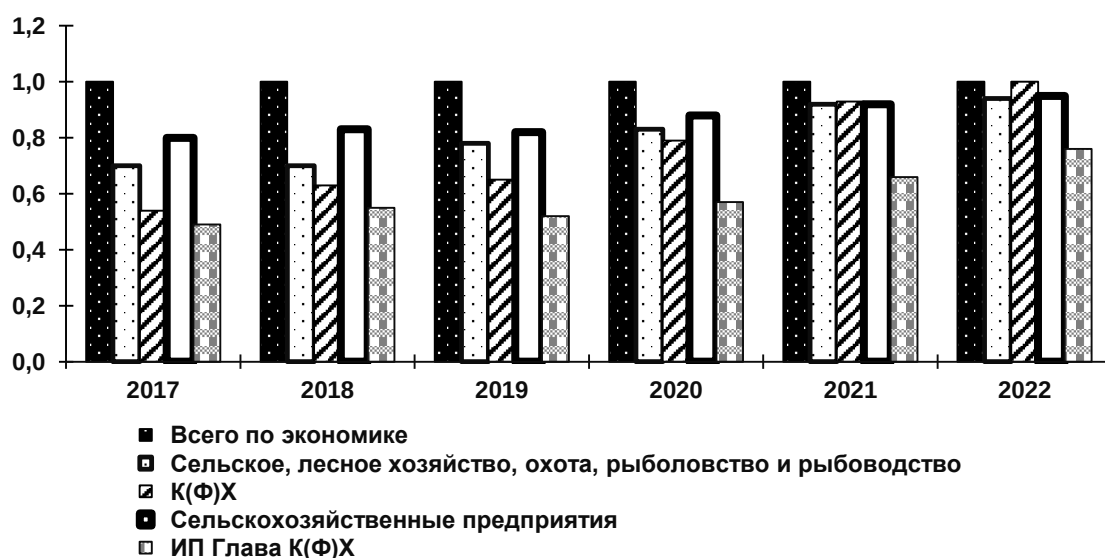


Рис. 2. Уровень соотношения среднемесячной заработной платы хозяйствующих субъектов сельского хозяйства относительно среднего по экономике Саратовской области

Источник: рассчитано авторами на основе годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

Представленные на рисунке 2 данные наглядно показывают, что положительная динамика роста заработной платы в хозяйствующих субъектах аграрного сектора Саратовской области позволила за последние годы существенно сократить отставание ее уровня от среднего показателя по региональной экономике. Если в 2017 г. размер номинальной среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве составлял 70,0% от средней по эконо-

мике региона, то к 2022 г. он повысился до 94,0%. Уровень среднемесячной заработной платы наемных работников в фермерских хозяйствах, имеющих статус юридических лиц, фактически достиг среднего уровня по экономике региона. Следует отметить, что по итогам 2022 г. в целом по РФ данный показатель составил 72,0% [15, 17].

В современных социально-экономических условиях стимулирование работодателей в обеспечении роста оплаты труда работников сельского хозяйства обуславливается целым комплексом механизмов и факторов прямого и косвенного воздействия.

Проведенные исследования показали, что основным мотиватором роста заработной платы аграриев Саратовской области стала эффективная работа региональной «межведомственной комиссии по вопросам легализации неформальной занятости, оплаты труда и налоговых поступлений» [12]. Минсельхоз области в рамках своих полномочий совместно с органами МСУ, контрольно-надзорными органами и общественными организациями систематически реализует мероприятия, направленные на обеспечение повышения размера заработной платы наемных работников в отрасли. Прежде всего проводится разъяснительная работа с главами К(Ф)Х и ИП.

Наряду с этим в оценку работы органов управления всех уровней включены целевые показатели по достижению размера среднемесячной заработной платы. При этом абсолютные размеры целевых индикаторов по среднемесячной заработной плате одного работника по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» (без учета подкласса «Охота, отлов и отстрел диких животных, включая предоставление услуг в этих областях») дифференцированы по природно-климатическим микрорегионам Саратовской области [11].

Важными катализаторами роста среднемесячной заработной платы в фермерском секторе региона выступают и действующие меры государственной поддержки малых форм хозяйствования, реализуемые в рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области». Особой популярностью пользуются грантовые формы поддержки фермеров «Агростартап» и «Развитие семейных ферм», а также предоставление льготных кредитов малым формам хозяйствования. Данные формы поддержки позволяют не только развивать фермерство, но и стимулировать рост уровня заработной платы наемных работников в данной категории хозяйств. В условиях конкурентной борьбы за получение господдержки фермеры стараются продемонстрировать положительную динамику не только своих производственных показателей, но и показателей социальной направленности, в том числе и уровня среднемесячной заработной платы.

Уровень заработной платы на предприятии закладывается при формировании фонда оплаты труда (ФОТ), который является основным источником ее выплат работникам в течение года. Под фондом оплаты труда следует понимать сумму вознаграждений, предоставляемых наемным работникам с учетом их квалификационного уровня, количества и качества затраченного ими труда, а также применяемых на предприятии доплат и надбавок стимулирующего и компенсационного характера. По своей структуре он является относительно сложным элементом издержек на содержание и стимулирование используемой рабочей силы, размер которых определяется работодателем.

ФОТ аккумулирует все начисления работникам всех видов оплаты труда (с учетом налога на доходы физических лиц и других удержаний в соответствии с законодательством Российской Федерации) в денежной и неденежной формах за отработанное и неотработанное время, компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда, доплаты и надбавки, премии, единовременные поощрительные выплаты, а также оплату питания и проживания, имеющую систематический характер [3]. В него включаются все виды начислений, независимо от срока и источников их фактических выплат, а также предоставленных налоговых льгот.

Для анализа фонда оплаты труда в фермерском секторе были отобраны 43 фермерских хозяйства области, которые имеют статус юридического лица, являются получателями государственной поддержки и предоставляют свои годовые отчеты в министерство сельского хозяйства Саратовской области.

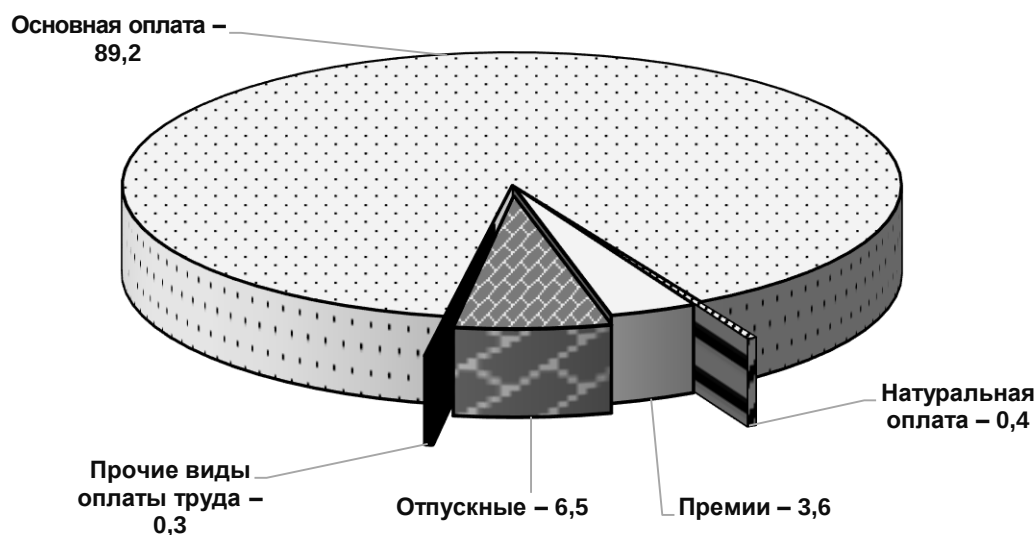


Рис. 3. Структура фонда оплаты труда наемных работников в фермерском секторе Саратовской области в 2022 г., %

Источник: рассчитано авторами на основе годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

В исследуемых хозяйствах на основную оплату труда приходится 89,2% фонда оплаты труда (рис. 3). Премии в структуре ФОТ у данной категории хозяйств составляют 3,6%. На выплату наемным работникам натуральной оплаты и прочих видов оплат туда фермеры тратят менее 1% от всего фонда оплаты. Фермерские хозяйства вообще не используют такой вид стимулирующей выплаты, как надбавка за стаж работы. Все это объясняется особенностями использования и мотивации рабочей силы в К(Ф)Х и ИП.

Нестандартные и упрощенные подходы к организации стимулирования труда наемных работников в малом бизнесе связаны с воздействием многих факторов. Прежде всего, многие хозяйствующие субъекты располагают небольшим ФОТ, что ограничивает их руководителей в выборе денежных механизмов стимулирования. Как правило, в хозяйствах с малой численностью наемных работников и ограниченным перечнем должностей и профессий отсутствует системно выстроенный механизм оплаты их труда и используется минимальный диапазон дифференциации применяемых доплат и надбавок [8]. В таких хозяйствах все чаще применяют комбинированную систему оплаты труда – повременно-премиальную с установленным нормированным заданием. При этой системе основная заработная плата работника складывается из двух частей:

- базовой (за отработанное время);
- дополнительной (за фактически выполненный объем работ или произведенную продукцию по установленным сдельным расценкам).

В то же время на предприятиях агробизнеса с малой численностью наемных работников у работодателей имеется возможность разрабатывать индивидуальные с высоким уровнем простоты и прозрачности системы материального стимулирования труда [8].

Для того чтобы подтвердить гипотезу о влиянии численности наемных работников на уровень их заработной платы, был проведен анализ показателей деятельности 815 фермерских хозяйств Саратовской области за 2022 г. (табл. 2).

Таблица 2. Группировка К(Ф)Х Саратовской области по численности наемных работников по итогам 2022 г.

Группы К(Ф)Х по численности наемных работников, чел.	Число К(Ф)Х в группе, ед.	Среднегодовая численность наемных работников в расчете на 1 К(Ф)Х, чел.	Площадь используемых с.-х. угодий, га		Годовой доход К(Ф)Х на 1 работника, тыс. руб.	Годовой заработок 1 наемного работника, тыс. руб.	Удельный вес ФОТ в доходах К(Ф)Х, %	Среднемесячная заработная плата 1 наемного работника, руб.
			в расчете на 1 К(Ф)Х	в расчете на 1 работника К(Ф)Х				
До 3	556	2,0	933,2	242,6	4043,8	229,2	4,0	26873,2
3–6	91	5,0	1732,8	277,2	5359,6	286,6	4,7	27747,9
6–9	48	8,0	2393,8	261,8	5418,9	321,7	5,7	29915,0
9–12	35	11,0	3179,3	266,3	6099,7	359,4	5,5	30580,7
12–15	15	14,0	4203,0	280,9	8364,7	342,6	4,5	34097,4
Св. 15	70	29,0	6713,4	210,6	5708,7	499,4	7,7	39754,8
Всего по выборке	815	6,0	1761,6	238,5	5189,3	393,0	5,8	33687,7

Источник: составлено авторами по данным годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

Полученные данные подтверждают, что численность наемных работников у фермеров зависит от площади используемых земельных участков. По мере увеличения обрабатываемой площади сельскохозяйственных угодий возрастает и потребность в наемной рабочей силе. Так, наибольшая площадь используемых земель сельскохозяйственного назначения в расчете на одно хозяйство отмечается в 6-й группе и в среднем составляет 6713,4 га, что в 7,2 раза больше по сравнению с К(Ф)Х 1-й группы, а численность наемного персонала при этом различается в 14,5 раза. При этом размер земельного участка в расчете на 1 работника между данными группами хозяйств различается и находится в диапазоне от 210,6 до 280,9 га. Данные факторы положительно влияют на размер среднемесячной заработной платы наемных работников, которая по мере увеличения численности работников имеет явно выраженную тенденцию роста.

Самый низкий уровень заработной платы наблюдается в К(Ф)Х 1-й группы, которая включает в себя 68,2% всех исследуемых хозяйствующих субъектов со среднегодовой численностью наемных работников не более трех человек. Главы выделяют на фонд оплаты труда около 4,0% всех доходов К(Ф)Х, что позволило в 2022 г. обеспечить размер среднемесячной заработной платы работников на уровне 26,9 тыс. руб., что в 1,9 раза превышает установленный государством МРОТ. Следует отметить, что в хозяйствах данной группы размер годового заработка наемного работника составляет около 5,7% от получаемого в расчете на 1 работника годового дохода.

Наиболее высокооплачиваемый труд наблюдается в К(Ф)Х с численностью наемных работников более 15 человек. Размер месячного заработка наемных работников здесь выше в 1,5 раза по сравнению с хозяйствами 1-й группы. При этом доли годового заработка наемного работника в годовом доходе, получаемого в расчете на 1 работника, и ФОТ в годовом доходе хозяйства составляют около 7,7%.

В условиях рыночных отношений заработная плата призвана выполнять регулируемую функцию. Это и объясняет выявленную в фермерских хозяйствах зависимость уровня среднемесячной заработной платы наемных работников от их численности. Очевидно, что чем больше предприятию требуется работников, тем сложнее в условиях ограниченного наличия рабочей силы на селе все сложнее привлекать и удерживать их, не улучшая условия материального стимулирования. В результате главы К(Ф)Х и ИП вынуждены в таких условиях предлагать более высокий уровень заработной платы и

увеличивать расходы на оплату труда [3]. Для того, чтобы определить наиболее оптимальный уровень расходов на оплату труда наемных работников, нами проведена группировка фермерских хозяйств по удельному весу ФОТ в их доходах.

Таблица 3. Группировка К(Ф)Х Саратовской области по удельному весу фонда оплаты труда наемных работников в доходах по итогам 2022 г.

Группы К(Ф)Х по удельному весу ФОТ в доходах, %	Число К(Ф)Х в группе, ед.	Удельный вес ФОТ в доходах К(Ф)Х, %	Среднегодовая численность наемных работников в расчете на 1 К(Ф)Х, чел.	Среднемесячная заработная плата 1 наемного работника, руб.	Годовой доход на 1 работника К(Ф)Х, тыс. руб.	Доля годового заработка в годовом доходе К(Ф)Х в расчете на 1 работника, %	«Доходы минус расходы» в расчете на 1 К(Ф)Х, тыс. руб.
До 3	200	1,8	3	21842,5	9883,0	2,7	9674,0
3–6	265	4,5	5	31415,4	6382,8	5,9	7893,2
6–9	129	7,7	8	34819,4	4080,3	10,2	5270,2
9–12	74	10,4	10	39325,7	3609,1	13,1	5704,3
12–15	51	13,4	6	36224,3	2468,3	17,6	2723,5
Свыше 15	96	21,7	5	42268,1	1713,1	29,6	261,8
Всего по выборке	815	5,8	6	33687,7	5189,3	7,8	6493,9

Источник: составлено авторами по данным годовых отчетов о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур Саратовской области.

Данные таблицы 3 показывают, что К(Ф)Х и ИП 1-й группы в 2022 г. выделяли средства на стимулирование труда наемным работникам в объеме не более 3% от получаемых доходов, что позволило обеспечить им уровень среднемесячной заработной платы в размере 21,8 тыс. руб. Насколько справедлив такой уровень оплаты труда, можно судить по соотношению годовых размеров заработка и дохода в расчете на одного наемного работника, которое составило 2,7%. За счет экономии затрат на заработную плату наемных работников фермерам данной группы удалось получить самые высокие условно чистые доходы как в целом по хозяйствам, так и в расчете на 1 члена К(Ф)Х.

Самый высокий уровень среднемесячной заработной платы наемных работников, в размере 42,3 тыс. руб., наблюдался в фермерских хозяйствах 6-й группы, что в 1,9 раза выше аналогичного показателя хозяйств 1-й группы. Здесь на ФОТ наемных работников расходуется около 21,7% от получаемых доходов. Однако показатель «доходы за минусом расходов» в этой группе по итогам года в среднем составил 561,8 тыс. руб. на одно хозяйство, что в 37 раз ниже показателя хозяйств 1-й группы.

Оптимальное соотношение между размерами среднемесячной заработной платы наемных работников и условно чистым доходом достигается в тех фермерских хозяйствах, которые около 10% своих доходов расходуют на фонд оплаты труда. По результатам анализируемого года среднемесячная заработная плата наемных работников в данной группе хозяйств составила 39325,7 руб. в месяц при среднем условно чистом доходе 5704,3 тыс. руб. Увеличение в доходах доли расходов на фонд оплаты труда свыше 10,0% ведет к снижению в хозяйствах размера условно чистого дохода.

С целью обеспечения наиболее достойного уровня заработной платы наемным работникам К(Ф)Х и ИП предлагаем формировать фонд оплаты труда в данных хозяйствах в зависимости от размера их планируемых доходов [2]. Минимальный норматив расходов на оплату труда от доходов необходимо определять с учетом региональных и зональных особенностей ведения хозяйства. В условиях Саратовской области следует

не менее 10,0% от получаемых доходов выделять на фонд оплаты труда наемных работников. При этом размер планируемой среднемесячной заработной платы в расчете на одного наемного работника не должен быть ниже МРОТ, установленного государством на плановый год.

Методика формирования фонда оплаты труда наемных работников в фермерских хозяйствах с учетом получаемых доходов предусматривает несколько этапов.

На первом этапе необходимо уточнить плановый объем доходов в целом по хозяйствующему субъекту за год и с учетом этого рассчитать минимальный фонд оплаты труда наемных работников по следующей формуле:

$$\text{ФОТ}_{\min} = Д \cdot N_{\text{ФОТ}}, \quad (1)$$

где $\text{ФОТ}_{\min}$ – расчетный минимальный фонд оплаты труда наемных работников, тыс. руб.;

$Д$ – доходы хозяйства за расчетный период, руб.;

$N_{\text{ФОТ}}$ – норматив фонда оплаты труда от дохода, %.

На следующем этапе необходимо рассчитать планируемый размер среднемесячной заработной платы по хозяйству в расчете на одного наемного работника:

$$\text{ЗП}_{\text{ср}} = \frac{\text{ФОТ}_{\min}}{N_{\text{ср}} \cdot 12}, \quad (2)$$

где $N_{\text{ср}}$ – планируемая среднегодовая численность наемных работников в хозяйствующем субъекте, чел.

В целях обеспечения соблюдения действующего в РФ законодательства необходимо сопоставить планируемый размер среднемесячной заработной платы наемного работника с размером установленного государством и регионом МРОТ на плановый год:

$$\text{ЗП}_{\text{ср}} \geq \text{МРОТ}_{\text{РФ}}; \text{ЗП}_{\text{ср}} \geq \text{МРОТ}_{\text{Рег}}, \quad (3)$$

где $\text{МРОТ}_{\text{РФ}}$ и $\text{МРОТ}_{\text{Рег}}$ – установленный минимальный размер оплаты труда соответственно по РФ и региону, руб.

Если хотя бы одно из данных условий не выполняется, то фермеру необходимо сформировать дополнительный фонд материального стимулирования:

$$\text{ФОТ}_{\text{доп}} = \text{МРОТ}_{\text{рег}} \cdot N_{\text{ср}} \cdot 12 - \text{ФОТ}_{\min}, \quad (4)$$

где $\text{ФОТ}_{\text{доп}}$ – дополнительный фонд материального стимулирования наемных работников, руб.

В течение года фермер может оплачивать труд наемных работников по фактически сложившейся на предприятии системе оплаты труда. Дополнительный фонд материального стимулирования целесообразно использовать при окончательном расчете с работниками по итогам года или сезона. Выплаты из данного фонда можно производить в виде премий и стимулирующих доплат [3].

Подводя итоги, следует отметить, что в результате проведенных исследований деятельности хозяйствующих субъектов фермерского сектора Саратовской области были выявлены общие проблемы в сложившейся организации материального стимулирования труда наемных работников. Применяемые фермерами системы оплаты труда наемных работников не отражают взаимосвязи между предъявляемыми к ним требованиям со стороны работодателей, их вкладом в конечные результаты деятельности хозяйства и, как следствие, размером заработка. Отсутствует увязка уровня зарплат с результатами и квалификацией труда работников.

Предлагаемая методика формирования фонда оплаты труда в зависимости от размера получаемого дохода $K(\Phi)X$ или ИП позволит повысить роль стимулирующей функции заработной платы наемных работников в данных категориях хозяйств. Для того чтобы в фермерском секторе наемным работникам обеспечить достойный уровень заработной платы, необходимо наряду с основной оплатой разрабатывать и дополнительно применять эффективные механизмы материального стимулирования и премирования.

Список источников

1. Валеров А.В. Наемный труд в крестьянском хозяйстве и условия его воспроизводства // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2014. № 1. С. 27–52.
2. Воротников И.Л., Наянов А.В., Сидельникова М.В. и др. Выручка как индикатор уровня заработной платы на сельскохозяйственных предприятиях // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8(145). С. 1268–1272. DOI: 10.34925/EIP.2022.145.8.263.
3. Воротников И.Л., Наянов А.В., Сидельникова М.В. и др. Теоретико-методологические подходы к обоснованию индикатора справедливой заработной платы работников сельскохозяйственных организаций // АПК: экономика, управление. 2022. № 12. С. 25–31. DOI: 10.33305/2212-25.
4. Комлацкий Г.В. Производительность труда в малых формах хозяйствования // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. (Краснодар, 29 марта 2017 г.). Краснодар: ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, 2017. С. 589–590.
5. Кублин И.М., Строганова И.В. Анализ различных методов стимулирования производительности труда персонала малого и среднего бизнеса в рыночных условиях // Поволжский торгово-экономический журнал. 2011. № 6. С. 52–61.
6. К(Ф)Х: правовые основы, виды, создание [Электронный ресурс] // PCO «Агроконтроль». URL: <https://selkhozcentr65.ru/wp-content/uploads/2020/11/kfh-istorija-i-formy-obedinjonnaja.pdf> (дата обращения: 08.09.2023).
7. Малые формы хозяйствования в агропромышленном комплексе. Москва. 2022 [Электронный ресурс] // Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России – АККОР. URL: https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022_02_akk_brsh_cifru_055_preview.pdf (дата обращения: 08.09.2023).
8. Москалева Н.Н., Рябова О.Е. Методы стимулирования персонала на предприятии малого бизнеса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 1-4. С. 107–109.
9. Нечаева И.В. Качество жизни представителей малых форм аграрного предпринимательства в российском селе // Научное обозрение: теория и практика. 2019. Т. 9, № 9. С. 1424–1429. DOI: 10.35679/2226-0226-2019-9-9-1424-1429.
10. Об утверждении Методики расчета среднемесячной начисленной заработной платы наемных работников в организациях, у индивидуальных предпринимателей и физических лиц (среднемесячного дохода от трудовой деятельности): Приказ Росстата от 14.04.2016 № 188 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&rnd=hotaw> (дата обращения: 12.09.2023).
11. О крестьянском (фермерском) хозяйстве: Федеральный закон от 11.06.2003 № 74-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42662/ (дата обращения: 11.09.2023).
12. О перечне отдельных показателей деятельности исполнительных органов области на 2022 год и контроле их выполнения: Распоряжение правительства Саратовской области от 13 мая 2022 г. № 166-пр [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/87/119/81390.php> (дата обращения: 12.09.2023).
13. О создании межведомственной координационной комиссии по организации мероприятий, направленных на снижение неформальной занятости и легализацию трудовых отношений в области: Постановление правительства Саратовской области от 2 марта 2015 г. № 95-П [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/467705565> (дата обращения: 12.09.2023).
14. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области (Саратовстат). URL: <https://64.rosstat.gov.ru/folder/22892> (дата обращения: 14.09.2023).
15. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 14.09.2023).
16. Прока Н.И. Социально-экономический анализ политики оплаты труда в аграрном секторе // Вестник аграрной науки. 2019. № 6(81). С. 130–134. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.130.
17. Рынок труда, занятость и заработная плата [Электронный ресурс] // Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области (Саратовстат). URL: <https://64.rosstat.gov.ru/trud> (дата обращения: 14.09.2023).
18. Тарасов Н.Г., Эрюкова И.Д. Методологические проблемы исследования доходности труда в малых формах хозяйствования аграрного сектора // Вопросы статистики. 2015. № 11. С. 34–42.
19. Черданцев В.П. Роль фермерских хозяйств в развитии сельских территорий // Московский экономический журнал. 2021. № 12. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10755.
20. Чупина И.П., Зарубина Е.В., А.В. Чаянов о развитии фермерства в России // Сельское хозяйство. 2021. № 2. С. 14–18. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.2.36188.

References

1. Valerov A.V. Wage labor in the farms and conditions for its reproduction. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*. 2014;1:27-52. (In Russ.).
2. Vorotnikov I.L., Nayanov A.V., Sidelnikova M.V. et al. Revenue as an indicator of the level of wages in agricultural enterprises. *Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2022;8(145):1268-1272. DOI: 10.34925/EIP.2022.145.8.263. (In Russ.).
3. Vorotnikov I.L., Nayanov A.V., Sidelnikova M.V. et al. Theoretical and methodological approaches to justifying the indicator of fair employees wages of agricultural organizations. *AIC: economics, management*. 2022;12:25-31. DOI: 10.33305/2212-25. (In Russ.).
4. Komlatsky G.V. Labour productivity in small farms. Scientific support of the Agro-Industrial Complex: a collection of articles based on the materials of the 72nd Research-to-Practice Conference of the lecturers based on the results of research for 2016 (Krasnodar, March 29, 2017). Krasnodar: Kuban State Agrarian University Publishers; 2017:589-590. (In Russ.).

5. Kublin I.M., Stroganova I.V. Analysis of various methods for stimulating labor productivity of personnel of small and medium-sized businesses in market conditions. *Volga Trade and Economic Journal*. 2011;6:52-61. (In Russ.).
6. Peasant Household Farming Units: legal foundations, types, creation. Russian Self-Regulatory Organization "Agrokontrol". URL: <https://selkhozcentr65.ru/wp-content/uploads/2020/11/kfh-istorija-i-formy-obedinionnaja.pdf>. (In Russ.).
7. Small business patterns in Russian Agro-Industrial Complex. Moscow. 2022. Russian Association of Rural and Farm Enterprises and Agricultural Cooperatives – AKKOR. URL: https://www.akkor.ru/sites/default/files/2022_02_akk_brsh_cifru_055_preview.pdf. (In Russ.).
8. Moskaleva N.N., Ryabova O.E. Methods of stimulating personnel in small businesses. *Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tehnologij*. 2017;1-4:107-109. (In Russ.).
9. Nechayeva I.V. Quality of life of the agricultural small businesses' representatives in Russia. *Scientific Review: Theory and Practice*. 2019;9(9):1424-1429. DOI: 10.35679/2226-0226-2019-9-9-1424-1429. (In Russ.).
10. On Peasant Household Farming Unit: Federal Law of June 11, 2003 No. 74-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42662/. (In Russ.).
11. On the list of individual performance indicators of the regional executive bodies for 2022 and monitoring their implementation: Order of the Government of Saratov Oblast of May 13, 2022 No. 166-pr. URL: <https://pandia.ru/text/87/119/81390.php>. (In Russ.).
12. On the creation of an interdepartmental coordination commission for organizing events aimed at reducing informal employment and legalizing labor relations in the region: Decree of the Government of Saratov Oblast of March 2, 2015 No. 95-P. URL: <https://docs.cntd.ru/document/467705565>. (In Russ.).
13. On approval of the Methodology for calculating the average monthly accrued wages of employees in organizations, individual entrepreneurs and individuals (average monthly income from work): Order of Rosstat of April 14, 2016 No. 188. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&rnd=hotaw>. (In Russ.).
14. Official statistics. Official website of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for Saratov Oblast (Saratovstat). URL: <https://64.rosstat.gov.ru/folder/22892>. (In Russ.).
15. Official statistics. Official website of the Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>. (In Russ.).
16. Proka N.I. Social and economic analysis of the wage policy in the agrarian sector. *Bulletin of Agrarian Science*. 2019;6(81):130-134. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.130. (In Russ.).
17. Labor market, employment and wages. Official website of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for Saratov Oblast (Saratovstat). URL: <https://64.rosstat.gov.ru/trud>. (In Russ.).
18. Tarasov N.G., Eryukova I.D. Methodological problems of researching labor yield in small forms of management in agrarian sector. *Voprosy statistiki*. 2015;11:34-42. (In Russ.).
19. Cherdantsev V.P. The role of farms in rural development. *Moscow Economic Journal*. 2021;12. DOI: 10.24412/2413-046X-2021-10755. (In Russ.).
20. Chupina I.P., Zarubina E.V. A.V. Chayanov on the development of farming in Russia. *Agriculture*. 2021;2;14-18. DOI: 10.7256/2453-8809.2021.2.36188. (In Russ.).

Информация об авторах

К.П. Колотырин – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», ORCID 0000-0001-9259-0666, kpk75@mail.ru.

А.В. Наянов – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», ORCID 0000-0002-1487-672X, nayanovav@yandex.ru.

М.В. Сидельникова – кандидат экономических наук, младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», ORCID 0000-0002-1214-3119, sidelnikovamv@yandex.ru.

Е.В. Бородастова – младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», ORCID 0000-0001-7483-1593, borek23@mail.ru.

Information about the authors

K.P. Kolotyryin, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Project Management and Foreign Economic Activity in Agriculture, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, ORCID 0000-0001-9259-0666, kpk75@mail.ru.

A.V. Nayanov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Project Management and Foreign Economic Activity in Agriculture, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, ORCID 0000-0002-1487-672X, nayanovav@yandex.ru.

M.V. Sidelnikova, Candidate of Economic Sciences, Junior Researcher, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, ORCID 0000-0002-1214-3119, sidelnikovamv@yandex.ru.

E.V. Borodastova, Junior Researcher, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, ORCID 0000-0001-7483-1593, borek23@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 10.12.2023; одобрена после рецензирования 20.01.2024; принята к публикации 26.01.2024.

The article was submitted 10.12.2023; approved after reviewing 20.01.2024; accepted for publication 26.01.2024.

© Колотырин К.П., Наянов А.В., Сидельникова М.В., Бородастова Е.В., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.162, 657.42

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_185

EDN: VZHZHA

**Современные концепции формирования информации
о биологических активах животноводства в системе
бухгалтерского учета организаций агропромышленного
комплекса для целей управления**

Алексей Юрьевич Попов^{1✉}, Антон Владимирович Чепулянис²

^{1, 2} Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹ prepopov@yandex.ru[✉]

Аннотация. Рассмотрены вопросы признания и оценки биологических активов животноводства в системе бухгалтерского учета сельскохозяйственных организаций. Обоснована необходимость пересмотра традиционных подходов учета животных на выращивании и откорме в связи с принятием новых ФСБУ. Приведена классификация животных, находящихся в основном стаде, и молодняка по объектам бухучета в зависимости от цели их использования, выращивания. Систематизированы виды оценок указанных животных при первоначальном признании, при последующем учете и отражении в финансовой отчетности. Раскрыты особенности формирования первоначальной стоимости в зависимости от способа поступления биологических активов. Сделан акцент на включение в стоимость животных процентов по заемным средствам в случае признания животных инвестиционными активами, а также учет в стоимости величины оценочных обязательств. Выполнен анализ методики оценки биологических активов, приобретаемых на условиях отсрочки/рассрочки платежа. Раскрыта система калькулирования фактической себестоимости животных, подлежащих учету в составе запасов. В отношении последующей оценки активов охарактеризованы модели учета основного стада по первоначальной и по переоцененной стоимости, обобщен практический опыт применения права переоценки. Проанализированы проблемы начисления амортизации основного стада и признания величины обесценения животных при наличии соответствующих признаков. При учете животных в составе запасов охарактеризованы факторы определения возможной цены продажи для отражения в бухгалтерском балансе. Обобщена роль учетной политики предприятия АПК при формировании учетной информации о биологических активах животноводства и обосновано ее влияние на показатели деятельности сельскохозяйственной организации, необходимые для управления. Обозначены направления совершенствования системы учета биологических активов животноводства в целях повышения эффективности деятельности агрокомплексов и продовольственной безопасности.

Ключевые слова: биологические активы, основные средства, капитальные вложения, животные на выращивании и откорме, первоначальная стоимость, фактическая себестоимость, обесценение, организации АПК

Для цитирования: Попов А.Ю., Чепулянис А.В. Современные концепции формирования информации о биологических активах животноводства в системе бухгалтерского учета организаций агропромышленного комплекса для целей управления // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 185–196. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_185-196.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Contemporary concepts of forming information on biological assets
of animal husbandry in the accounting system of organizations
of the Agro-Industrial Complex for management purposes**

Aleksey Yu. Popov^{1✉}, Anton V. Chepulyanis²

^{1, 2} Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

¹ prepopov@yandex.ru[✉]

Abstract. The article reveals the issues of recognition and evaluation of biological assets of animal husbandry in the accounting system of agricultural organizations. The necessity of revising the traditional approaches of accounting animals in farming and fattening in connection with the adoption of the new Russian Accounting

Standards is substantiated. The classification of animals in the main herd and young animals according to the objects of accounting, depending on the purpose of their use, cultivation, is given. The types of assessments of these animals are systematized at the initial recognition, at subsequent accounting and reflection in the financial statements. The features of the formation of the initial cost depending on the method of receipt of biological assets are disclosed. Emphasis is placed on the inclusion of interest on borrowed funds in the cost of animals in case of recognition of animals as investment assets, as well as accounting for the value of estimated liabilities in the cost. The methodology of evaluation of biological assets acquired on deferred/installment payment terms is analyzed. The system of calculating the actual cost of animals to be accounted for as part of stocks is disclosed. With regard to the subsequent valuation of assets, the models of accounting for the main herd at initial cost and at revalued value are characterized, practical experience in applying the right of revaluation is summarized. The problems of depreciation of the main herd and recognition of the amount of depreciation of animals in the presence of relevant signs are analyzed. When accounting for animals as part of stocks, the factors of determining the possible sale price for reflection in the balance sheet are characterized. The role of the accounting policy of the Agro-Industrial Complex enterprise in the formation of accounting information on biological assets of animal husbandry is summarized and its influence on the performance indicators of the agricultural organization necessary for management is substantiated. The directions of improving the system of accounting for biological assets of animal husbandry in order to increase the efficiency of agricultural complexes and improve food security are outlined.

Keywords: biological assets, fixed assets, capital investments, animals in farming and fattening, initial cost, actual cost, impairment, organizations of the Agro-Industrial Complex

For citation: Popov A.Yu., Chepulyanis A.V. Contemporary concepts of forming information on biological assets of animal husbandry in the accounting system of organizations of the Agro-Industrial Complex for management purposes. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):185-196. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_185-196.

Одной из ключевых стратегий развития РФ является озвученная Президентом необходимость обеспечения продовольственной безопасности как составляющей национальной безопасности. Ключевую роль в достижении поставленной цели играет агропромышленный комплекс, являющийся главным поставщиком продуктов питания. Как отмечает А.Р. Валиев, «функционирование конкурентоспособного производства продуктов питания возможно только при адаптации агротехнологий производства сельскохозяйственной продукции к глобальным климатическим изменениям, разработке эффективных систем производства с максимальной экологической безопасностью, цифровизации и информатизации аграрного сектора экономики и глубокой интеграции агробизнеса с аграрным образованием и наукой, а также при активной государственной поддержке отрасли» [2].

Основным ресурсом и результатом производственного цикла сельскохозяйственных организаций является продукция животноводства и растениеводства, относящаяся к биологическим активам. Для выработки грамотного комплекса мер по управлению процессом функционирования агропромышленного комплекса управленцам необходима точная и достоверная информация об указанных видах биологических активов, которая формируется в системе бухгалтерского учета хозяйствующего субъекта.

Вопросы учета объектов животноводства поднимались в работах таких отечественных исследователей, как Н.С. Жминько [9], О.В. Кваша [11], Ю.В. Чернова [20] и др. Научный интерес представляют решения, предлагаемые в защищенных по указанной проблеме диссертациях, в частности М.М. Залалтдинова [10], А.М. Терехова [19], В.В. Козлова [13] и др.

Определенный научный вклад в изучение проблемы повышения достоверности данных учета внесен в связи с переходом на международные стандарты финансовой отчетности и применением МСФО 41 «Сельское хозяйство» такими экспертами, как А.О. Береза [1], М.Ю. Гасанов [3], С.В. Кесян [12] и др. Заслуживает внимания и наработанный зарубежный опыт по учету объектов животноводства, описанный в работах К. Drastig с соавт. [22], F. Golshani с соавт. [23], R.S. Sharma [24] и др.

Следует отметить, что система нормативно-правового регулирования бухгалтерского учета находится в постоянном движении, принимаются новые федеральные стандарты учета взамен ранее действующих ПБУ. Многие исследователи занимались разработкой данной проблемы, например М.А. Городилова [5], Т.Ю. Дружиловская [7], О.В. Елисеева [8], однако опубликованные работы не в полной мере затрагивают специфику сельскохозяйственных организаций, в частности животноводства. Указанные обстоятельства подтверждают актуальность поднимаемых в настоящей работе вопросов и определяют ее цель – раскрытие современных подходов к оценке и учету биологических активов животноводства организаций агропромышленного комплекса, а также разработка рекомендаций по совершенствованию указанных направлений и повышению репрезентативности учетной информации для управления сельскохозяйственными организациями.

В ходе проведения исследования анализировали положения действующего законодательства в сфере бухгалтерского учета и финансовой отчетности, а также МСФО, точки зрения отечественных и зарубежных экспертов, касающиеся оценки и учета биологических активов животноводства. Использованы данные открытой отчетности крупных организаций агропромышленного комплекса, раскрывающие положения учетной политики, в частности АО Агрокомбинат племзавод «Красногорский», АО «Агрофирма "Рогачево"», АО «Аксайское» и др. При выполнении работы применяли общенаучные методы и методы теоретического исследования. Осуществлена постановка проблемы оценки и учета объектов животноводства в связи с вводом в действие федеральных стандартов бухгалтерского учета «Запасы» (ФСБУ 5/2019), «Основные средства» (ФСБУ 6/2020) и «Капитальные вложения» (ФСБУ 26/2020), проведено описание норм ряда стандартов с разбором проблематики и предложением рекомендаций в части адаптации норм под отраслевую специфику организаций АПК в сфере животноводства. Предложена научно обоснованная классификация объектов учета животноводства, применены методы сравнения и экстраполяции для выявления особенностей оценки биологических активов, использован метод моделирования для раскрытия методики формирования учетной информации об объектах животноводства.

Рассмотрение особенностей оценки и учета биологических активов животноводства следует начать с обзора системы нормативно-правового регулирования учета данных объектов. Российское законодательство на сегодняшний момент не содержит дефиниции «Биологический актив», поэтому в данной работе будем оперировать термином, приведенным МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство», который определяет биологический актив как живущее животное или растение. Ключевым признаком биологических активов является их способность к биотрансформации, включающей в себя процессы роста, вырождения, продуцирования и размножения, вследствие которых в биологическом активе происходят качественные или количественные изменения [21].

Общая система нормативно-правового регулирования бухучета определена положениями Федерального закона № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете», который относит к нормативным актам в области регулирования: 1) федеральные стандарты учета; 2) отраслевые стандарты; 3) нормативные акты Центробанка РФ; 4) рекомендации в области учета; 5) стандарты хозяйствующего субъекта. Указанная система, кроме актов ЦБ РФ, выстроенная по мере снижения легитимности положений указанных актов, соответственно положения отраслевых стандартов не могут противоречить нормам федеральных стандартов и др.

В настоящее время в российском законодательстве отсутствует специализированный федеральный стандарт, посвященный бухгалтерскому учету биологических активов. Действующими федеральными стандартами, косвенно регулирующими учет данных объектов на современном этапе, являются ФСБУ 5 «Запасы», ФСБУ 6 «Основные средства» и ФСБУ 26 «Капитальные вложения». Следует упомянуть принятую на момент подготовки настоящей статьи Программу разработки федеральных стандартов бухгалтерского учета, утвержденную приказом Минфина РФ № 23н от 22.02.2022, которая предполагает вступление в силу нового российского стандарта «Биологические активы» с 2028 г. Подготовка проекта стандарта поручена Институту профессиональных бухгалтеров России, сроком представления проекта стандарта является III квартал 2025 г., однако на сегодняшний день в отношении данных объектов учета имеется существенный пробел.

ПБУ 1/2008 «Учетная политика организаций» допускает при наличии соответствующих пробелов в российском законодательстве в сфере бухгалтерского учета использовать нормы международных стандартов финансовой отчетности, в указанном аспекте допустимо применение норм IAS 41 «Сельское хозяйство», однако данный стандарт приводит лишь основные подходы к признанию биологических активов в отчете о финансовом положении по справедливой стоимости, не выделяя их в соответствующую учетную категорию. Кроме того, внедрение международных стандартов финансовой отчетности в отечественную практику должно учитывать и наработанный отечественный опыт. Как отмечает В.Г. Гетьман, «... данное положение объясняется рядом причин: в одних случаях у ряда государств накоплена более продвинутая практика в той или иной сфере бухгалтерского учета и финансовой отчетности, чем заложенная в международных стандартах; в других – нормы юрисдикции отличаются от предусмотренных в международных стандартах» [4].

Отраслевые стандарты в области учета биологических активов животноводства для агропромышленного комплекса на сегодняшний день не приняты, однако имеется существенный объем методических рекомендаций, в частности Методические рекомендации по бухгалтерскому учету животных на выращивании и откорме в сельскохозяйственных организациях, утвержденные приказом Минсельхоза России от 2 февраля 2004 г. № 73, Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в сельскохозяйственных организациях, утвержденные приказом Минсельхоза России от 6 июня 2003 г. № 792, Методические рекомендации по бухгалтерскому учету затрат и выхода продукции в молочном и мясном скотоводстве, также утвержденные Минсельхозом РФ, План счетов бухучета финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций АПК и методические рекомендации по его применению, утвержденные Приказом Минсельхоза России от 13.06.2001 № 654 и др. Нормы вышеуказанных методических рекомендаций в большей степени учитывают отраслевую специфику сельского хозяйства и деятельности субъектов АПК, однако они расшифровывают и уточняют положения ныне отмененных стандартов ПБУ 5/01 и ПБУ 6/01. Кроме того, применение рекомендаций допустимо лишь в части, не противоречащей действующим ФСБУ, которые не учитывают в полной мере отраслевую специфику агропромышленного комплекса. Следовательно, путем адаптации рекомендаций под нормы стандартов решается одна из задач настоящей работы – выработка комплекса мер по повышению достоверности оценки биологических активов животноводства.

По общему правилу, биологические активы большинства видов животноводства, включая скотоводство, свиноводство, овцеводство, птицеводство, коневодство и др., подразделяются на: 1) основное стадо; 2) молодняк на выращивании и откорме. Данная традиционная классификация предполагает учет основного стада животных в составе основных средств, а молодняка на выращивании и откорме – в составе запасов. План счетов бухучета подтверждает указанную классификацию, относя бухгалтерский счет 01 «Основные средства» к внеоборотным активам, а счет 11 «Животные на выращивании и откорме» – к запасам. Однако введенный в действие ФСБУ 26 «Капитальные вложения» требует внесения определенных уточнений, поскольку, согласно п. 5, под капитальными вложениями понимаются затраты организации на приобретение, создание, улучшение и восстановление объектов основных средств, а разведение и выращивание животных можно напрямую отнести к процессу создания и улучшения объектов. Данный тезис находит дальнейшее развитие, поскольку относит к капитальным вложениям затраты на приобретение имущества, предназначенного для использования непосредственно в качестве объектов основных средств или их частей либо для использования в процессе приобретения, создания, улучшения и (или) восстановления объектов основных средств. Приобретенный молодняк либо приплод в случае намерения использовать его в дальнейшем в качестве животного в основном стаде в соответствии с указанным ФСБУ должен классифицироваться в качестве капитального вложения. Если же молодняк или приплод планируется использовать для забоя или реализации в течение периода, не превышающего 12 месяцев, его можно классифицировать в составе запасов. В таблице 1 представлена классификация биологических активов в качестве объектов бухгалтерского учета в зависимости от цели их использования в деятельности организаций АПК.

Таблица 1. Классификация биологических активов животноводства по объектам бухгалтерского учета

Классификационные признаки	Биологические активы животноводства			
	Основное стадо	Молодняк на выращивании и откорме		Другие категории животных
Цель приобретения / использования	Использование в долгосрочных целях: для производства сельскохозяйственной продукции (молоко, шкуры, шерсть и т.п.), использование в с.-х. деятельности, в частности в качестве выючных животных, для целей селекции, предоставления в аренду и т.п.	Приобретение и подготовка к переводу в основное стадо	Подготовка к забою или к продаже	Приобретение для продажи или перекалфикация из иных объектов внеоборотных активов
Объект бухгалтерского учета	Основные средства	Капитальные вложения	Запасы	Запасы / Долгосрочные активы к продаже
Укрупненная категория актива	Внеоборотные активы		Оборотные активы	
Нормативный документ	ФСБУ 6/2020	ФСБУ 26/2020	ФСБУ 5/2019	ФСБУ 5/2019, ПБУ 16/2022

Указанная классификация позволяет формировать более достоверную оценку объекта для целей учета, формируя репрезентативную информацию для управления предприятием агропромышленного комплекса.

В зависимости от классификации объектов учета биологических активов и соответствующих нормативно-правовых актов формируется их бухгалтерская оценка. Систематизация применяемых видов оценок для соответствующих объектов учета биологических активов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Бухгалтерская оценка объектов учета биологических активов

Виды оценки биологических активов	Объекты учета биологических активов			
	Основные средства	Капитальные вложения	Запасы	Долгосрочные активы к продаже
Первоначальная оценка	Первоначальная стоимость – общая сумма связанных с данным биологическим активом капитальных вложений, осуществленных до признания его в составе основных средств	Сумма фактических затрат на приобретение, создание, улучшение или восстановление объекта биологических активов	Основной подход – фактическая себестоимость. Допустимые варианты: 1) справедливая стоимость; 2) для животных, представляющих собой готовую продукцию и НЗП: - сумма прямых затрат; - сумма плановых, нормативных затрат	Балансовая стоимость соответствующего основного средства или другого внеоборотного актива на момент его переклассификации в ДАП
Последующая оценка	1. Первоначальная стоимость. 2. Переоцененная стоимость	Сумма фактических затрат на приобретение, создание, улучшение	Наименьшая из двух величин: - фактическая себестоимость; - чистая стоимость продажи	
Отражение в бухгалтерском балансе	1. Первоначальная (восстановительная) стоимость за минусом амортизации и обесценения. 2. Переоцененная стоимость, соответствующая справедливой	Сумма фактических затрат за минусом накопленного обесценения	Принятая на бухгалтерских счетах 10, 11, 41, 43 и др. оценка за вычетом резерва под снижение стоимости материальных ценностей. Вариантами являются фактическая себестоимость, себестоимость, исчисленная по прямым затратам, нормативная (плановая) себестоимость, справедливая стоимость	

Представленные в таблице 2 варианты оценки формируются в бухгалтерском учете по правилам, предусмотренным соответствующими федеральными стандартами бухучета 5, 6 и 26.

Общий подход к определению первоначальной оценки биологических активов животноводства предполагает формирование стоимости животного на основе фактических затрат, связанных с приобретением данного биологического актива или его выращиванием.

Состав фактических затрат, включаемых в стоимость биологического актива (животного), определяется способом его поступления в организацию (приобретением, самостоятельным выращиванием, иным образом).

Основные затраты, включаемые в стоимость биологического актива животноводства в зависимости от способа поступления на предприятие АПК, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Состав затрат, формирующих первоначальную оценку биологических активов животноводства

Способ поступления	Состав включаемых в стоимость биологического актива затрат	
Приобретение животного за плату (покупка)	Подлежащая уплате поставщику (продавцу) стоимость животного без НДС и других возмещаемых налогов, но с учетом скидок, уступок, вычетов, премий, льгот вне зависимости от формы их предоставления. Затраты, связанные с доставкой животного, и возникающие при его приобретении сопутствующие затраты. При признании животного инвестиционным активом – подлежащие уплате проценты по заемным средствам, привлеченным для приобретения животного. Оценочные обязательства, сформированные в связи с приобретением биологического актива животноводства	
Приобретение животного по договорам, предусматривающим исполнение обязательств (оплату) полностью или частично неденежными средствами (договор мены)	Справедливая стоимость передаваемых имущества, имущественных прав, работ, услуг, определяемая согласно IFRS 13, т. е. цена, потенциально подлежащая получению при продаже передаваемого актива в ходе обычной сделки между участниками рынка. При невозможности определения справедливой стоимости переданного имущества, имущественных прав применяется справедливая стоимость полученного животного. При невозможности определения справедливой стоимости и переданного и полученного имущества применяется балансовая стоимость переданного имущества, работ, услуг. Иные затраты, связанные с приобретением по аналогии с покупкой	
Выращивание животного	Элементы затрат	1) материальные затраты; 2) затраты на оплату труда; 3) страховые взносы в социальный фонд; 4) амортизация; 5) прочие затраты
	Статьи затрат	1) оплата труда рабочих животноводства с отчислениями на социальные нужды; 2) корма; 3) средства защиты животных; 4) содержание основных средств; 5) стоимость работ и услуг; 6) подлежащие уплате проценты по заемным средствам, привлеченным для выращивания животных в случае их признания инвестиционными активами; 7) оценочные обязательства, сформированные в связи с выращиванием животных; 8) косвенные производственные затраты животноводства
Безвозмездное поступление (по договору дарения)	Справедливая стоимость полученного животного, определяемая по аналогии с поступлением по неденежным договорам. Иные затраты, связанные с безвозмездным поступлением	

Важным аспектом приобретения в целях формирования оценки биологических активов животноводства являются условия отсрочки/рассрочки платежа на продолжительный период. В случае, если условия приобретения актива включают данное положение, то предприятию АПК необходимо оценить, какая стоимость подлежала бы уплате продавцу животного при отсутствии отсрочки/рассрочки, т. е. при немедленной оплате, так как указанная стоимость, как правило, ниже стоимости, уплачиваемой с отсрочкой. Для этих целей могут быть использованы прайс-листы, коммерческие предложения, данные органов статистики или иная информация, доступная предприятию АПК. При отсутствии доступной информации может быть использован механизм дисконтирования, предполагающий, что отсрочка является своеобразной формой кредита, потенциально возможного к получению на сопоставимых условиях. Исходя из данных сопоставимых условий определяется ставка дисконтирования, с учетом которой определяется так называемая цена немедленной оплаты.

В случае приобретения животного (независимо от способа приобретения) для дальнейшего использования в агропромышленной деятельности в качестве основных средств (молочные коровы, вьючные животные и др.) формирование первоначальной стоимости осуществляется путем аккумулирования затрат, приведенных в таблице 3 на бухгалтерском счете 08 с дальнейшим переводом первоначальной стоимости объекта биологических активов на счет 01 «Основные средства».

При калькулировании себестоимости животных, подлежащих учету в составе запасов, в частности предназначенных для дальнейшей реализации, можно воспользоваться методикой калькулирования фактической себестоимости, схематично представленной на рисунке.



Схема калькулирования фактической себестоимости биологических активов животноводства

Если учетная политика сельскохозяйственного предприятия предполагает учет продукции животноводства по нормативной, плановой себестоимости, то, как отмечает Н.Г. Мамушкина, «... плановую себестоимость продукции определяют на основе технологических карт по культурам и видам скота по статьям затрат с учетом необходимого перечня работ, почвенно-климатических условий хозяйства, обоснованных норм расхода материальных ресурсов и нормативов затрат труда и финансовых средств с учетом рационального использования земли и основных фондов, применения прогрессивных агрозоотехнических и организационных мероприятий» [16]. Отклонение фактической себестоимости от плановой (нормативной) себестоимости подлежит отнесению на расходы в состав себестоимости продаж (в отчете о финансовых результатах). При этом плановая (нормативная) себестоимость должна оперативно пересматриваться в случае существенного изменения факторов, влияющих на ее формирование, в частности стоимости кормов, ставок оплаты труда персонала и др.

В отличие от ранее действующих норм бухгалтерского законодательства сформированная первоначальная оценка биологических активов животноводства может пересматриваться, например в случаях изменения величины оценочного обязательства, величина которого учтена в стоимости соответствующих животных, предоставлении ретро-скидок и др. Кроме того, соответствующие стандарты учета предусматривают

различные варианты последующей оценки данных активов. В частности, при признании животных (основного стада) в составе основных средств, последующая их оценка может осуществляться: 1) по первоначальной стоимости; 2) по переоцененной стоимости.

Анализ учетной политики ряда сельскохозяйственных организаций (по данным открытой отчетности) показал, что учет основного стада животных по первоначальной стоимости в практике отечественных предприятий является преобладающим. Стоимость данных биологических активов погашается путем начисления амортизации в течение срока их полезной службы. В российской практике наиболее обоснованным является установление срока полезного использования в зависимости от продуктивности скота. В частности, наибольшая продуктивность коров наблюдается до достижения возраста пяти лет, в дальнейшем продуктивность существенным образом снижается, а процент выбраковки – повышается. Особенности определения срока полезной службы подробно описаны в работе Т.А. Пузыни, которая обосновывает наибольшую эффективность начисления амортизации способом пропорционально объему продукции и распределения годовых сумм амортизационных отчислений в отношении амортизации коров на молоко (10 месяцев) и приплод (2 месяца) [18].

Одной из существующих проблем начисления амортизации на сегодняшний день является определение ликвидационной стоимости всех основных средств, а не только животных. По мнению Д.Ю. Корнилова, «... балансовая (первоначальная) стоимость животных основного стада полностью возмещается ликвидационной стоимостью их, т. е. денежной выручкой от реализации мяса выбракованного скота» [14], однако указанную потенциальную к получению выручку необходимо определить на момент принятия животного к учету, а выручка сельскохозяйственных предприятий из года в год может колебаться в зависимости от природных, сырьевых и политических факторов. В работе [18] Т.А. Пузыня приводит тезис, что «... ликвидационная стоимость животного в среднем равна 10%». Однако ряд организаций АПК используют право установить ликвидационную стоимость равную нулю в силу невозможности достоверного определения стоимости на момент принятия к учету, что не противоречит правилам ФСБУ 6/2020.

Вторая модель учета основана на проведении переоценки животных таким образом, чтобы их балансовая стоимость на отчетную дату существенным образом не отличалась от справедливой стоимости. В отношении определения справедливой стоимости следует выделить работу М.А. Коровиной, отмечающей следующее: «... для оценки справедливой стоимости молочных коров основного стада наиболее предпочтительным является метод капитализации прибыли, так как прогноз будущих денежных потоков в данном случае не является долгосрочным, а будущие доходы будут равны текущим» [15]. Однако определение справедливой стоимости на практике является достаточно трудоемким и затратным процессом. Как показал анализ положений учетной политики ряда организаций АПК, в большинстве случаев переоценка биологических активов животноводства сельскохозяйственными организациями не производится.

Если в отношении переоценки биологических активов животноводства сельскохозяйственное предприятие обладает правом на ее проведение, то в отношении проверки на обесценение основного стада как объекта основных средств ФСБУ 6/2020 устанавливает обязанность такой проверки. Аналогичная норма применима и к животным на выращивании и откорме, если предприятие приняло решение об учете данных животных в составе капитальных вложений. Проверка на обесценение должна осуществляться согласно МСФО (IAS) 36 «Обесценение активов» [17], при этом ключевыми признаками обесценения, согласно стандарту, является ситуация, когда возмещаемая стоимость биологического актива окажется ниже его балансовой стоимости. Применительно к животным, по мнению М.Е. Гребневой, признаками обесценения являются снижение продуктивности, нарушение репродуктивных свойств и здоровья животных, вероятность инфекционных заболеваний, падежа и др. [6]. В указанном случае необходимо оценить возмещаемую стоимость животного на основе потенциальных денежных

потоков, подлежащих получению при продолжении его использования в сельскохозяйственной деятельности с учетом дисконтирования, и отразить обесценение в составе прочих расходов отчета о финансовых результатах.

В сходном с вышеуказанной методикой порядке необходимо проверять на обесценение животных, учитываемых в составе запасов либо долгосрочных активов к продаже, но в данном случае необходимо определение не возмещаемой стоимости в результате использования животного, а потенциально возможной цены продажи либо стоимости сдачи на мясо. При определении данной стоимости необходимо учитывать рыночные факторы, зависящие в сельском хозяйстве от закупочных цен, погодных условий, стоимости кормов и т. п., а также расходы, которые необходимо будет осуществить при продаже животного либо при его забое и сдаче на мясо. Резерв под снижение стоимости животных, согласно Плану счетов бухучета, подлежит отражению на счете 14 с отнесением суммы также в состав прочих расходов. В бухгалтерском балансе стоимость животных подлежит отражению за вычетом созданного резерва, что позволяет пользователям оценить реальную стоимость, возможную к получению в случае необходимости обращения взыскания на активы агропредприятия.

Выводы

Рассмотренные в настоящей работе новации бухгалтерского законодательства применительно к биологическим активам животноводства обнаружили необходимость уточнения методики их учета, поскольку должен быть соблюден принцип непротиворечивости нормативной базы и недопустимости противоречия отраслевых стандартов и рекомендаций нормам федеральных стандартов бухучета.

Важную роль при выборе способа оценки и методики учета животных играет учетная политика сельскохозяйственной организации, поскольку действующие федеральные стандарты содержат ряд вариантов учета, из которых агропредприятие имеет возможность выбрать наиболее оптимальный. При этом при анализе деятельности предприятия АПК и расчете финансовых показателей эффективности для целей управления необходимо учитывать методику отражения в учете балансовых показателей, поскольку, например, при применении старого порядка учета животных на выращивании и откорме в составе запасов существенным образом могут быть затронуты показатели ликвидности организации, показатели собственных оборотных средств, оборачиваемости запасов и др. Также методика исчисления себестоимости животных, учитываемых в составе запасов, должна быть детализирована с учетом принципов ФСБУ 5 в части распределения косвенных затрат по объектам калькулирования, в части признания оценочных обязательств и процентов по заемным средствам, привлеченным для создания инвестиционных активов, в стоимости запасов. Указанные направления совершенствования следует обозначить в качестве тренда научных исследований в данной предметной области.

Выводы и предложения, обозначенные в настоящей работе, позволяют предприятиям АПК формировать более репрезентативную информацию о биологических активах животноводства и обеспечить информационную базу для принятия тактических и стратегических решений, направленных на повышение эффективности деятельности агропредприятия, улучшения его результативности и финансовой устойчивости и, соответственно, на укрепление продовольственной безопасности РФ.

Список источников

1. Береза А.О. Учет биологических активов по МСФО // Совершенствование учетно-информационного обеспечения управленческих решений хозяйствующих субъектов на основе парадигмы устойчивого развития: сборник трудов по материалам конференции Финуниверситета при Правительстве Российской Федерации. Москва: Русайнс, 2016. С. 49–51.
2. Валиев А.Р., Низамов А.Р., Сафин Р.И. и др. Приоритеты развития агропромышленного комплекса и задачи аграрной науки и образования // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 1(65). С. 97–107. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-97-107.

3. Гасанов М.Ю. Бухгалтерский учет биологических активов в соответствии с МСФО 41 «Сельское хозяйство» // Бухучет в сельском хозяйстве. 2014. № 4. С. 24–30.
4. Гетьман В.Г. Бухгалтерский учет в России: проблемы совершенствования его концептуальных основ и подготовки кадров // Все для бухгалтера. 2012. № 6. С. 2–20.
5. Городилов М.А. ФСБУ 5/2019 «Запасы»: анализ концептуальных изменений // Международный бухгалтерский учет. 2020. Т. 23, № 8. С. 844–863. DOI: 10.24891/ia.23.8.844.
6. Гребнева М.Е., Привало О.Е. Особенности оценки и анализа основных фондов биогенного характера // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. Т. 5, № 5. С. 24–26.
7. Дружиловская Т.Ю., Дружиловская Э.С. ФСБУ 6/2020: решенные вопросы бухгалтерского учета основных средств и сохраняющиеся дискуссионные аспекты // Учет. Анализ. Аудит. 2021. Т. 8, № 1. С. 48–61. DOI: 10.26794/2408-9303-2021-8-1-48-61.
8. Елисеева О.В. Учет основных средств в соответствии с новым федеральным стандартом ФСБУ 6/2020 «Основные средства» // Вестник Российского университета кооперации. 2021. № 1(43). С. 34–38.
9. Жминько Н.С., Васильев В.П. Бухгалтерский учет в животноводстве: учебное пособие. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2018. 148 с.
10. Залалтдинов М.М. Учетно-аналитическое обеспечение управления финансовыми результатами сельскохозяйственных организаций в системе интеграции молочного подкомплекса: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.12. Казань, 2004. 267 с.
11. Кваша О.В., Чернявская С.А., Власенко Е.А. и др. Бухгалтерский учет затрат и калькулирование себестоимости продукции животноводства // Актуальные вопросы экономики и менеджмента: сборник научных статей. Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2015. С. 19–21.
12. Кесян С.В., Кузнецова Н.В., Каменева С.С. и др. Отличительные особенности учета биологических активов в соответствии с МСФО и РСБУ // Вестник Академии знаний. 2021. № 5(46). С. 176–183.
13. Козлов В.В. Бухгалтерский учёт в птицеводстве: управленческий аспект: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.12. Новосибирск, 2008. 249 с.
14. Корнилов Ю.Д. К вопросу об амортизации продуктивных животных // Ученые записки Витебского ветеринарного института. Минск: Урожай, 1968. Т. 20: Зооветеринарная наука – производству. С. 304–308.
15. Коровина М.А. Оценка справедливой стоимости коров основного стада молочного животноводства в рамках доходного подхода // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 91. С. 1249–1258.
16. Мамушкина Н.В. Особенности организации учета затрат и контроля продукции животноводства // Вестник НГИЭИ. 2011. Т. 1, № 1(2). С. 165–170.
17. Попов А.Ю. Оценка влияния новых федеральных стандартов бухгалтерского учета на индикаторы экономической безопасности субъектов бизнеса // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2022. Т. 17. № 4. С. 487–502. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-4-487-502.
18. Пузыня Т.А. Методика начисления амортизации по продуктивному скоту // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2012. № 1. С. 160–164.
19. Терехов А.М. Бухгалтерский учет и оценка биологических активов в сельскохозяйственных организациях: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.12. Нижний Новгород, 2014. 273 с.
20. Чернова Ю.В. Информация о реализации продукции животноводства и затратах на ее производство в бухгалтерской отчетности // Бухучет в сельском хозяйстве. 2014. № 2. С. 62–77.
21. Шарапова Н.В., Шарапова В.М., Горбунова О.С. Повышение эффективности производства молока в Свердловской области // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 5. С. 397–408. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_5_25.
22. Drastig K., Vellenga L., Qualitz G. et al. Accounting for livestock water productivity: How and why? Food & Agriculture Organization of the United Nations (Land and Water Discussion Papers). Rome: FAO, 2021. Vol. 14. 58 p. DOI:10.4060/ca7565en.
23. Golshani F., Asgharipour M.R., Ghanbari A. et al. Environmental accounting for croplands, livestock husbandry, and integrated systems based on emergent indicators // Energy, Ecology and Environment. 2022. Vol. 8. Pp. 28–49.
24. Sharma R.S. Accounting for agriculture // International Journal of Recent Research and Review. 2012. Vol. 2(1). Pp. 62–66.

References

1. Bereza A.O. Accounting of biological assets under IFRS. Improvement of accounting and information support of management decisions of economic entities based on the paradigm of sustainable development: a collection of papers based on the materials of the conference of the Financial University under the Government of the Russian Federation. Moscow: Rusains Publishers; 2016:49-51. (In Russ.).
2. Valiev A.R., Nizamov R.M., Safin R.I. et al. Priorities of Agro-Industrial Complex development and the targets of agrarian science and education. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2022;17(1):97-107. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-97-107. (In Russ.).
3. Gasanov M.Yu. Accounting of biological assets in accordance with IFRS 41 “Agriculture”. *Accounting in Agriculture*. 2014;4:24-30. (In Russ.).
4. Getman V.G. Accounting in Russia: problems of improving its conceptual foundations and personnel training. *Accountant Supplies*. 2012;6:2-20. (In Russ.).
5. Gorodilov M.A. Russian accounting standard 5/2019 “Inventories”: an analysis of conceptual changes. *International Accounting*. 2020;23(8):844-863. DOI: 10.24891/ia.23.8.844. (In Russ.).

6. Grebneva M.E., Privalo O.E. Features of assessment and analysis of biogenic fixed assets. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2011;5(5):24-26. (In Russ.).
7. Druzhilovskaya T.Yu., Druzhilovskaya E.S. FAS 6/2020: resolved issues of accounting for property, plant and equipment and ongoing controversial aspects. *Accounting. Analysis. Audit*. 2021;8(1):48-61. DOI: 10.26794/2408-9303-2021-8-1-48-61. (In Russ.).
8. Eliseeva O.V. Fixed assets accounting in accordance with the new Russian Accounting Standard 6/2020 "Fixed Assets". *Vestnik of the Russian University of Cooperation*. 2021;1(43):34-38. (In Russ.).
9. Zhminko N.S., Vasiliev V.P. Accounting in animal husbandry: study guide. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Publishers; 2018:148p. (In Russ.).
10. Zalaltdinov M.M. Accounting and analytical support of financial results management of agricultural organizations in the dairy subcomplex integration system: Candidate Dissertation on Economic Sciences: 08.12.00. Kazan; 2004:267p. (In Russ.).
11. Kvasha O.V., Chernavskaya S.A., Vlasenko E.A. et al. Cost accounting and calculation of the cost of livestock products. Current issues of economics and management: a collection of scholarly papers. Moscow: Moscow Witte University Publishers; 2015:19-21. (In Russ.).
12. Kesyana S.V., Kuznetsova N.V., Kameneva S.S. et al. Distinctive features of accounting for biological assets in accordance with IFRS and RAS. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2021;5(46):176-183. (In Russ.).
13. Kozlov V.V. Accounting in poultry farming: managerial aspect: Candidate Dissertation on Economic Sciences: 08.00.12. Novosibirsk; 2008. 249 p. (In Russ.).
14. Kornilov Yu.D. On the issue of depreciation of productive animals. Vitebsk Veterinary Institute Scholarly Notes. Minsk: Urozhay Publishers, 1968. Vol. 20: Veterinary science in active service with production: 304-308. (In Russ.).
15. Korovina M.A. Assessment of fair value of cows of the main herd in dairy farming in the income approach. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2013;91:1249-1258. (In Russ.).
16. Mamushkina N.V. Features of the organization of accounting of expenses of production of animal industries. *Bulletin NGIEI*. 2011;1(1):165-170. (In Russ.).
17. Popov A.Yu. Impact evaluation of new federal accounting standards on economic security indicators for business entities. *Perm University Herald. Economy*. 2022;17(4):487-502. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-4-487-502. (In Russ.).
18. Puzynja T.A. Technique of charge of amortization on productive cattle. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2012;1:160-164. (In Russ.).
19. Terekhov A.M. Accounting and evaluation of biological assets in agricultural organizations: Candidate Dissertation on Economic Sciences: 08.00.12. Nizhny Novgorod; 2014. 273 p. (In Russ.).
20. Chernova Yu.V. Information about sales of livestock and the cost of its production in the financial statements. *Accounting in Agriculture*. 2014;2:62-77. (In Russ.).
21. Sharapova N.V., Sharapova V.M., Gorbunova O.S. Increasing the efficiency of milk production in Sverdlovsk region. *International Agricultural Journal*. 2022;5:397-408. DOI: 10.55186/25876740_2022_6_5_25. (In Russ.).
22. Drastig K., Vellenga L., Qualitz G. et al. Accounting for livestock water productivity: How and why? Food & Agriculture Organization of the United Nations (Land and Water Discussion Papers). Rome: FAO; 2021;14:58. DOI:10.4060/ca7565en.
23. Golshani F., Asgharipour M.R., Ghanbari A. et al. Environmental accounting for croplands, livestock husbandry, and integrated systems based on energetic indicators. *Energy, Ecology and Environment*. 2022;8:28-49.
24. Sharma R.S. Accounting for agriculture. *International Journal of Recent Research and Review*. 2012; 2(1):62-66.

Информация об авторах

А.Ю. Попов – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», prepodpopov@yandex.ru.

А.Ю. Чепулянис – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», anthonas@yandex.ru.

Information about the authors

A.Yu. Popov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Ural State University of Economics, prepodpopov@yandex.ru.

A.Yu. Chepulyanis, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Ural State University of Economics, anthonas@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 10.01.2024; одобрена после рецензирования 15.02.2024; принята к публикации 23.02.2024.

The article was submitted 10.01.2024; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 23.02.2024.

© Попов А.Ю., Чепулянис А.В., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 336.62

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_197

EDN: RLNVSX

**Развитие методологии учета нематериальных активов
в контексте новых федеральных стандартов**

**Наталья Алексеевна Лытнева^{1✉}, Людмила Анатольевна Запорожцева²,
Зинаида Петровна Медеяева³, Мария Борисовна Чиркова⁴,
Евгения Александровна Кыштымова⁵**

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации – Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, Орел, Россия

^{2, 3, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

⁵ Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия

[✉] ukap-lytneva@yandex.ru

Аннотация. К видам имущества, находящегося на балансе организации, относятся нематериальные активы, которые выполняют важную роль в обеспечении функционирования бизнеса, повышении уровня капитализации капитала, создании и поддержании имиджа и конкурентоспособности организации посредством создания своего бренда, использования торговых знаков и торговых марок. Особую значимость эти объекты приобретают в условиях цифровизации, в связи с расширением возможностей применения компьютерных технологий, автоматизированных систем, информационных баз данных. Рассмотрены направления развития методологии бухгалтерского учета нематериальных активов, особенности признания и принятия к учету при применении новых федеральных стандартов, регламентирующих оценку нематериальных активов на разных стадиях жизненного цикла объектов, учетные процедуры, связанные с движением объектов, способы оценки и отражения в бухгалтерской (финансовой) отчетности. Раскрыты способы формирования стоимости нематериальных активов при переходе права собственности на объекты, передаче в аренду, ликвидации нематериальных активов, а также порядок учета капитальных затрат, образующих первоначальную стоимость объектов в результате приобретения нематериальных активов или строительства, в соответствии с федеральными стандартами. Даны рекомендации по организации бухгалтерского учета амортизационных отчислений с применением различных методов, совершенствованию методологии учета нематериальных активов в условиях реформирования системы бухгалтерского учета, формированию их стоимости для отражения в бухгалтерской отчетности. Раскрыт порядок установления лимита стоимости для признания объектов в составе нематериальных активов, определения срока пользования для эффективного распределения затрат по приобретению и принятию к учету нематериальных активов.

Ключевые слова: учет, стандарты, стоимость, отчетность, нематериальные активы, амортизация, капитальные затраты

Для цитирования: Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Медеяева З.П., Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А. Развитие методологии учета нематериальных активов в контексте новых федеральных стандартов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 197–208. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_197-208.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Development of methodology for intangible assets
accounting in the context of new Russian standards**

**Natalia A. Lytneva^{1✉}, Lyudmila A. Zaporozhtseva², Zinaida P. Medelyaeva³,
Maria B. Chirkova⁴, Evgenia A. Kyshtymova⁵**

¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration – Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP, Orel, Russia

^{2, 3, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

⁵ Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, Orel, Russia

[✉] ukap-lytneva@yandex.ru

Abstract. The types of property on the organization's balance sheet include intangible assets, which play an important role in ensuring the functioning of the business, increasing the level of capitalization of capital, creating and maintaining the image and competitiveness of the organization through the creation of its brand, the use of trademarks and trademarks. These objects acquire particular significance in the context of digitalization, due to the increasing possibility of using computer technologies, automated systems, and information databases. The article discusses the directions of development of the accounting methodology for intangible assets, features of recognition and acceptance for accounting in the conditions of application of new federal standards regulating the assessment of intangible assets at different stages of the life cycle of objects, accounting procedures related to the movement of objects, methods of evaluation and reflection in accounting (financial) reporting. Methods for forming the value of intangible assets during the transfer of ownership of objects, lease, and liquidation of intangible assets are revealed. The procedure for accounting for capital costs in accordance with federal standards that form the initial cost of objects as a result of the acquisition of intangible assets or construction is covered. Recommendations are given on organizing accounting for depreciation charges using various methods, improving the methodology for accounting for intangible assets in the context of reforming the accounting system, and forming their value for reflection in the financial statements. The procedure for establishing a value limit for recognizing objects as part of intangible assets, determining the period of use for the effective distribution of costs for the acquisition and accounting of intangible assets is disclosed.

Keywords: accounting, standards, cost, reporting, intangible assets, depreciation, capital costs

For citation: Lytneva N.A., Zaporozhtseva L.A., Medelyaeva Z.P., Chirkova M.B., Kyshtymova E.A. Development of methodology for intangible assets accounting in the context of new Russian standards. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):197-208. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_197-208.

Реформирование системы бухгалтерского учета вызвано необходимостью максимального сближения российской системы учета с международными правилами ведения бухгалтерского учета и составления отчетности, что проявляется посредством последовательного введения новых федеральных стандартов, регулирующих правила признания, оценки и отражения в учете активов и обязательств. Изменение правового поля в системе бухгалтерского учета делает необходимым совершенствование методологии бухгалтерского учета фактов хозяйственной деятельности, связанных с движением капитала, формированием стоимости имущества, оценкой капитальных вложений, определением финансовых результатов. Одной из новаций является изменение системы учета нематериальных активов, требования к формированию информации в бухгалтерском учете о которых устанавливает Федеральный стандарт бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы», утвержденный Минфином РФ с обязательным применением с 1 января 2024 года [11].

Принятым стандартом внесены изменения в правила оценки объектов нематериальных активов, а также способы и приемы их признания в бухгалтерском учете, которые требуют разработки учетных процедур, способствующих отражению формирования разных видов стоимости объектов в зависимости от этапа их жизненного цикла. В связи с этим целью исследования является изучение положений ФСБУ 4/2022 для создания новой методики учета нематериальных активов, отражения учетной информации на счетах бухгалтерского учета по сформированной стоимости объектов, необходимой для управления эффективным их использованием в бизнес-процессах организаций.

В качестве методов исследования бухгалтерского учета нематериальных активов использованы такие, как двойная запись, документирование, бухгалтерская отчетность. Сравнительный анализ содержания ПБУ 14/2007 и ФСБУ 14/2022 свидетельствует об изменении признаков, согласно которым объект может быть отнесен к нематериальным активам (рис. 1).

В отличие от ПБУ 14/2007, в новом стандарте не предусмотрен признак неотнесения объекта к нематериальным активам в случае планирования его продажи в течение 12 месяцев [2]. Стандарт подобную версию трактует по-иному и указывает, что его положения не распространяются на объекты, которые заведомо создаются для перепродажи.



Рис. 1. Признаки, характеризующие нематериальные активы по ФСБУ 14/2022

Дополнительным критерием, используемым для установления порядка отнесения объектов к нематериальным активам, является лимит их стоимости. Если прежним ПБУ 14/2007 не предусматривалось установление лимита, то в соответствии с ФСБУ 14/2022 размер лимита предприятие определяет самостоятельно, исходя из масштаба и специфики деятельности предприятия, существенности информации об объектах нематериальных активов с последующим утверждением учетной политикой. При этом необходимо учитывать принцип принадлежности нематериальных активов предприятию [6]: если объект по праву приобретения принадлежит нескольким организациям, то нематериальный актив признается объектом учета у всех организаций. В случае, когда нематериальный актив принадлежит ряду организаций и физическим лицам, то он является объектом учета каждой организации [10].

Например, учетной политикой организации лимит стоимости объектов, относящихся к нематериальным активам, установлен в сумме 100 000 руб. В текущем периоде был приобретен торговый знак, изготовленный сторонней организацией, стоимостью 70 000 руб. В бухгалтерском учете такой объект не признается в составе нематериальных активов, поскольку его стоимость ниже установленного лимита, хотя по признакам соответствует их составу. Следовательно, объект не отражается на счете 04 «Нематериальные активы», его стоимость признается в составе текущих расходов в том периоде, в котором были завершены капитальные вложения по приобретению.

Таким образом, не все активы, имеющие признаки нематериальных активов, могут быть признаны в их составе (рис. 2).



Рис. 2. Классификация объектов по признаку признания в составе нематериальных активов

Дискуссионным положением нового стандарта по объектам нематериальных активов является непризнание в их составе результатов средств индивидуализации, а также интеллектуальной деятельности, созданной самой организацией. Это связано с отсутствием раздельного учета затрат на создание таких объектов. Вместе с тем такая возможность может возникнуть в том случае, когда организацией разработана методика

учета капитальных вложений в создание объекта нематериальных активов. Для организации учета затрат может быть использована система субконто к синтетическим счетам по учету затрат.

Для целей бухгалтерского учета нематериальные активы оцениваются по первоначальной стоимости [1], которая определяется суммой капитальных вложений на приобретение или создание объекта до момента признания в учете. После признания в учете объекты оцениваются либо по первоначальной стоимости, либо по переоцененной (рис. 3).

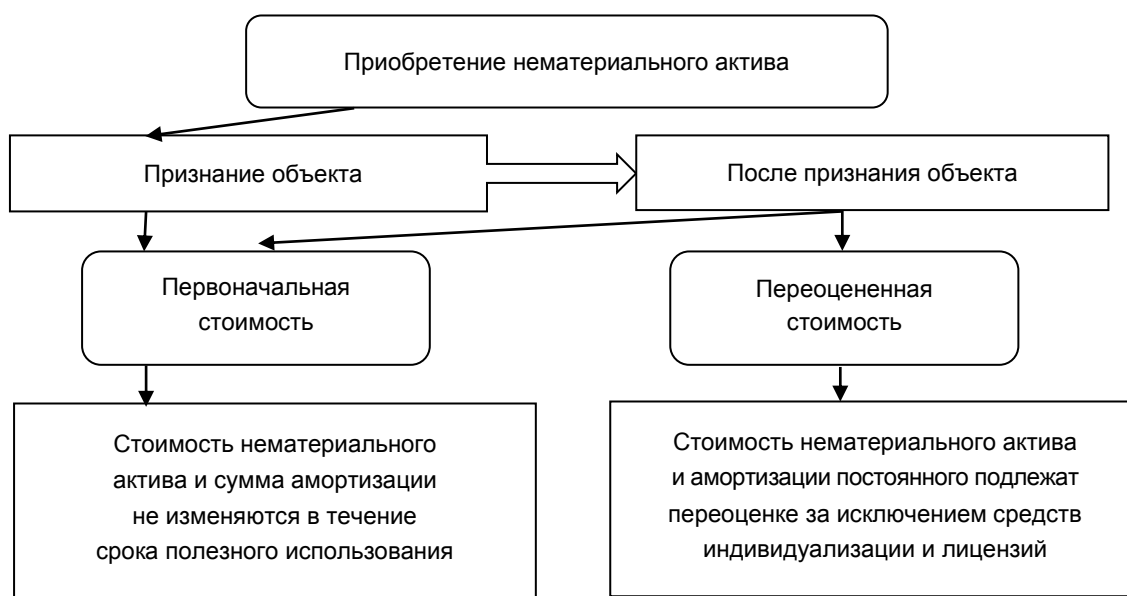


Рис. 3. Способы оценки нематериальных активов в бухгалтерском учете

Состав капитальных вложений, который может включаться в первоначальную стоимость нематериального актива, определяется ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения» [9]. Капитальные вложения в нематериальные активы – это не что иное, как затраты, связанные с приобретением, созданием или улучшением объекта, которые включают:

- затраты на приобретение или создание объекта, в том числе при осуществлении НИОКР;
- затраты на приобретение материальных ресурсов, использованных для создания или улучшения нематериальных активов;
- затраты на приобретение прав индивидуализации и результаты интеллектуальной деятельности;
- затраты, связанные с приобретением, продлением, переоформлением прав на осуществление лицензионных видов деятельности;
- затраты, связанные с суммой, оплаченной правообладателю за приобретенный объект нематериальных активов.

Формирование первоначальной стоимости нематериального актива осуществляется в бухгалтерском учете на основе первичных документов с применением счета 08.05 «Приобретение нематериальных активов» с последующим признанием в учете и отражением в составе нематериальных активов [5]. Стоимость затрат учитывается без входного НДС.

Пример. Согласно договору на создание товарного знака, исполнителем выставлен счет-фактура на стоимость изготовленного объекта 180 000 руб., в том числе НДС 30 000 руб.

Стоимость консультационных услуг по созданию товарного знака составила 12 000 руб., в том числе НДС 2 000 руб.

Товарный знак представлен исполнителем в печатном виде и на флешке, стоимость которой 1 000 руб.

Затраты на регистрацию товарного знака составили 47 000 руб.

Сделка по приобретению актива полностью оплачена.

Учетной политикой предприятия установлен лимит стоимости нематериальных активов в сумме 100 000 руб.

В бухгалтерском учете формирование первоначальной стоимости и принятие нематериального актива отражаются записями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1. Бухгалтерские записи по формированию первоначальной стоимости нематериального актива

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Отражена сумма капитальных вложений по приобретению товарного знака без НДС	08.5	60	$180\,000 - 30\,000 = 150\,000$
Отражена сумма входного НДС от стоимости товарного знака	19.2	60	30 000
Стоимость консультационных услуг по созданию товарного знака отражена в составе капитальных вложений без НДС	08.5	60	$12\,000 - 2\,000 = 10\,000$
Отражена сумма входного НДС от стоимости консультационных услуг	19.2	60	2 000
Приняты к учету в составе капитальных вложений по приобретению товарного знака затраты на регистрацию	08.5	76	47 000
Отражена в составе капитальных вложений стоимость флешки (материального носителя)	08.5	60	1 000
Признан в бухгалтерском учете по первоначальной стоимости нематериальный актив в виде товарного знака, которая превышает установленный лимит	04	08.5	$150\,000 + 10\,000 + 47\,000 + 1\,000 = 208\,000$
Предъявлена к возмещению из бюджета сумма входного НДС по приобретенному объекту	68	19.2	$30\,000 + 2\,000 = 32\,000$
Произведена оплата исполнителю по договору за изготовленный товарный знак	60	51	$180\,000 + 12\,000 + 1\,000 = 193\,000$
Произведена оплата патентному бюро за регистрацию товарного знака	76	51	47 000

Одним из видов капитальных затрат в приведенном примере является стоимость материального носителя – флешки стоимостью 1 000 руб. Согласно новому ФСБУ 14/2022 организация может принять решение отделить материальный носитель от стоимости нематериального актива.

В составе материальных носителей могут учитываться: диски, флешки, подставки, щиты, оборудование и установки, на которых размещены объекты. Способ учета материальных носителей нематериальных активов закрепляется учетной политикой. При варианте отделения материальных носителей от нематериального актива предварительно необходимо определить сформированную его стоимость, которая характеризуется суммой капитальных вложений в его приобретение или создание. При этом стоимость созданного или приобретенного объекта материального носителя, по которому не предоставляется возможность определить фактические затраты, оценивается по справедливой стоимости. Условием отделения материального носителя является соблюдение ограничения по стоимости, она не должна превышать первоначальную стоимость нематериального актива.

Возвращаясь к условию вышеприведенного примера, при варианте исключения материального носителя (флешки) из стоимости товарного знака, бухгалтерские записи будут составлены иначе (табл. 2).

Таблица 2. Бухгалтерские записи по признанию в учете материального носителя нематериальных активов

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Отражена в составе капитальных вложений стоимость флешки (материального носителя)	08.5	60	1 000
Признан материальный носитель – флешка в сумме фактических затрат в составе запасов	10.6	08.5	1 000
Признан в бухгалтерском учете по первоначальной стоимости нематериальный актив в виде товарного знака, которая превышает установленный лимит и уменьшена на стоимость материального носителя	04	08.5	$150\,000 + 10\,000 + 47\,000 + 1\,000 - 1\,000 = 207\,000$

По нашему мнению, учетной политикой организации может быть предусмотрена методика учета материального носителя нематериальных активов без предварительного включения затрат на его приобретение или создание в составе капитальных вложений на приобретение нематериального актива, что позволит сократить излишние бухгалтерские процедуры по счету 08.5 «Приобретение нематериальных активов».

Сформированная первоначальная стоимость объектов нематериальных активов может быть изменена в сторону увеличения на сумму капитальных вложений, связанных с улучшением объекта, изменением его первоначальных показателей. Изменение первоначальной стоимости происходит посредством признания капитальных вложений в стоимости объекта на момент их завершения.

При выборе способа оценки нематериальных активов после их признания по переоцененной стоимости, он будет применяться ко всей группе нематериальных активов, то есть переоценка должна проводиться регулярно. Предприятие самостоятельно осуществляет выбор периода переоценки: на дату составления промежуточной бухгалтерской отчетности, по полугодиям или один раз в год [4].

Необходимость переоценки связана с оценкой нематериального актива по справедливой стоимости, сформировавшейся на активном рынке, в связи с чем переоценке подлежат не все виды нематериальных активов. Переоценке не подлежат средства индивидуализации, лицензии и разрешения на осуществление определенного вида деятельности.

Понятие справедливой стоимости сформулировано в Международном стандарте финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости». Согласно стандарту под справедливой стоимостью следует понимать оценку объектов по рыночной информации, которая формируется исходя из рыночных сделок по аналогичным активам [7], точнее, по сделкам продажи актива по возможной цене реализации, которую обладатель может получить на рынке. Такая стоимость отражает реальную цену актива на определенный период.

Рекомендуемая модель бухгалтерского учета нематериальных активов регламентирована Международным стандартом финансовой отчетности (IAS) 38 «Нематериальные активы», что позволяет признавать в бухгалтерском учете нематериальные активы по стоимости, отличной от сформированной первоначальной, то есть по справедливой стоимости [7]. Оценка по переоцененной стоимости может осуществляться после признания объекта по первоначальной стоимости, сформированной при его приобретении или создании [8].

Однако не всегда по объектам, которые относятся к переоцениваемым, можно определить справедливую стоимость. В таком случае переоцененная стоимость будет равна первоначальной стоимости без ее изменения.

Для осуществления процесса переоценки нематериальных активов ФСБУ 14/2022 предусматривает два способа:

1) переоценка посредством пересчета первоначальной стоимости и пересчета накопленной за период использования объекта суммы амортизации, в результате балансовая стоимость нематериального актива должна соответствовать справедливой стоимости, сложившейся на рынке по аналогичным объектам;

2) переоценивается первоначальная стоимость, которую прежде уменьшают на сумму накопленной амортизации.

Первому варианту переоценки нематериального актива характерен пропорциональный пересчет каждого элемента актива отдельно: справедливой стоимости и амортизации. С этой целью целесообразно определить коэффициент пересчета как отношение справедливой стоимости к балансовой:

$$Rp = \frac{C_{na}^c}{C_{na}^b},$$

где Rp – коэффициент пересчета для переоценки объекта нематериального актива;

C_{na}^c – справедливая стоимость нематериального актива;

C_{na}^b – балансовая стоимость нематериального актива.

Определение балансовой стоимости нематериального актива сформулировано ФСБУ 14/2022 как разница между первоначальной (переоцененной) стоимостью, суммой накопленной амортизации на период переоценки и суммой накопленного обесценения.

Пример переоценки нематериальных активов по варианту 1

Предприятие применяет ФСБУ 14/2022 с 2022 г. Учетной политикой предприятия определен способ оценки нематериальных активов по переоцененной стоимости с периодичностью проведения переоценки раз в год при составлении бухгалтерской (финансовой) отчетности. Переоценке подлежит исключительное право пользования программным продуктом по итогам 2022–2023 гг. На период переоценки по активу сформированы показатели:

- первоначальная стоимость 240 000 руб. – сальдо счета 04 «Нематериальные активы»;

- сумма накопленной амортизации 55 000 руб. – сальдо счета 05 «Амортизация нематериальных активов»;

- справедливая стоимость объекта в 2022 г. – 210 000 руб.

- справедливая стоимость объекта в 2023 г. – 150 000 руб.

Бухгалтерские записи по результатам переоценки, которая в 2022 г. проводилась впервые по дооценке нематериального актива, затрагивают добавочный капитал.

При первом способе переоценки с пересчетом первоначальной стоимости и суммы амортизации по данным примера осуществляется определение балансовой стоимости актива:

$$240\,000 - 55\,000 = 185\,000 \text{ руб.}$$

Определяется коэффициент пересчета для переоценки:

$$Rp = 210\,000 / 185\,000 = 1,135.$$

Бухгалтерские записи по осуществлению переоценки при первом варианте осуществлены с учетом коэффициента пересчета (табл. 3).

Таблица 3. Бухгалтерские записи по осуществлению переоценки нематериального актива (вариант 1)

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Осуществлен пересчет первоначальной стоимости объекта	–	–	$240\,000 \times 1,135 = 272\,405$
Отражена в учете сумма дооценки первоначальной стоимости	04	83	$240\,000 \times 1,135 - 240\,000 = 48\,000$
Осуществлен пересчет суммы накопленной амортизации объекта	–	–	$55\,000 \times 1,135 = 62\,425$
Отражена в учете сумма дооценки амортизации	83	05	$55\,000 \times 1,135 - 55\,000 = 7\,425$
Балансовая стоимость после переоценки	–	–	$272\,400 - 62\,425 = 209\,975$

Сальдо счета 83 «Добавочный капитал» на конец 2022 г.:
 $48\,000 - 7\,425 = 40\,575$ руб.

По итогам 2023 г. произведена уценка нематериального актива, поскольку справедливая стоимость снизилась в результате изменения информации на рынке и составила 130 000 руб. Переоценка проводится аналогичным образом путем пересчета первоначальной стоимости и суммы накопленной амортизации. Сумма амортизации, начисленная за 2023 г., составила 35 000 руб. В бухгалтерском учете следует осуществить записи и расчеты по уценке нематериального актива с учетом результатов переоценки в 2022 г. (табл. 4).

Таблица 4. Бухгалтерские записи по осуществлению переоценки нематериального актива (вариант 2)

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Начислена амортизация по объекту нематериального актива за 2023 г.	20	05	35 000
Определена сумма накопленной амортизации – сальдо счета 05 на конец 2023 г.	–	–	$62\,425 + 35\,000 = 97\,425$
Определена балансовая стоимость нематериального актива (сальдо счета 04 – сальдо счета 05)	–	–	$272\,405 - 97\,425 = 174\,980$
Определяется коэффициент пересчета для уценки объекта	–	–	$130\,000 / 174\,980 = 0,743$
Осуществлен пересчет первоначальной стоимости объекта	–	–	$272\,405 \times 0,743 = 202\,397$
Отражена в учете сумма уценки первоначальной стоимости за счет добавочного капитала в сумме прошлой дооценки	83	04	48 000
Отражена в учете оставшаяся сумма уценки первоначальной стоимости, признанная в составе прочих расходов	91.2	04	$272\,405 - 202\,397 - 48\,000 = 22\,008$
Осуществлен пересчет суммы накопленной амортизации объекта	–	–	$97\,425 \times 0,743 = 72\,387$
Отражена в учете сумма дооценки амортизации за счет добавочного капитала в сумме прошлой дооценки	05	83	7 425
Отражена в учете оставшаяся сумма уценки накопленной амортизации, признанная в составе прочих доходов	05	91.2	$97\,425 - 72\,387 - 7\,425 = 17\,613$
Балансовая стоимость после уценки равна справедливой стоимости	–	–	$202\,397 - 72\,387 = 130\,010$

В случае, когда предприятие выбирает второй способ переоценки нематериальных активов, посредством пересчета первоначальной стоимости, уменьшенной на сумму накопленного износа, порядок бухгалтерских записей будет изменен. Используя данные примера по дооценке исключительного права на программный продукт в 2022 г., следует составить записи и расчеты, пользуясь таблицей 5.

Таблица 5. Пересчет первоначальной стоимости, уменьшенной на сумму накопленного износа

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Первоначальная стоимость уменьшена на сумму накопленной амортизации – получена балансовая стоимость объекта до переоценки	05	04	$240\,000 - 55\,000 = 185\,000$
Осуществлен пересчет балансовой стоимости объекта до соответствия справедливой стоимости	–	–	$185\,000 \times 1,135 = 209\,975$
Отражена в учете сумма дооценки балансовой стоимости объекта	04	83	$209\,975 - 185\,000 = 24\,975$

В продолжение примера в 2023 г. пересчет следует осуществлять с использованием суммы уценки балансовой стоимости по итогам 2022 г. (209 975 руб.) и суммы начисленной амортизации за год (35 000 руб.). Справедливая стоимость нематериального актива составила 130 000 руб.

Таблица 6. Пересчет балансовой стоимости объекта до соответствия справедливой стоимости

Содержание операции	Дебет	Кредит	Сумма, руб.
Определена балансовая стоимость нематериального актива с учетом начисленной амортизации за 2023 г.	–	–	$209\,975 - 35\,000 = 174\,975$
Осуществлен пересчет балансовой стоимости объекта до соответствия справедливой стоимости	–	–	$174\,975 \times 0,743 = 130\,006$
Отражена в учете сумма уценки балансовой стоимости объекта за счет добавочного капитала	84	04	24 975
Отражена в учете оставшаяся сумма уценки балансовой стоимости, признанная в составе прочих расходов	91.2	04	$174\,975 - 130\,006 - 24\,975 = 19\,994$

Таким образом, рассмотренные примеры наглядно демонстрируют преимущества каждого способа переоценки нематериальных активов. Второй способ позволяет сократить количество процедур по переоценке, пересчет осуществляется практически по балансовой стоимости. Однако при первом способе развернуто представлен пересчет первоначальной стоимости и накопленной амортизации. В связи с этим выбор представленного в ФСБУ 14/2022 способа переоценки нематериальных активов осуществляется предприятием самостоятельно с закреплением учетной политикой для целей бухгалтерского учета.

При любом из рассмотренных выше способов переоценки нематериальных активов сумма накопленного добавочного капитала по результатам дооценки объектов относится на сумму нераспределенной прибыли либо общей суммой при списании объекта нематериальных активов [3], либо последовательно по мере начисления амортизации по нематериальному активу в сумме, определяемой как положительная разница между суммой амортизации с учетом последней переоценки и величиной амортизации за этот же период без учета переоценок.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что внесенные изменения ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы» в систему бухгалтерского учета приводят к необходимости совершенствования методологии учета объектов нематериальных активов, к развитию способов признания активов в учете, совершенствованию учетных процедур по приобретению, созданию, использованию и выбытию нематериальных активов.

Список источников

1. Алборов Р.А., Хоружий Л.И., Ширококов В.Г., Кокорев Н.А. Учет нематериальных активов и амортизации их стоимости // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2002. № 4. С. 16–20.
2. Зимакова Л.А., Кулигина С.В., Шеина И.В. Организация обеспечения пользователей объективной информацией о состоянии нематериальных активов // Фундаментальные исследования. 2020. № 3. С. 43–47. DOI: 10.17513/fr.42697.
3. Кыштымова Е.А. Принципы формирования и оценка добавочного капитала в бухгалтерской (финансовой) отчетности коммерческих предприятий // Стратегия развития учетно-аналитических и контрольных систем в механизме управления современными бизнес-процессами коммерческих организаций. Международный экономический форум «Бакановские чтения». Орел: Полиграфическая фирма «Картуш», 2014. С. 50–58.
4. Леонова О.И., Малицкая В.Б. Концептуальные аспекты переоценки основных средств и ее влияние на налоговый учет сельскохозяйственных организаций // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 1(44). С. 85–89.
5. Лытнева Н.А., Кыштымова Е.А. Аудит нематериальных активов // Аудиторские ведомости. 2010. № 11. С. 23–25.
6. Мамашов К.А. Учет информационных потоков и совершенствование синтетического учета нематериальных активов компаний // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 10-2. С. 39–43. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10807.
7. Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 13 «Оценка справедливой стоимости»: Приказ Минфина России от 28.12.2015 № 217н [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=326168> (дата обращения: 10.12.2023).
8. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 38 «Нематериальные активы»: Приказ Минфина России от 28.12.2015 № 217н [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=371229> (дата обращения: 10.12.2023).
9. Об утверждении Федеральных стандартов бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020 «Основные средства» и ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения»: Приказ Минфина России от 17 сентября 2020 г. № 204н [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=427268> (дата обращения: 10.12.2023).
10. Тишин А.П. Знакомьтесь: новый ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы». 18 июля 2022 г. [Электронный ресурс] // Сайт Audit-it.ru – статьи по бух. учету и налогообложению. URL: <https://www.audit-it.ru/articles/account/assets/a9/1063083.html?ysclid=ltq7vrz1xs179285207> (дата обращения: 10.12.2023).
11. Федеральный стандарт бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы»: Приказ Минфина России от 30 мая 2022 г. № 86н [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=426243> (дата обращения: 10.12.2023).

References

1. Alborov R.A., Khoruzhiy L.I., Shirobokov V.G. et al. Accounting for intangible assets and depreciation of their value. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2002;4:16-20. (In Russ.).
2. Zimakova L.A., Kuligina S.V., Sheina I.V. Organization of accounting information support for interested users about intangible assets. *Fundamental research*. 2020;3:43-47. DOI: 10.17513/fr.42697. (In Russ.).
3. Kyshtymova E.A. Principles of formation and assessment of additional capital in the accounting (financial) statements of commercial enterprises. Strategy for the development of accounting, analytical and control systems in the mechanism for managing modern business processes of commercial organizations. International economic forum "Bakanov Readings". Orel: Kartush Printing Company; 2014:50-58. (In Russ.).
4. Leonova O.I., Malitskaya V.B. Conceptual aspects of reevaluation of fixed assets and its influence on tax accounting in agricultural organizations. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2015;1(44):85-89. (In Russ.).
5. Lytneva N.A., Kyshtymova E.A. Audit of intangible assets. *Audit Journal*. 2010;11:23-25. (In Russ.).
6. Mamashov K.A. Accounting for information flows and improving synthetic accounting of intangible assets of companies. *Economics and business: theory and practice*. 2020;10-2:39-43. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10807. (In Russ.).
7. International Financial Reporting Standard 13 "Fair Value Measurement". Order of the Ministry of Finance of Russia of December 28, 2015 No. 217n. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=326168>. (In Russ.).
8. International Financial Reporting Standard 38 "Intangible Assets". Order of the Ministry of Finance of Russia of December 28, 2015 No. 217n. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=371229>. (In Russ.).
9. On approval of Russian Accounting Standards 6/2020 "Fixed Assets" and 26/2020 "Capital Investments". Order of the Ministry of Finance of Russia of September 17, 2020 No. 204n. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=427268>. (In Russ.).
10. Tishin A.P. Meet the new RAS 14/2022 "Intangible Assets". July 18, 2022. Website Audit-it.ru – Articles on accounting and taxation. URL: <https://www.audit-it.ru/articles/account/assets/a9/1063083.html?ysclid=ltq7vrz1xs179285207>. (In Russ.).
11. Russian Accounting Standard 14/2022 "Intangible assets". Order of the Ministry of Finance of Russia of May 30, 2022 No. 86n/. URL: <https://normativ.kontur.ru/>. (In Russ.).

Информация об авторах

Н.А. Лытнева – доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент и управление персоналом», Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», ukap-lytneva@yandex.ru.

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе, зав. кафедрой экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Ludan23@yandex.ru.

З.П. Меделяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», medelaeva@mail.ru.

М.Б. Чиркова – доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории финансового менеджмента ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», chirkovamb@mail.ru.

Е.А. Кыштымова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и статистики ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», rosa-13@yandex.ru.

Information about the authors

N.A. Lytneva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Management and Personnel Management, Central Russian Institute of Management – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, ukap-lytneva@yandex.ru.

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Docent, Vice-Rector for Research, Head of the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Ludan23@yandex.ru.

Z.P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, medelaeva@mail.ru.

M.B. Chirkova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Research Scientist of Financial Management Laboratory, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, chirkovamb@mail.ru.

E.A. Kyshtymova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Statistics, Orel State Agrarian University named after. N.V. Parakhin, rosa-13@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; одобрена после рецензирования 11.03.2024; принята к публикации 12.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; approved after reviewing 11.03.2024; accepted for publication 12.03.2024.

© Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Меделяева З.П. Чиркова М.Б., Кыштымова Е.А., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 657.6 :339

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_209

EDN: SFWJNK

Концепция отражения в бухгалтерской финансовой отчетности информации по прекращаемой деятельности по российским и международным стандартам

**Виктория Борисовна Малицкая^{1✉}, Мария Борисовна Чиркова²,
Наталья Алексеевна Лытнева³, Людмила Анатольевна Запорожцева²,
Зинаида Петровна Меделяева²**

¹ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

^{2, 4, 5} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

³ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации – Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС, Орел, Россия

[✉] vmrussian@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время в связи с уходом с отечественного рынка большого количества иностранных компаний из-за расширения введенных против России санкций особую значимость приобретает применение российскими организациями стандарта, касающегося прекращаемой деятельности. Вопросы учета и раскрытия в финансовой отчетности информации о прекращенной деятельности регламентируются международным стандартом финансовой отчетности МСФО (IFRS) 5 «Внеоборотные активы, предназначенные для продажи, и прекращенная деятельность» и российским Положением по бухгалтерскому учету ПБУ 16/02 «Информация по прекращаемой деятельности». Представлены результаты сравнительного анализа российского и международного стандартов, на основании которых сделан вывод о кардинальных различиях между ними, которые касаются и структуры, и содержания этих документов. Проведено исследование категорий, связанных с прекращаемой деятельностью, порядка оценки внеоборотных активов, которые предназначены для продажи, с использованием процедур, изложенных в МСФО (IFRS) 5, а также изучена методика отражения в отчетности информации о прекращенной деятельности в соответствии с РСБУ и МСФО. Показано, что сфера применения национального стандарта значительно уже, поскольку предусматривает только определение порядка раскрытия информации по прекращаемой деятельности в бухгалтерской отчетности. Сделаны выводы о том, что (а) отчетность, составленная по нормам ПБУ, не обладает достаточной полнотой и информативностью по сравнению с МСФО-отчетностью; (б) МСФО (IFRS) 5 шире раскрывает вопросы учета долгосрочных активов, предназначенных для продажи, и прекращенной деятельности, чем ПБУ 16/02, и порядок отражения информации о прекращаемой деятельности, согласно МСФО, является более комплексным. Предлагается в российском учете ориентироваться на требования МСФО, поскольку это повысит прозрачность и сопоставимость учетной информации.

Ключевые слова: прекращаемая деятельность, международные стандарты финансовой отчетности (МСФО), Положение по бухгалтерскому учету (ПБУ), учетное обеспечение, оценка, внеоборотные активы, предназначенные для продажи

Для цитирования: Малицкая В.Б., Чиркова М. Б., Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Меделяева З.П. Концепция отражения в бухгалтерской финансовой отчетности информации по прекращаемой деятельности по российским и международным стандартам // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 209–219. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_209

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

The concept of recording information on discontinued operations in the financial statements according to Russian and International Financial Reporting Standards

**Victoria B. Malitskaya^{1✉}, Maria B. Chirkova², Natalia A. Lytneva³,
Lyudmila A. Zaporozhtseva², Zinaida P. Medelyaeva²**

¹ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

^{2, 4, 5} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

³ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration – Central Russian Institute of Management – Branch of RANEP, Orel, Russia

[✉] vmrussian@yandex.ru

Abstract. Currently, due to the withdrawal of a large number of foreign companies from the domestic market due to the expansion of sanctions imposed against Russia, the application of the standard for discontinued operations by Russian organizations is of particular importance. Issues of accounting and disclosure of information on discontinued operations in financial statements are regulated by the International Financial Reporting Standard 5 "Non-current Assets Held for Sale and Discontinued Operations" and the Russian Accounting Standard 16/02 "Information on Discontinued Operations". The results of a comparative analysis of Russian and international standards are presented, on the basis of which it is concluded that there are cardinal differences between them, which relate to both the structure and content of these documents. A study of categories related to discontinued operations, the procedure for evaluating non-current assets that are intended for sale, using the procedures set out in IFRS 5, and also studied the methodology for reporting information on discontinued operations in accordance with RAS and IFRS. It is shown that the scope of application of the national standard is much narrower, since it only provides for determining the procedure for disclosing information on discontinued operations in accounting statements. Conclusions are drawn that (a) the statements prepared according to the norms of RAS do not have sufficient completeness and information value in comparison with IFRS reporting; (b) RAS 16/02, and the procedure for reflecting information about discontinued operations, according to IFRS, is more comprehensive. It is proposed to focus on the requirements of IFRS in Russian accounting, as this will increase the transparency and comparability of accounting information.

Keywords: discontinued operations, International Financial Reporting Standards (IFRS), Russian Accounting Standard, accounting treatment, measurement, non-current assets held for sale

For citation: Malitskaya V.B., Chirkova M.B., Lytneva N.A., Zaporozhtseva L.A., Medelyaeva Z.P. The concept of recording information on discontinued operations in the financial statements according to Russian and International Financial Reporting Standards. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):209-219. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_209-219.

В условиях рыночной экономики вопросы эффективности хозяйственной деятельности организаций приобретают особую актуальность [6]. Финансовая отчетность позволяет оценить текущее финансовое состояние хозяйствующего субъекта, а также перспективы его развития [7].

Ввиду значительной степени глобализации мировой экономики внешним пользователям необходимы сопоставимые данные, предоставляемые отчитывающимися компаниями и подготовленные на основе единого подхода [1, 8].

Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО) являются эффективным инструментом для повышения прозрачности и сопоставимости информации, содержащейся в финансовой отчетности. Однако, несмотря на то что в настоящее время более 160 юрисдикций применяют МСФО [11], в ряде стран организации должны также выполнять требования национального законодательства в области учета и отчетности, если они составляют отчетность согласно МСФО в обязательном или инициативном порядке [5].

Применение российскими организациями стандарта, касающегося прекращения деятельности, приобретает особую значимость в настоящее время, так как с отечественного рынка ушли и продолжают уходить многие иностранные компании из-за пролонгирования и расширения введенных против России санкций. В этих условиях актуальным является формирование эффективного механизма ликвидации либо отдельного структурного подразделения, либо бизнес-направления, при этом механизм ликвидации должен быть основан на адекватно подготовленной информации о прекращении деятельности. Все это необходимо, чтобы пользователи финансовой отчетности (инвесторы, заимодавцы и прочие кредиторы) могли прогнозировать будущие результаты деятельности предприятия, а также представлять, за счет использования каких долгосрочных активов предприятие собирается генерировать доходы.

Объектом исследования является комплекс вопросов квалификации, оценки и бухгалтерского учета долгосрочных активов, предназначенных для продажи; предметом исследования – проблемные аспекты методики признания вышеуказанных активов, формирования их стоимости и отражения на бухгалтерских счетах, а также в финансовой отчетности.

При подготовке статьи применяли общие и специальные методы проведения научных исследований, в частности наблюдения и описания, сравнения и дедукции, критического анализа, абстрагирования и экстраполяции.

Вопросы учета и раскрытия в финансовой отчетности информации о прекращенной деятельности регламентируются международным стандартом финансовой отчетности МСФО (IFRS) 5 «Внеоборотные активы, предназначенные для продажи, и прекращенная деятельность» [4] и российским Положением по бухгалтерскому учету ПБУ 16/02 «Информация по прекращаемой деятельности» [3].

В последние десятилетия изменения, которые регулярно вносились в национальные ПБУ, были в основном направлены на устранение расхождений с МСФО. По результатам проведенного анализа структур двух стандартов ПБУ 16/02 с большой натяжкой можно назвать аналогом МСФО (IFRS) 5 (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Структура ПБУ 16/02 «Информация по прекращаемой деятельности»

Источник: составлено авторами на основе [3].

Благодаря схематичному изображению структур российского и международного стандартов можно сделать вывод о кардинальных различиях между ними. Во-первых, существенно различаются наименования этих двух стандартов. В российском бухгалтерском законодательстве такой категории, как «внеоборотные активы, предназначенные для продажи», нет, а потому требований к учету и отражению их в финансовой отчетности также не существует.

Требования к классификации и представлению информации, предусмотренные МСФО, применяются ко всем признанным внеоборотным активам и всем выбывающим группам организации. Требования к оценке, предусмотренные настоящим МСФО, применяются ко всем признанным внеоборотным активам и выбывающим группам (как указано в пункте 4), за исключением активов, перечисленных в пункте 5, которые и в дальнейшем должны оцениваться в соответствии с указанным стандартом.

Кроме того, различия касаются и структуры, и содержания стандартов. Основные положения МСФО изложены очень подробно, начиная от цели и заканчивая вступлением в силу, чего нельзя сказать о ПБУ. Помимо этого, в МСФО много внимания уделено понятию внеоборотных активов, которые предназначены для продажи, а также их оценке и отражению в отчетности. И это естественно, поскольку в отчете о финансовом положении такие внеоборотные активы отражаются обособленно от остальных активов организации.



Рис. 2. Структура МСФО (IFRS) 5 «Внеоборотные активы, предназначенные для продажи, и прекращенная деятельность»

Источник: составлено авторами на основе [4].

Рассмотрим сферу применения данных стандартов.

ПБУ 16/02 обязательно к применению коммерческими организациями, а также некоммерческими организациями (кроме государственных и муниципальных учреждений), которые раскрывают информацию о прекращении использования долгосрочных активов, являющихся активами к продаже. Положение не должно применяться, если деятельность прекращается в результате пожара, аварии и других чрезвычайных обстоя-

тельств или же принудительного изъятия имущества согласно законодательству, его национализации. Разрешено не применять ПБУ 16/02 организациям, использующим упрощенные способы ведения бухгалтерского учета, в том числе представляющим упрощенную бухгалтерскую отчетность.

Что касается МСФО (IFRS) 5, то он применяется ко всем долгосрочным активам и выбывающим группам, но не затрагивает активы, регулируемые другими стандартами (например, отложенные налоговые активы, финансовые активы, внеоборотные активы, отражаемые по справедливой стоимости согласно МСФО (IAS) 40 «Инвестиционная недвижимость», внеоборотные активы, которые оцениваются по справедливой стоимости за минусом затрат на продажу в соответствии с МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство», а также договоры страхования, которые относятся к сфере применения МСФО (IFRS) 17).

Таким образом, мы видим, что в ПБУ речь идет об организациях, которые могут применять или не применять указанный стандарт, а в МСФО говорится об активах, к которым стандарт либо применяется, либо не применяется (табл. 1).

Если сравнивать отдельные понятия по учету внеоборотных активов, предназначенных для продажи, и прекращенной деятельности, которые представлены в МСФО (IFRS) 5 и ПБУ 16/02 (табл. 1), то можно увидеть, что в международном стандарте, в отличие от российского, содержится большее количество определений; им посвящено отдельное приложение (А). В данном приложении приводится ряд понятий, которые не рассматриваются в ПБУ 16/02:

- единица, генерирующая денежные средства;
- компонент организации;
- затраты на продажу;
- оборотный актив;
- выбывающая группа;
- справедливая стоимость;
- твердое соглашение о покупке;
- высоковероятное;
- внеоборотный актив;
- вероятное;
- возмещаемая сумма;
- ценность использования.

Некоторые из этих понятий рассматриваются в других МСФО.

Остановимся на отдельных аспектах бухгалтерского учета прекращаемой деятельности. В соответствии с ПБУ 16/2002 под информацией по прекращаемой деятельности понимается информация, раскрывающая часть деятельности организации (такую как сегмент, его часть либо совокупность сегментов) по производству продукции, продаже товаров, выполнению работ, оказанию услуг, которая может быть выделена операционно и (или) функционально для целей составления бухгалтерской отчетности и в соответствии с принятым организацией решением подлежит прекращению. Также под информацией по прекращаемой деятельности понимается информация о прекращении использования отдельных активов, если такие активы считаются долгосрочными активами к продаже.

Финансовый результат от прекращаемой деятельности должен формироваться на счете по учету прочих доходов и расходов. «При прекращении деятельности путем продажи имущественного комплекса (предприятия) или его части, представляющих собой совокупность активов и обязательств, относящихся к прекращаемой деятельности, в результате заключения единой сделки финансовый результат от продажи формируется как разница между доходами, получаемыми в результате продажи, и расходами по ее осуществлению и отражается в бухгалтерском учете на счете по учету прочих доходов и расходов» [2].

Таблица 1. Сравнительная характеристика основных понятий, связанных с прекращаемой деятельностью, в российском и международном стандартах

Признаки сравнения	ПБУ16/2002	МСФО (IFRS) 5
Прекращенная деятельность	Деятельность признается прекращаемой при условии принятия уполномоченным органом организации решения о прекращении части деятельности организации и выработки единой программы прекращения на дату возникновения наиболее раннего из следующих событий: - заключения организацией договоров купли-продажи активов, без которых деятельность, выделяемая как прекращаемая, практически неосуществима; - доведения информации о решении прекращения деятельности до сведения юридических и физических лиц, чьи интересы непосредственно будут затронуты (акционерам, работникам организации, поставщикам и др.)	Компонент организации, который либо был, либо классифицирован как предназначенный для продажи, и (а) представляет собой отдельное значительное направление деятельности или географический район ведения операций; (б) является частью единого скоординированного плана выбытия отдельного значительного направления деятельности или географического района ведения операций; или (с) является дочерней организацией, приобретенной исключительно с целью последующей перепродажи
Компонент организации	Нет определения	Деятельность и денежные потоки, которые могут быть обособлены операционно и для целей финансовой отчетности от остальной части организации
Долгосрочный актив к продаже	Объект основных средств или других внеоборотных активов (за исключением финансовых вложений), использование которого прекращено в связи с принятием решения о его продаже и имеется подтверждение того, что возобновление использования этого объекта не предполагается (принято соответствующее решение руководства, начаты действия по подготовке актива к продаже, заключено соглашение о продаже, другое)	Организация должна классифицировать внеоборотный актив (или выбывающую группу) как предназначенный для продажи, если его балансовая стоимость будет возмещена в основном за счет продажи, а не вследствие продолжающегося использования. Для этого актив (или выбывающая группа) должен быть в наличии для немедленной продажи в его текущем состоянии исключительно на обычных и общепринятых условиях при продаже таких активов (или выбывающих групп), и его продажа является высоковероятной
Выбывающая группа	Нет определения	Группа активов, подлежащая выбытию в совокупности, путем продажи или иным образом, в результате одной операции, и обязательства, непосредственно связанные с этими активами, которые будут переданы в результате этой операции
Затраты на продажу	Нет определения	Дополнительные затраты, непосредственно относящиеся к выбытию актива (или выбывающей группы), исключая затраты на финансирование и расход по налогу на прибыль
Твердое соглашение о покупке	Нет определения	Соглашение с несвязанной стороной, обязывающее обе стороны, и обычно обеспеченное правовой защитой, которое (а) определяет все существенные условия, включая цену и сроки проведения операций, и (б) предусматривает наказание за невыполнение, которое достаточно существенно для того, чтобы сделать выполнение обязательства высоковероятным
Высоковероятное	Нет определения	О событии, вероятность наступления которого значительно выше вероятности его ненаступления

Источник: составлено авторами на основе [3, 4].

Основные требования к раскрытию информации о финансовых результатах от прекращенной деятельности и выбытия внеоборотных активов или выбывающих групп представлены в таблице 2.

Таблица 2. Раскрытие информации по учету прекращаемой деятельности в соответствии с российскими и международными стандартами

Вид информации	Информация, обязательная к раскрытию согласно ПБУ 16/2002	Информация, обязательная к раскрытию в соответствии с МСФО (IFRS) 5
Раскрытие информации по прекращаемой деятельности:	а) описание прекращаемой деятельности: - сегмент (или его часть сегмента, а также совокупность сегментов), в рамках которого происходит прекращение деятельности; - дата признания деятельности прекращаемой; - дата или период, в котором ожидается завершение прекращения деятельности организации, если они известны или определимы; б) стоимость активов и обязательств организации, предполагаемых к выбытию или погашению в рамках прекращения деятельности; в) суммы доходов, расходов, прибылей или убытков до налогообложения, а также сумма начисленного налога на прибыль, относящиеся к прекращаемой деятельности; г) движение денежных средств, относящееся к прекращаемой деятельности, в разрезе текущей, инвестиционной и финансовой деятельности за текущий отчетный период	(а) итоговая сумма непосредственно в отчете о совокупном доходе, которая складывается из: - прибыли или убытка после налогообложения от прекращенной деятельности; и - прибыли или убытка после налогообложения, признанных при переоценке до справедливой стоимости за вычетом затрат на продажу или при выбытии активов или выбывающих групп (группы), которые представляют собой прекращенную деятельность; (б) следующие составляющие итоговой суммы, указанной в подпункте (а): - выручка, расходы и прибыль или убыток до налогообложения от прекращенной деятельности; - соответствующий расход по налогу на прибыль; - прибыль или убыток, признанные при переоценке до справедливой стоимости за вычетом затрат на продажу или при выбытии активов или выбывающих групп (группы), которые представляют собой прекращенную деятельность; (с) чистые денежные потоки, относящиеся к операционной, инвестиционной и финансовой деятельности прекращенной деятельности; (д) сумма доходов от продолжающейся деятельности и от прекращенной деятельности, относимая на собственников материнской организации
Раскрытие информации о долгосрочных активах к продаже	а) описание долгосрочных активов к продаже; б) описание фактов и обстоятельств продажи, включая предполагаемый способ и период продажи; в) связанная с долгосрочными активами к продаже прибыль (убыток) и статья отчета о финансовых результатах, в которую эта прибыль (убыток) включена (за исключением случая ее обособленного представления непосредственно в отчете о финансовых результатах); г) в случае представления информации по сегментам – отчетный сегмент, к которому относятся показатели, связанные с долгосрочным активом к продаже	Внеоборотный актив, классифицированный как предназначенный для продажи, активы и обязательства выбывающей группы, классифицированной как предназначенная для продажи, представляются отдельно от других активов и обязательств в отчете о финансовом положении. В примечаниях за соответствующий период раскрываются: (а) описание внеоборотного актива (или выбывающей группы); (б) описание фактов и обстоятельств продажи или ведущих к предполагаемому выбытию и ожидаемый способ и срок этого выбытия; (с) прибыль или убыток, признанные в отношении таких активов, если это не представлено отдельно в отчете о совокупном доходе, статью отчета о совокупном доходе, включающую эту прибыль или убыток; (д) если применимо, то отчетный сегмент, в котором представлен внеоборотный актив (или выбывающая группа)

Источник: составлено авторами на основе [3, 4].

Доходы отражаются по кредиту счета 91 «Прочие доходы и расходы» субсчет 1 «Прочие доходы» (суммы полученных от продажи активов денежных средств или суммы задолженности покупателей), а расходы – по дебету счета 91 «Прочие доходы и расходы» субсчет 2 «Прочие расходы» (на сумму проданных активов и расходов, свя-

занных с их продажей). Разница между оборотом по кредиту и дебету указанного счета представляет собой либо прибыль (если оборот по кредиту больше), либо убыток (если оборот по кредиту меньше). Данная сумма списывается со счета 91 субсчет 9 «Сальдо прочих доходов и расходов» на счет 99 «Прибыли и убытки». Бухгалтерский учет ведется в разрезе каждой прекращаемой деятельности. В конце отчетного года или по окончании прекращения деятельности (на основании установленной организацией учетной политики) субсчета к счету 91 закрываются [2].

Если в результате признания прекращаемой деятельности у организации как перед юридическими, так и физическими лицами появляются обязательства, которые обусловлены договором, требованиями законодательства или же приняты организацией добровольно, то для урегулирования таких обязательств, в отношении величины либо срока исполнения которых существует неопределенность, организация должна признать оценочное обязательство, т. е. создать резерв. При этом резервирование отражается по кредиту счета 96 «Резерв предстоящих расходов» в корреспонденции со счетами по учету затрат, а фактические расходы относятся в дебет указанного счета.

Важным вопросом в бухгалтерском учете является определение величины оценочного обязательства, которая подтверждается документально либо основывается на профессиональном суждении бухгалтера [10, с. 217–218].

В соответствии с ПБУ 16/02 при составлении бухгалтерской отчетности прекращаемая деятельность может быть выделена операционно или функционально. Например, в отчете о финансовых результатах могут быть отдельно представлены данные по продолжающейся деятельности и по прекращаемой деятельности, а также по организации в целом как сумма предыдущих показателей (эту информацию организация может представить и в пояснениях к отчету о финансовых результатах).

В свою очередь, МСФО (IFRS) 5 требует:

(а) оценивать активы, которые являются предназначенными для продажи, по наименьшей стоимости из двух стоимостей: балансовой и справедливой стоимости за вычетом затрат на продажу, и прекращать начисление амортизации по таким активам;

(б) представлять активы, которые являются предназначенными для продажи, отдельно в отчете о финансовом положении, а результаты прекращенной деятельности – отдельно в отчете о совокупном доходе [4].

Пример 1. 30 июня 2022 г. руководство компании приняло решение о продаже оборудования, и 1 июля 2022 г. начало активные мероприятия по поиску покупателя; реализация данного основного средства ожидается в течение 8 месяцев. По состоянию на 31.12.2021 балансовая стоимость оборудования составляла \$450 000, а предполагаемая справедливая стоимость за вычетом затрат на продажу – \$510 000. Срок полезного использования оборудования – 10 лет, амортизация начисляется линейным методом.

Поскольку компания активно ищет покупателя (соответственно, продажа оборудования высоковероятна), и актив доступен для продажи в его текущем состоянии, то с 1 июля 2022 г. он будет классифицирован как долгосрочный актив, предназначенный для продажи, в соответствии с требованиями МСФО (IFRS) 5. Оборудование должно быть оценено по наименьшей из его балансовой стоимости и справедливой стоимости за вычетом затрат на продажу.

По состоянию на 1 июля 2022 г. балансовая стоимость актива равна: \$500 000 (балансовая стоимость на 31.12.2021) – \$500 000 × 10% (норма амортизации) × 6/12 (амортизация начисляется только с 1.01.2022 по 30.06.2022, т. е. с начала года до момента классификации актива как предназначенного для продажи) = \$475 000.

Поскольку балансовая стоимость актива (\$475 000) меньше его справедливой стоимости за вычетом затрат на продажу (\$510 000), актив будет отражен в финансовой отчетности за год, закончившийся 31 декабря 2022 г., в сумме \$475 000. При этом он будет отражен по строке «Долгосрочные активы, предназначенные для продажи» в составе оборотных активов.

Пример 2. Компания владеет несколькими заводами по производству промышленного оборудования. В октябре 2022 г. руководство компании решило продать один из них, и он классифицирован как долгосрочный актив, предназначенный для продажи. На 31.12.2014 завод еще не был продан. На эту дату его балансовая стоимость была равна 12 000 000\$, а справедливая стоимость за минусом расходов на продажу составляла 9 000 000\$. В 2022 г. этим заводом был получен убыток в 4 200 000\$, а прибыль от деятельности компании после уплаты налога составила 22 350 000\$ [9, с. 925].

Фрагмент отчета о совокупном доходе компании за 2022 г. выглядит следующим образом:

Прибыль от продолжающихся операций	\$22 350 000
Прекращенная деятельность:	
Убыток от деятельности актива, предназначенного для продажи (включая убыток от обесценения в \$3 000 000)	(7 200 000)
Чистая прибыль	\$ 15 150 000

Пример 3 – практика применения.

ПАО «Мечел» (<https://mechel.ru/upload/iblock/632/63233a2d22a05ed9ebc8d54657972e99.pdf>) в январе 2020 г. начало переговоры о продаже третьей стороне 51% доли Эльгинского угольного комплекса, который являлся отдельным значительным направлением деятельности компании в Республике Саха (Якутия). С 21 апреля 2020 г., когда компания получила от Газпромбанка требуемое согласие на продажу и подписала договор купли-продажи на 89 млрд руб., данный комплекс стал классифицироваться в качестве выходящей группы, предназначенной для продажи. Сделка завершилась 30 апреля 2020 г., и в результате ПАО «Мечел» была получена прибыль до налогообложения (прибыль от продажи прекращенной деятельности) в размере 45 580 млн руб.

Вследствие классификации Эльгинского угольного комплекса в качестве прекращенной деятельности сравнительные суммы в годовой консолидированной финансовой отчетности по МСФО были пересчитаны. Результаты Эльгинского угольного комплекса представлены в консолидированном отчете о прибылях (убытках) и прочем совокупном доходе в составе прекращенной деятельности следующим образом (табл. 3).

Таблица 3. Консолидированный отчет о прибылях (убытках) и прочем совокупном доходе в составе прекращенной деятельности Эльгинского угольного комплекса (за год, закончившийся 31 декабря)

Показатели	2020 г.*	2019 г.	2018 г.
Выручка	2 142	9 414	8 778
Расходы	(3 010)	(12 115)	(9 985)
Финансовые расходы	(1 708)	(4 967)	(4 538)
(Отрицательные) положительные курсовые разницы, нетто	(1 377)	952	(1 588)
Убыток до налогообложения от прекращенной деятельности	(3 953)	(6 716)	(7 333)
Расход по налогу на прибыль	(18)	(74)	(28)
Убыток после налогообложения от прекращенной деятельности	(3 971)	(6 790)	(7 361)
Прибыль от продажи прекращенной деятельности	45 580	–	–
Расход по налогу на прибыль, связанный с продажей	–	–	–
Чистая прибыль от продажи прекращенной деятельности	45 580	–	–
Прибыль (убыток) от прекращенной деятельности после налогообложения за период	41 609	(6 790)	(7 361)

Примечание: * – представляет собой деятельность за период с 1 января по 21 апреля 2020 г.

В примечаниях к финансовой отчетности ПАО «Мечел» были также приведены наиболее значимые активы и обязательства выбывшей группы по состоянию на 21 апреля 2020 г. Кроме того, было раскрыто чистое движение денежных средств по прекращенной деятельности угольного комплекса в разрезе операционной, инвестиционной и финансовой деятельности за 2018 г., 2019 г. и с 1 января по 21 апреля 2020 г. При этом в отчетности по РСБУ за 2020 г. в пояснениях к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах в разделе 18 «Информация по прекращаемой деятельности» ПАО «Мечел» было отмечено, что информации по данному виду деятельности нет.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

а) отчетность, составленная по нормам ПБУ, не обладает достаточной полнотой, реалистичностью, объективностью и информативностью по сравнению с МСФО-отчетностью;

б) МСФО (IFRS) 5 шире раскрывает вопросы учета долгосрочных активов, предназначенных для продажи, и прекращенной деятельности, чем ПБУ 16/02, и порядок отражения информации о прекращаемой деятельности, согласно МСФО, является более комплексным.

Список источников

1. Малицкая В.Б., Морозова Т.В. Международные стандарты финансовой отчетности: основы представления отчетности и раскрытие информации. Практика применения: учебник. Москва: ООО «НИЦ ИНФРА-М», 2023. 254 с.
2. Об утверждении Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкции по его применению: Приказ Минфина РФ от 31.10.2000 № 94н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12127725/> (дата обращения: 11.11. 2023).
3. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Информация по прекращаемой деятельности» ПБУ 16/02: приказ Минфина РФ от 02.07.2002 № 66н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12127725/> (дата обращения: 11.11. 2023).
4. О введении Международных стандартов финансовой отчетности и Разъяснений Международных стандартов финансовой отчетности в действие на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов (отдельных положений приказов) Министерства финансов Российской Федерации. Приложение № 33 – Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 5 «Внеоборотные активы, предназначенные для продажи, и прекращенная деятельность»: приказ Минфина России от 28.12.2015 № 217н [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71322838/> (дата обращения: 11.11. 2023).
5. Di Fabio C. Voluntary application of IFRS by unlisted companies: evidence from the Italian context // International Journal of Disclosure and Governance. 2018. Vol. 15(2). Pp. 73–86.
6. Gorlanov S.A., Medelyaeva Z.P., Malitskaya V.B. et al. Content analysis the term “effectiveness” and the concepts of its quantitative characteristics // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Vol. 6(3). Pp. 5293–5298.
7. Rathnayake R.M.S.S., Rajapakse R.P.G.S., Lasantha S.A.R. The impact of financial reporting quality on firm performance // Journal of Business and Technology. 2021. Vol. 5(53). Pp. 53–67. DOI: 10.4038/jbt.v5i0.53.
8. Rodrik D. Populism and the economics of globalization // Journal of International Business Policy. 2018. Vol. 1(1). Pp. 12–33.
9. Spiceland J.D., Nelson M.W., Thomas W.B. Intermediate Accounting. 10th edition. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2019. 1408 p.
10. Wiley Interpretation and Application of IFRS Standards. 2019. 1st edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2019. 996 p.
11. Who uses IFRS Accounting Standards? // The International Financial Reporting Standards Foundation. Not-for-profit corporation, the State of Delaware, United States of America. URL: <https://www.ifrs.org/use-around-the-world/use-of-ifrs-standards-by-jurisdiction/>.

References

1. Malitskaya V.B., Morozova T.V. International Financial Reporting Standards: financial statement presentation and disclosure. Practical application: textbook. Moscow: INFRA-M Publishers; 2023. 254 p. (In Russ.).
2. On approval of the Chart of Accounts for Purposes of Financial Accounting of Organizations and Instructions for its application: Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 02.07.2002 No. 66n. URL: <https://www.consultant.ru/document/>. (In Russ.).

3. On approval of the Russian Accounting Standard "Information on Discontinued Operations" 16/02: Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 31.10.2000 No. 94n. URL: <https://base.garant.ru/12127725/>. (In Russ.).
4. On the introduction of International Financial Reporting Standards and Interpretation of International Financial Reporting Standards into force on the territory of the Russian Federation and on the invalidation of certain Orders (certain provisions of the Orders) of the Ministry of Finance of the Russian Federation. Supplement No. 33 – International Financial Reporting Standard 5 "Non-current Assets Held for Sale and Discontinued Operations": Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 28.12.2015 No. 217n. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193605/. (In Russ.).
5. Di Fabio C. Voluntary application of IFRS by unlisted companies: evidence from the Italian context // International Journal of Disclosure and Governance. 2018. Vol. 15(2). Pp. 73–86.
6. Gorlanov S.A., Medelyaeva Z.P., Malitskaya V.B. et al. Content analysis the term "effectiveness" and the concepts of its quantitative characteristics. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019;6(3):5293-5298.
7. Rathnayake R.M.S.S., Rajapakse R.P.G.S., Lasantha S.A.R. The impact of financial reporting quality on firm performance. *Journal of Business and Technology*. 2021;5(53):53-67. DOI: 10.4038/jbt.v5i0.53.
8. Rodrik D. Populism and the economics of globalization. *Journal of International Business Policy*. 2018;1(1):12-33.
9. Spiceland J.D., Nelson M.W., Thomas W.B. Intermediate Accounting. 10th edition. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2019. 1408 p.
10. Wiley Interpretation and Application of IFRS Standards. 2019. 1st edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2019. 996 p.
11. Who uses IFRS Accounting Standards? The International Financial Reporting Standards Foundation. Not-for-profit corporation, the State of Delaware, United States of America. URL: <https://www.ifrs.org/use-around-the-world/use-of-ifrs-standards-by-jurisdiction/>.

Информация об авторах

В.Б. 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.

М.Б. Чиркова – доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории финансового менеджмента ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», chirkovamb@mail.ru.

Н.А. Лытнева – доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент и управление персоналом», Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», ukap-lytneva@yandex.ru.

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе, зав. кафедрой экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Ludan23@yandex.ru.

З.П. Меделяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», medelaeva@mail.ru.

Information about the authors

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.

M.B. Chirkova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Research Scientist of Financial Management Laboratory, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, chirkovamb@mail.ru.

N.A. Lytneva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Management and Personnel Management, Central Russian Institute of Management – Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, ukap-lytneva@yandex.ru.

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Docent, Vice-Rector for Research, Head of the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Ludan23@yandex.ru.

Z.P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics of Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, medelaeva@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.01.2024; одобрена после рецензирования 22.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 20.01.2024; approved after reviewing 22.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

© Малицкая В.Б., Чиркова М.Б., Лытнева Н.А., Запорожцева Л.А., Меделяева З.П., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 658.14:338.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_220

EDN: RZSIEI

Аналитическое обеспечение управления дебиторской задолженностью сельскохозяйственных организаций в неустойчивой бизнес-среде

**Владимир Григорьевич Ширококов^{1✉}, Михаил Леонидович Нейштадт²,
Роман Викторович Нуждин³, Ирина Викторовна Шамрина⁴,
Екатерина Вячеславовна Горковенко⁵**

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

² Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

^{3, 5} Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

⁴ Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

[✉] ssn3@bk.ru

Аннотация. В условиях санкционного давления, инфляционных скачков, роста стоимости кредитных ресурсов и других негативных факторов внешней среды возникла необходимость пересмотра подходов к изучению и применению традиционных методов управления экономической эффективностью и финансовой устойчивостью субъектов агробизнеса. Следствием неустойчивости бизнес-среды является рост доли просроченной дебиторской задолженности, которая за последние 5 лет в сельском хозяйстве увеличилась более чем на 50%. Показано, что для обеспечения требований полноты, объективности и релевантности информационного обеспечения управления дебиторской задолженностью необходим комплексный подход к выполнению функций экономического анализа, контроля и организации, к решению проблем невозврата долгов контрагентами с.-х. организаций. Раскрыты содержательные и сущностные характеристики процессов управления дебиторской задолженностью, выявлены пробелы в аналитических процедурах, применяемых для оценки сомнительной дебиторской задолженности в ходе организации работы с должниками. Отмечено, что применяемые методики не позволяют обеспечить соблюдение принципа каузальности в ключевых процессах управления отношениями с дебиторами. С целью устранения недостатков на основе нормативного методологического подхода разработана аналитическая процедура, ориентированная на детальную оценку просроченной дебиторской задолженности, позволяющая выявить ее влияние на уровень рентабельности реализуемой продукции с.-х. организациями. С целью минимизации просроченной дебиторской задолженности в качестве финансового инструмента при организации работы с дебиторами рекомендовано внедрение прямого факторинга с регрессом. Для выбора факторинговой компании перед заключением договора необходимо исследование финансовых взаимоотношений с фактор-фирмами с целью определения (расчета) большей экономической выгоды от сделки под уступку денежного требования. Применение авторских рекомендаций в процессах управления дебиторской задолженностью в с.-х. организациях будет способствовать ускорению оборачиваемости оборотных активов за счет пересмотра аналитических и организационных инструментов воздействия.

Ключевые слова: дебиторская задолженность, управление, бухгалтерская отчетность, бизнес-среда, сельскохозяйственные организации, аналитические процедуры, факторинг

Для цитирования: Ширококов В.Г., Нейштадт М.Л., Нуждин Р.В., Шамрина И.В., Горковенко Е.В. Аналитическое обеспечение управления дебиторской задолженностью сельскохозяйственных организаций в неустойчивой бизнес-среде // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 220–236. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_220-236.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Analytical support for receivables management in agricultural organizations in an unstable business environment

**Vladimir G. Shirobokov^{1✉}, Mikhail L. Neishtadt², Roman V. Nuzhdin³,
Irina V. Shamina⁴, Ekaterina V. Gorkovenko⁵**

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

² Voronezh State University, Voronezh, Russia

^{3, 5} Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

⁴ Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

[✉] ssn3@bk.ru

Abstract. In the context of sanctions pressure, inflationary surges, rising cost of credit resources and other negative environmental factors, it became necessary to revise approaches to the study and application of

traditional methods of managing economic efficiency and financial stability of agribusiness entities. The result of the instability of the business environment is an increase in the share of overdue accounts receivable, which has increased by more than 50% in agriculture over the past 5 years. It is shown that in order to ensure the requirements of completeness, objectivity and relevance of information support for accounts receivable management, an integrated approach is needed to perform the functions of economic analysis, control and organization to solve the problems of non-repayment of debts by counterparties of agricultural organizations. The substantive and essential characteristics of the processes of managing accounts receivable are disclosed, gaps in the analytical procedures used to assess doubtful accounts receivable during the organization of work with debtors are identified. It is noted that the applied methods do not allow ensuring compliance with the principle of causality in key processes of managing relations with debtors. In order to eliminate shortcomings, an analytical procedure has been developed based on a normative methodological approach, focused on a detailed assessment of overdue receivables, which allows identifying its impact on the level of profitability of agricultural products sold by organizations. In order to minimize overdue receivables as a financial instrument in the organization of work with debtors, it is recommended to introduce direct factoring with regression. To select a factoring company, before concluding a contract, it is necessary to study financial relationships with factor firms in order to determine (calculate) greater economic benefits from a transaction for the assignment of a monetary claim. The author's recommendations implementation in the processes of accounts receivable management in the agricultural organizations will contribute to accelerating the turnover of current assets by revising analytical and organizational impact tools.

Keywords: accounts receivable, management, accounting, business environment, agricultural organizations, analytical procedures, factoring

For citation: Shirobokov V.G., Neistadt M.L., Nuzhdin R.V., Shamrina I.V., Gorkovenko E.V. Analytical support for receivables management in agricultural organizations in an unstable business environment. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):220-236. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_220-236.

Существенными факторами, влияющими на финансовое обеспечение операционной, инвестиционной и инновационной деятельности сельскохозяйственных организаций, являются принципиальные изменения, произошедшие в последний период в мировой и отечественной экономике. Это связано с коренной трансформацией предпринимательских отношений из-за введения различного рода санкций со стороны недружественных стран и вынужденных контрсанкций со стороны Правительства РФ, что послужило началом разрушения сложившихся многолетних связей при осуществлении экспортно-импортных операций сельскохозяйственными организациями. Вследствие геополитических изменений сократились размеры государственной поддержки сельского хозяйства, резко возросли затраты, связанные с привлечением кредитных ресурсов, предоставляемых банками как сельскохозяйственным организациям, так и покупателям сельскохозяйственной продукции.

Произошедшие события во внешней и внутренней бизнес-среде свидетельствуют о ее неустойчивости, которая не могла не оказать негативного воздействия на финансовое состояние, процессы материально-технического снабжения и результаты экономической деятельности сельскохозяйственных организаций. В условиях санкционного давления, инфляционных скачков, роста стоимости кредитных ресурсов и проявления других негативных факторов внешней среды многие сельскохозяйственные организации постоянно сталкиваются с неплатежами за отгруженную продукцию и проданных животных. Как следствие, возникает недостаток финансовых ресурсов, необходимых для решения проблем импортозамещения, обеспечения расширенного воспроизводства и эффективной экономической деятельности многих организаций в целом.

Возникшие проблемы требуют пересмотра подходов к изучению и применению традиционных методов управления экономической эффективностью и финансовой устойчивостью субъектов агробизнеса. Одним из направлений совершенствования экономической работы в сельском хозяйстве можно считать противодействие росту дебиторской задолженности и разработку мероприятий, способствующих сокращению сроков ее погашения.

На основе анализа принципиально изменившихся условий развития экономики в Российской Федерации можно выделить ряд существенных аспектов, которые необходимо принять во внимание при изучении природы возникновения дебиторской задолженности и способов ее оптимизации отечественными сельскохозяйственными организациями.

Действующая нормативно-правовая база, регулирующая оценку такого вида актива, как дебиторская задолженность организаций, и в частности национальные стандарты бухгалтерского учета, содержат положения, которые в большей степени соответствуют ранее существовавшим условиям хозяйствования при отсутствии турбулентности в экономике. Определять текущую реальную стоимость любого актива (в том числе и дебиторской задолженности), учтенного на балансе организации, необходимо в соответствии с положениями ПБУ 8/2010 «Оценочные обязательства, условные обязательства и условные активы» [14] и ПБУ 21/2008 «Изменения оценочных значений» [13]. В то же время анализ основных норм федеральных стандартов бухгалтерского учета свидетельствует о наличии ряда существенных недостатков. Дополнительные сложности с практическим применением ПБУ 8/2010 возникают в связи с тем, что в новых геополитических и экономических условиях появились неопределенности, касающиеся поступления денежных средств от покупателей российской сельскохозяйственной продукции и продукции перерабатывающих организаций АПК, вида валюты и сроков ее зачисления на счета экспортеров, а также возможности расчетов между сторонами договора неденежными средствами (обмен сельскохозяйственной продукцией на ресурсы, необходимые для осуществления производственной деятельности); возникли затруднения, связанные с получением дивидендов и погашением купонов от вложений в зарубежные компании при отсутствии уверенности в получении иностранными поставщиками средств в иностранной валюте при осуществлении предоплаты закупки основных средств, запасных частей к импортной технике, средств защиты растений и животных, семян и посадочного материала (по закупкам прямого и параллельного импорта).

В современных реалиях практически невозможно руководствоваться положениями ПБУ 8/2010, так как в нем, в п. 2 отмечено, что область его применения не охватывает отношения сторон в том случае, если «... хотя бы одна сторона договора не выполнила полностью своих обязательств, за исключением трудовых договоров ...» [14].

Проблемы формирования релевантной учетной информации о величине и обороте дебиторской задолженности не решаются и при использовании Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО), часть из которых в настоящее время является обязательными к практическому применению коммерческими организациями, действующими в правовом поле России, в соответствии с приказами Министерства финансов РФ. Изучая положения комплекта стандартов МСФО, введенных в действие с 2015 г. Минфином РФ, и анализируя их содержание, нельзя не отметить отсутствие определенности в подходе к оценке обязательств контрагентов перед организациями за отгруженные ими товары по сделкам. Основным постулатом применяемых в РФ стандартов МСФО, регулирующих оценку обязательств приобретателя активов, является допущение факта того, что сторона, передающая актив, теряет над ним контроль. Об этом достаточно ясно указано, например в Международном стандарте финансовой отчетности (IFRS) 15 «Выручка по договорам с покупателями», где в п. B83 отмечено, что «... принятие актива покупателем может указывать на то, что покупатель получил контроль над активом» [10].

Учитывая возрастающую роль собственников в управлении дебиторской задолженностью и потребности кредиторов в информации о графике ее погашения, требуется формирование релевантной информации об объеме средств, который должен поступить в организацию исходя из реальной экономической ситуации, а не номинальной суммы, обозначенной в регистрах учета и отчетности экономических субъектов, целью деятельности которых является извлечение прибыли. Между тем за последние 5 лет (2017–2021 гг.) в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации в целом, в том числе в Воронежской области, наблюдаются тенденции, свидетельствующие о необходимости пересмотра существующих подходов к управлению дебиторской задолженностью (табл. 1).

Таблица 1. Показатели субъектов хозяйствования в сельском хозяйстве РФ и Воронежской области

Показатель	Годы					Среднегодовой темп динамики, ед.
	2017	2018	2019	2020	2021	
Стоимость реализованной продукции сельского хозяйства в РФ, тыс. руб.	3757899,464	4390390,580	4717830,560	5595483,909	7126110,067	1,173
Стоимость реализованной продукции сельского хозяйства малыми и средними субъектами хозяйствования РФ, тыс. руб.	830798,640	946804,193	993795,411	1117099,105	1334148,788	1,126
Стоимость реализованной продукции сельского хозяйства в Воронежской области, тыс. руб.	207468,245	249586,668	269567,098	348551,323	432059,013	1,201
Стоимость реализованной продукции сельского хозяйства малыми и средними субъектами хозяйствования Воронежской области, тыс. руб.	12519,686	14094,338	14336,594	18143,134	19938,437	1,123
Количество субъектов хозяйствования в сельском хозяйстве РФ – всего, ед.	15 760	16 423	17 025	17 451	18 073	1,035
Количество субъектов хозяйствования в сельском хозяйстве в Воронежской области – всего, ед.	454	471	483	489	499	1,024
Дебиторская задолженность организаций сельского хозяйства в РФ – всего, тыс. руб.	1254925,508	1458372,834	1504013,638	1750520,474	2130741,465	1,142
Период погашения дебиторской задолженности организаций сельского хозяйства РФ – всего, дни	36	35	41	45	51	1,091
Просроченная дебиторская задолженность организаций сельского хозяйства Воронежской области – всего, тыс. руб.	58441,203	71912,491	78873,108	102354,195	112537,339	1,178

За этот период стоимость реализованной сельхозпродукции в Российской Федерации увеличилась в среднем за год на 17,3%, в Воронежской области, в связи с более быстрыми темпами роста, – на 20,1%. Учитывая тот факт, что количество субъектов хозяйствования в этой сфере производства увеличилось незначительно (соответственно на 3,5 и 2,4%), можно сделать вывод о положительной направленности отмеченной тенденции в развитии сельского хозяйства. Об этом также свидетельствуют высокие темпы роста стоимости реализованной сельскохозяйственной продукции при незначительном увеличении количества субъектов агробизнеса. Вместе с тем отмечаем, что за это период наблюдалось резкое увеличение лага погашения дебиторской задолженности сельскохозяйственных организаций. Составляя существенную величину в сельском хозяйстве, он увеличился в 1,5 раза, что свидетельствует о негативной направленности выявленной тенденции и наращивании проблем в организации взаимоотношений с дебиторами. Несмотря на то, что среднегодовые темпы роста дебиторской задолженности организаций сельского хозяйства были ниже, чем темпы роста выручки от реализованной продукции, отмечаем факт роста среднегодовых темпов просроченной дебиторской задолженности: они превышали как темпы роста общей дебиторской задолженности, так и темпы роста доходов от продаж. При этом доля просроченной дебиторской задолженности сельхозорганизаций Российской Федерации и Воронежской области, как показывают дополнительные расчеты, превышала 75%. Такая тенденция наблюдалась и в 2022–2023 гг.

Особым видом дебиторской задолженности являются авансы, выданные поставщикам техники и материальных ресурсов. В большинстве случаев, используя монопольное положение, снабженческие организации требуют от сельскохозяйственных предприятий предварительной оплаты предстоящих поставок. Сельскохозяйственные организации получают предварительную оплату от покупателей продукции лишь в отдельных случаях. Так, на конец 2022 г. сумма выданных авансов сельскохозяйственными организациями Воронежской области составила 23 942 751 тыс. руб., а сумма полученной предоплаты – 7 021 565 тыс. руб. Как видим, размеры отвлеченных ресурсов в виде выданных авансов превышают сумму полученных предоплат более чем в 3 раза. Из этого следует, что необходим комплексный и системный подход к реализации функций экономического анализа, контроля и организации при применении инструментов управления дебиторской задолженностью в сельхозорганизациях.

Дебиторская задолженность в качестве сложного актива любого хозяйствующего субъекта обладает стоимостью, обязательно учитывается и анализируется руководством сельскохозяйственных организаций и региональными государственными органами управления и кредитными организациями. Ее величина должна дифференцированно (исходя из существенности сумм, сроков погашения и категорий (просроченная, неустраиваемая, оформленная претензиями и исковыми заявлениями и т. п.)) отражаться в финансовой (бухгалтерской) отчетности для обеспечения финансового анализа и проведения внутреннего и внешнего контроля.

Стереотипное восприятие дебиторской задолженности как совокупности средств, денег, сумм долгов [5, 6, 7] не позволяет в должной мере вести оптимизационные процессы управления ею. По нашему мнению, эта дефиниция охватывает более широкий круг экономических отношений и характеризует в настоящее время экономические отношения в неустойчивой, хотя и в определенной степени открытой, бизнес-среде. В связи с этим возникновение, существование, прекращение, оптимизация дебиторской задолженности сельхозорганизаций в условиях сложнейших товарно-денежных отношений с отечественными и зарубежными контрагентами накладывает специфический отпечаток на итоги экономической деятельности субъектов агробизнеса.

Организация, учет, анализ и контроль дебиторской задолженности на всех этапах развития экономической деятельности являются атрибутивными и важнейшими элементами системы процессов управления долгами контрагентов. Недоучитываемые, недооцениваемые и неконтролируемые изменения (в ту или иную сторону) дебиторской задолженности могут выступать в качестве основных факторов финансовой нестабильности и даже несостоятельности сельхозорганизаций.

Исследования показывают, что отрицательные тенденции увеличения дебиторской задолженности, выражающиеся в длительном изъятии экономических ресурсов организаций, обусловлены ростом степени неустойчивости бизнес-среды в первую очередь под воздействием внешних факторов.

При построении адаптивной к воздействию внешних факторов системы управления дебиторской задолженностью в сельскохозяйственных организациях необходимо принимать во внимание основные проблемы, систематизированные в работах С.Н. Маркова [9], О.В. Мощенко с соавт. [11]:

- недопонимание связи дебиторской задолженности с экономическими и социальными процессами;
- отсутствие достоверной информации о сроках погашения своих обязательств дебиторами;
- недостаточная степень регламентированности действий должностных лиц при возникновении просроченной дебиторской задолженности;
- отсутствие опыта применения современных инструментов анализа кредитоспособности покупателей продукции;
- пробелы в должностных регламентах бухгалтеров-аналитиков, финансистов и юристов при принятии управленческих решений при возникновении существенных сумм дебиторской задолженности как в целом по корпорации, так и по подразделениям (дочерним и зависимым организациям);
- низкое качество информационных потоков в части расходов, связанных с ростом дебиторской задолженности, продолжительностью ее оборачиваемости и взаимосвязью с риском банкротства.

Зарубежные авторы также придают важное значение изучению проблемных ситуаций, обусловленных наличием дебиторской задолженности у предпринимательских структур и ее погашением в контексте:

1) системности процессов аналитико-информационного обеспечения управления этим видом актива, а) характеризую возможные риски, связанные с возникновением дебиторской задолженности (Dankiewicz R. [17]); б) раскрывая направления транзакций для использования средств отсрочки платежей (Joe P. & Malhotra N. [19]); в) выявляя взаимосвязи структуры оборотного капитала (составной частью которого является дебиторская задолженность) и прибыльности (Prša D. [25], Rohini U., Malarkodi K. & Vanitha P. [27]);

2) конкретизации отличительных черт, присущих отдельным элементам системы процессного управления этим видом актива, включая аналитико-информационные аспекты и акцентируя внимание на способностях конкретных фирм кредитовать дебиторскую задолженность (Paul S., Guermat C. & Devi S. [24]; Farhan N., Tabash M. & Yameen M. [18]; Lin Q. & Qiao B. [20]; Yan N. & He X. [28]) и контролировать ее размеры (Renaldo N., Sudarno S. & Hutahuruk M. [26]);

3) оптимизации процессов управления этим видом оборотного капитала путем применения факторинга (Marchi B., Zanoni S. & Jaber M. [22]; Park J., Lee H., Park S. & Han I. [23]; Li Y. & Gu C. [21]).

В частности, D. Prša (Хорватия) рассмотрела соотношения, характеризующие взаимозависимости прибыльности и риска деятельности хозяйствующих субъектов, которые в большей степени инвестируют в оборотный капитал, в том числе кредитуют

дебиторскую задолженность, и установила, что они могут ожидать более низких уровней бизнес-риска, но неблагоприятных уровней прибыльности, и наоборот [25]. Эти выводы были сделаны на основе проведения автором статистического, корреляционного и панельного анализа деятельности 67 компаний обрабатывающей промышленности за 5 лет. Комплексный подход позволил автору выявить и систематизировать ключевые факторы управления оборотным капиталом и отдать приоритеты мерам воздействия на кредиторскую задолженность как оказывающую более сильное влияние на прибыльность, чем дебиторская задолженность. Считаем такую позицию достаточно обоснованной только для условий устойчивой бизнес-среды. Вместе с тем невысокий уровень рентабельности обусловлен дополнительными расходами, связанными с привлечением заемного капитала. В российской экономике такие расходы наиболее существенны в связи с ростом размера ключевой ставки ЦБ Российской Федерации, которая напрямую влияет на стоимость привлеченных ресурсов.

Взаимосвязь кредиторской и дебиторской задолженности изучена также N.H.S. Farhan, M.I. Tabash & M. Yameen. (Индия) с точки зрения влияния политики и процедур кредитования на величину дебиторской задолженности [18]. Авторы также провели статистический, корреляционный анализ и панельное тестирование взаимосвязей между рентабельностью активов и периодом погашения дебиторской задолженности. Исследуя репрезентативные данные многих компаний, ученые обосновали необходимость раннего погашения дебиторской задолженности (то есть досрочно), чтобы пользоваться льготной ставкой кредитования. Данный подход заслуживает внимания, поскольку сэкономленные средства затем можно использовать в качестве дополнительного источника краткосрочного финансирования.

Применение инструментов управления оборотным капиталом и его влияние на финансовые показатели фирм изучено U. Rohini, K. Malarkodi & P. Vanitha с точки зрения оценки неадекватности способов управления, снижающих не только прибыльность, но и способных привести к финансовому кризису в организациях [27]. Авторы подтвердили выводы об отрицательном воздействии необоснованных размеров вложений в оборотный капитал (в том числе дебиторскую задолженность) на доходность фирм. На основе проведенного коэффицентного анализа деятельности субъекта хозяйствования за три года выявлен рост инвестиций в оборотный капитал за счет увеличения доли оборотных активов в их общем объеме и отрицательное влияние этого явления на доходность фирм. Заслуживает внимания, на наш взгляд, предложение авторов анализировать динамику продаж и финансовых результатов за длительный период. Полагаем, что такой подход будет актуальным для организации аналитической работы лишь с учетом циклов развития предприятия, а также макроэкономических условий его деятельности.

Отдельные способы оптимизации дебиторской задолженности, используя разнообразные инструменты факторинга, предложили B. Marchi, S. Zanonì & M. Jaber (Италия). Принимая во внимание тот факт, что эффективность цепочки оплаты поставок ограничена, авторы исследовали разнообразные инструменты факторинга и сделали вывод о возможности нового подхода к повышению прибыли, основанного на преимуществах обратного факторинга [22]. Авторы апеллируют к преимущественной стороне обратного факторинга (механизм финансирования, основанный на взаимном соглашении поставщика, факторинговой фирмы (банка) и покупателя), который позволяет сократить как чистый операционный оборотный капитал, так и цикл поступления денежных средств компании, а также улучшить финансовый рейтинг поставщика. Считаем, что в неустойчивой бизнес-среде применять такую форму факторинга целесообразно лишь в особых случаях с учетом результатов анализа финансового состояния и рисков бизнеса конкретного покупателя.

Сопоставление значимости факторинга признанной дебиторской задолженности с факторингом раскрытой дебиторской задолженности выполнено J.M. Park, H.Y. Lee, S.H. Park & I. Nap (Корея) в соответствии с условиями, возникшими после принятия стандартов отчетности МСФО [23]. Авторы доказывают, что рынок воспринимает признанный учтенный обратный факторинг (Accounts Receivable Factoring – AR-факторинг) как более негативный, при этом взаимосвязь между признанным AR-факторингом и стоимостью собственного капитала отрицательная. Если фирма с высоким уровнем заемных средств нуждается в финансовом капитале, то она с меньшей вероятностью будет учитывать AR в рамках МСФО, чем в соответствии с корейскими национальными учетными стандартами (K-GAAP). Если высока вероятность финансовых затруднений, авторы установили более быструю реакцию рынка на признанную, а не на раскрытую в отчетности, информацию о дебиторской задолженности. Однако, по нашему мнению, в таком случае роль собственников бизнеса в управлении дебиторской задолженностью нивелируется.

Вышеизложенное свидетельствует о перманентном интересе зарубежных специалистов к нерешенным проблемам, связанным с процессом управления дебиторской задолженностью компаний. Это обусловлено тем, что бизнесу зарубежных компаний также свойственны рискованные ситуации, связанные с существенными финансовыми затруднениями, вызванными недостатками управления бизнес-отношениями с дебиторами.

При управлении дебиторской задолженностью решаются многие задачи, обоснование результатов которых выполняется на основе осуществляемых в определенной последовательности действий в ходе одновременно выполняемых таких управленческих процессов, как организация, учет, анализ, контроль. По их результатам разрабатываются управленческие решения по координации и регулированию экономической деятельности, связанной с возникновением и погашением дебиторской задолженности. Проведенные нами исследования экономической деятельности сельскохозяйственных организаций показывают, что в управлении дебиторской задолженностью в наибольшей степени нуждаются в совершенствовании ключевые процессы организации и анализа. Имеется в виду организация работы с контрагентами (дебиторами – покупателями сельскохозяйственной продукции и животных), поскольку на этот процесс оказывают более сильное влияние негативные факторы внешней среды (например, монополизм перерабатывающих организаций), и анализ качества дебиторской задолженности, поскольку ее содержание и структура (сомнительная и безнадежная) остаются без должного внимания аналитиков, финансистов и руководителей. Это обусловлено тем, что они ограничиваются применением традиционных приемов коэффициентного анализа, в известной степени вуалирующего реальное положение дел и не формирующего релевантной информации пользователям (менеджерам, собственникам, кредиторам; государственным органам управления, предоставляющим субсидии и др.).

Опираясь на содержательные и сущностные характеристики ключевых процессов взаимодействия с дебиторами, охарактеризуем, каким образом можно реализовать резервы эффективного управления дебиторской задолженностью [15].

О значимости такого ключевого управленческого процесса, как анализ дебиторской задолженности (ДЗ) в организациях можно судить по утверждениям отечественных исследователей. По мнению С.Г. Чеглаковой, дебиторская задолженность оказывает непосредственное влияние на эффективность использования оборотного капитала; рост или сокращение этого вида активов оказывает прямое влияние на финансовое состояние организации в целом [16, с. 89]. Анализ дебиторской задолженности является гибким инструментом для определения наиболее рациональных форм расчетов, а также обоснования целесообразности их использования [1, с. 185]. Как отмечают К.В. Карелина и С.А. Нардина, эффективное управление дебиторской задолженностью (в том числе анализ) является предпосылкой успешного ведения бизнеса, поскольку создает

условия для быстрого роста бизнеса и улучшения его финансовых показателей [8]. Н.В. Горшкова и О.В. Хмелёва подчеркивают, что для тестирования жизнеспособности крупных агроформирований в системе финансового управления холдинговыми структурами необходимо оценивать дебиторскую задолженность на основе данных консолидированной отчетности [2, с. 27–28]. Экспертные мнения исследователей свидетельствуют о том, что квалифицированный анализ дебиторской задолженности и мониторинг сомнительных долгов потребителей способны предотвратить трансформацию ее доли в категорию безнадежных долгов. В этой связи возникает необходимость применения комплекса аналитических процедур и многогранности инструментов оценки дебиторской задолженности организаций.

Аналитическая процедура, с одной стороны, это система взаимосвязанных элементов, характеризующих в соответствии с экономической логикой последовательность необходимых действий, направленных на достижение четко обусловленной цели. С другой стороны, аналитическая процедура представляет собой управленческий процесс, вход в который представлен информацией, формируемой в финансовом, управленческом, статистическом, налоговом учете и отчетности, а выход – релевантными управленческими решениями.

Аналитические процедуры, применяемые к процессам управления дебиторской задолженностью, весьма разнообразны и разнонаправлены. В их основе лежат традиционные методики, включающие:

- горизонтальный и вертикальный анализ дебиторской задолженности [1, 2, 8, 16], позволяющие оценить ее состав, структуру и динамику за определенный период;
- коэффициентный анализ: коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, дающий возможность установить вероятность ее оплаты контрагентами [1, 2, 8, 16], коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности, характеризующий отсутствие или наличие угрозы для финансового положения организации (банкротства) [1, 8];
- анализ временного ожидания (период погашения дебиторской задолженности), позволяющий оценить риски (рост) неоплаты дебиторской задолженности покупателями [1, 4, 5, 8].

Вместе с тем следует отметить, что разработанных методик аналитических процедур, элементами которых являются показатели, применяемые для оценки степени безнадежности и/или сомнительности дебиторской задолженности, явно недостаточно. В этом направлении имеются лишь отдельные попытки к разработке методических подходов. Например, Н.В. Горшкова и О.В. Хмелёв предлагают анализировать внешнюю дебиторскую задолженность в разрезе сроков (по интервалам) ее погашения: до 1 месяца; от 1 до 3 месяцев; от 3 до 6 месяцев; от 6 до 12 месяцев; свыше 12 месяцев) [2, с. 30–31]. С.Г. Чеглакова рекомендует оценивать сомнительную дебиторскую задолженность по ее доле участия в общем объеме текущих активов и в составе общей суммы долгов [16, с. 91]. Такие подходы лишь частично восполняют существующие пробелы в методике оценки дебиторской задолженности в условиях риска и неопределенности (например, риск авансовых платежей по импортным поставкам из западных стран или предоплаты отечественным поставщикам, бизнес которых находится на стадии спада). Поэтому предложенных элементов явно недостаточно для соблюдения принципа каузальности в процессах анализа результативности работы с дебиторами сельскохозяйственных организаций, когда негативные факторы внешней бизнес-среды снижают эффективность экономической деятельности из-за недооценки реального состояния дебиторской задолженности на конкретный (текущий или будущий) момент принятия управленческих решений.

С целью развития методического обеспечения, используемого в аналитических процедурах управления дебиторской задолженностью в неустойчивой бизнес-среде, предлагается к применению аналитическая система, состоящая из пяти относительных показателей, характеризующих работу с дебиторами в части оценки уровня влияния просроченной дебиторской задолженности, которая в будущем может трансформироваться в сомнительную. Показатели и их рекомендуемые нормативные ограничения в виде целевых ориентиров приведены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели аналитической системы «Оценка дебиторской задолженности»

Показатель	Формула расчета	Нормативный целевой ориентир
Доля просроченной дебиторской задолженности (ДЗ _д), ед.	$\frac{ДЗ_{пр}}{ДЗ_{о}}$	$\leq 0,8$
Скорректированная рентабельность продукции (Р _{пр}), %	$\frac{\Pi_{п} - \Pi_{дз}}{С_{п}}$	$\geq 10,0$
Скорректированная рентабельность продаж (Р _п), %	$\frac{\Pi_{п} - \Pi_{дз}}{В_{п} - ДЗ_{пр} - НДС_{дз}}$	$\geq 7,5$
Недополучение рентабельности продукции из-за влияния фактора «просроченная дебиторская задолженность» (Н _{рпр}), %	$\frac{\Pi_{п}}{С_{п}} - \frac{\Pi_{п} - \Pi_{дз}}{С_{п}}$	$\leq 5,5$
Недополучение рентабельности продаж из-за влияния фактора «просроченная дебиторская задолженность» (Н _{рп}), %	$\frac{\Pi_{п}}{В_{п}} - \frac{\Pi_{п} - \Pi_{дз}}{В_{п} - ДЗ_{пр} - НДС_{дз}}$	$\leq 4,0$

Примечание: ДЗ_{пр} – просроченная дебиторская задолженность, тыс. руб.; ДЗ_о – дебиторская задолженность – всего, тыс. руб.; $\Pi_{п}$ – прибыль от продаж, тыс. руб.; $\Pi_{дз}$ – прибыль, иммобилизованная в просроченной дебиторской задолженности, тыс. руб.; $\Pi_{дз}$ – прибыль, иммобилизованная в просроченной дебиторской задолженности, тыс. руб.; НДС_{дз} – налог на добавленную стоимость с дебиторской задолженности, тыс. руб.

Дадим пояснения к формулам, положенным в основу методики оценки дебиторской задолженности в условиях неустойчивой бизнес-среды. Целевая установка рекомендуемой системы аналитических показателей основана на сравнении фактических их значений с нормативным целевым ориентиром, что позволяет обеспечить оперативную реакцию руководства сельскохозяйственной организации на возникшие сложности и минимизировать их негативные последствия. В случае, когда скорректированные показатели рентабельности продаж и продукции отклоняются от нормативного целевого ориентира в меньшую сторону из-за несоблюдения контрагентами сроков погашения дебиторской задолженности, необходимо принять конкретные меры исходя из специфических ситуаций и характера взаимоотношений с контрагентами по активизации работы по погашению или сокращению их задолженности (историю взаимоотношений с конкретным контрагентом, его финансовое состояние, возможность взаиморасчетов или получения оплаты в ходе товарообменных операций; получения им кредита банка или помощи головной организации – для хозяйств, входящих в холдинг и т. п.). Когда скорректированные показатели рентабельности продаж и продукции отклоняются от нормативного целевого ориентира в большую сторону из-за роста суммы прибыли от продаж с отсрочкой платежа, то делается вывод о достаточно оптимизированной работе сельхозорганизации с дебиторами.

Другим ключевым управленческим процессом является организация работы с дебиторской задолженностью, ориентированная на мобилизацию вскрытых в ходе анализа финансового состояния должника его возможностей погашения долгов за счет получения дополнительных ресурсов в виде государственных субсидий; взаимного получения ссуды внутри агрохолдинга; погашения задолженности неденежными средствами и т. п. Кроме того, необходимо установить, какие организационные мероприятия целесообразно рекомендовать к применению в сельхозорганизации как редко принимаемые во внимание менеджерами на данный момент. Можно руководствоваться обобщенными О.В. Мощенко, М.М. Шайлиевой и А.Ю. Усановым организационными мероприятиями, способствующими ускорению погашения дебиторской задолженности организации: 1) детальная классификация дебиторской задолженности по срокам ее оплаты по шести группам; 2) перманентный пересмотр предельной суммы поставок с последующей оплатой, учитывающей фактическое финансовое положение контрагента; 3) оценка платежеспособности потенциального контрагента; 4) страхование дебиторской задолженности для предотвращения непредвиденных потерь; 5) предоставление контрагентам скидок за досрочную оплату счетов только в том случае, если она обеспечит прибыль в размере большем, чем размер предоставленной скидки; 6) продажа дебиторской задолженности, то есть факторинг [11, с. 96–97]. О.О. Дроботова также придерживается аналогичных рекомендаций, отдавая предпочтение товарному кредиту и факторингу [5, с. 202]. М.В. Добриной конкретизируются ситуации, когда применение факторинга оправдано, считая, что экономическая выгода организации от безотлагательного поступления денежных средств превышает ее размер в случае их поступления в срок [4, с. 97].

Вместе с тем следует отметить, что применение факторинга связано с определенными рисками, имеющими финансовый и нефинансовый характер: 1) рост потерь из-за получения неполной суммы долга; 2) утрата внутреннего контроля над дебиторами из-за отсутствия сведений, необходимых для мониторинга финансового состояния должника. Отрицательное влияние этих рисков усугубляется в условиях возрастания неустойчивости внешней бизнес-среды.

В то же время внедрение и использование прямого факторинга как финансового инструмента при определенных условиях может оптимизировать организацию работы с дебиторами и позволит восполнить недостаток финансовых ресурсов в связи с нарушением сроков погашения дебиторской задолженности и возникновением безнадежных к получению долгов. В условиях длительного цикла погашения задолженности контрагентов наиболее традиционным способом привлечения сельхозорганизациями оборотных средств является банковское кредитование. Однако проценты за использование кредитных ресурсов довольно высоки. Их рост в современных условиях связан с повышением ключевой ставки Центрального банка Российской Федерации. Несмотря на наличие государственных программ субсидирования процентов, уплаченных сельскохозяйственными организациями банкам, отмечаем, что не все субъекты агробизнеса имеют возможность получать льготные кредиты (в Воронежской области в последние пять лет льготное кредитование предоставляется лишь 30 процентам хозяйствующих субъектов).

В качестве прогрессивного способа пополнения оборотных средств от покупателей в условиях нестабильного притока денежных ресурсов выступает заключение с банком или иной организацией договора финансирования под уступку денежного требования (факторинг). Отношения между сторонами договора финансирования под уступку денежного требования (договора факторинга) регулируются ст. 824–833 гл. 43 ГК РФ «Финансирование под уступку денежного требования» [3]. Факторинговый договор является трехсторонним. Если руководство сельскохозяйственной организации

считает целесообразным привлечение денежных средств путем заключения договора финансирования под уступку денежного требования, то следует иметь в виду, что участниками договора являются:

- факторинговая компания (фактор-банк, фактор-фирма) – специализированная организация, получающая счета-фактуры своих клиентов (поставщиков продукции или подрядчиков, выполняющих работы);
- клиент (поставщик сельскохозяйственной продукции или животных);
- заемщик (покупатель) – организация, приобретающая сельскохозяйственную продукцию или животных.

Финансовым агентом по договору факторинга может быть банк или иные коммерческие организации, имеющие лицензию на этот вид деятельности (руководитель сельскохозяйственной организации перед заключением договора должен убедиться в наличии такой лицензии у фактор-фирмы и сроках ее действия). В договоре закрепляются права и обязанности банка-фактора и клиента по отношению друг к другу, условия их взаимоотношений. При заключении договора факторинга сельскохозяйственная организация (клиент) должен обосновать:

1) наличие денежного требования. Для этого предъявляется договор с должником (организацией, закупающей сельскохозяйственную продукцию и животных), а также документы, подтверждающие отгрузку продукции или животных (товаротранспортные накладные соответствующей формы; акты на выполнение работ – в случае выполнения работ или оказания услуг сторонним организациям; выставленные счета-фактуры; банковские документы при наличии предоплаты и др.);

2) способность должника оплатить долг. Для этого банк или фактор-фирма самостоятельно определяет состав подтверждающих документов, которыми могут быть: рекомендации партнеров должника, гарантийные письма, копия баланса, документы о наличии у должника имущества, копии платежных поручений, подтверждающие оплату предыдущих поставок, аудиторское заключение и другие. При необходимости может быть проведен финансовый анализ деятельности плательщика.

Для расчета и сравнения затрат на факторинговое обслуживание с целью выбора лучшего варианта договора необходимо исходить из условий предоставления услуги факторинга в различных факторинговых компаниях, где процентная ставка относится к сумме фактуры, а комиссия взимается от общей суммы дебиторской задолженности. Пример: факторинговые компании покупают дебиторскую задолженность в размере до 5 млн руб., в том числе и просроченную дебиторскую задолженность в размере 0,2 млн руб. В таблице 3 приведены условия предоставления соответствующими компаниями и банками факторинга без регресса. При факторинге с регрессом отсутствует взимание процента за риск невозврата. Остальные условия совпадают.

Таблица 3. Условия предоставления факторинга без регресса банками и факторинговыми компаниями в РФ

Факторинговые компании	Процент фактуры, %	Срок кредита, дни	Процент за кредит, % в день	Процент за риск невозврата, % в день	Комиссия за обслуживание, %
ООО «ВТБ Факторинг»	90	До 120	0,32	0,15	2,0
ПАО «Промсвязьбанк»	95	До 120	0,32	0,20	2,5
АО «Альфа-Банк»	90	До 120	0,35	0,20	1,5
ООО «Национальная факторинговая компания «НФК»»	90	До 120	0,30	0,15	3,0

Исходя из этих условий сельскохозяйственным организациям рекомендуется использование факторинга с регрессом. Это обусловлено тем, что факторинговая компания проверяет финансовое состояние дебиторов, историю их платежей и работает только с потенциально платежеспособными дебиторами. Факторинг без регресса обходится для сельскохозяйственной организации существенно дороже, чем с регрессом, так как в этом случае риск невозврата долга полностью переходит к факторинговой компании.

Приведем пример расчета расходов на услуги факторинга при заключении условной сельхозорганизации ООО «Рассвет» договора с ООО «ВТБ Факторинг». При заключении договора с другими компаниями расчет расходов на факторинг будет соответствовать условиям этих договоров. Размер задолженности условного дебитора ООО «Покупатель» за 2022 г. составляет 1720,0 тыс. руб. Данному дебитору предоставлена отсрочка платежа на срок 30 календарных дней. Исходя из этого были произведены расчеты соответствующих показателей по условиям предоставления услуги факторинга (табл. 4).

Таблица 4. Расчет затрат на услуги факторинга (условная ситуация)

Показатель	Формула	Расчет показателя, тыс. руб.
Плата за денежное финансирование по факторингу	$Пф = ДЗ(ТК \cdot ПК/100),$ где Пф – проценты за денежное финансирование факторинга; ДЗ – дебиторская задолженность контрагента; ПК – процент за кредит; ТК – срок кредита в днях	$Пф = 1720,0 (30 \cdot 0,0032) = 165,72$
Плата за риск невозврата дебитором задолженности	$ПР_n = ДЗ(ТК \cdot ПР/100),$ где ПР _n – плата за риск невозврата дебитором задолженности; ДЗ – дебиторская задолженность контрагента; ПР – процент за риск невозврата денег; ТК – срок кредита в днях	$ПР_n = 1720,0(30 \cdot 0,0015) = 77,40$
Комиссия от общей суммы дебиторской задолженности	$Кф = ДЗ \cdot Пк/100,$ где Кф – комиссия факторинговой компании; Пк – процент за комиссию	$Кф = 1720,0 \cdot 0,02 = 34,4$

Таким образом, плата факторинговой компании за денежное финансирование составит 165,12 тыс. руб., за риск невозврата долга дебитором – 77,40 тыс. руб., комиссия – 34,4 тыс. руб. Соответственно общая сумма расходов при факторинге без регресса составит 276,92 тыс. руб. В системе бухгалтерского учета и отчетности общая сумма таких затрат включается в состав прочих расходов и уменьшает сумму прибыли. В налоговом учете, если исчисляются доходы и расходы по методу начисления и при этом сельскохозяйственная организация уступает право требования долга, фактор-фирме до наступления предусмотренного договором купли-продажи сельскохозяйственной продукции, животных (работ, услуг) срока платежа, то разница между доходом от продажи продукции и суммой, получаемой от уступки права требования долга признается убытком, уменьшающим налогооблагаемую прибыль. В соответствии с требованиями статьи 269 Налогового кодекса Российской Федерации размер убытка в таком случае не может превышать сумму процентов, которую налогоплательщик уплатил бы по долговым обязательствам, выданным в том же квартале на сопоставимых условиях [12]. При отсутствии у организации долговых обязательств перед российскими организациями, полученных на сопоставимых условиях, ставка процентов принимается в размере, равном ставке ЦБ Российской Федерации, увеличенной в полтора раза.

Результаты расчета расходов на продажу дебиторской задолженности по каждой из факторинговых компаний приведены в таблице 5.

Таблица 5. Расходы на факторинг (условная ситуация)

Факторинговые компании	С регрессом, тыс. руб.	Без регресса, тыс. руб.
ООО «ВТБ Факторинг»	199,51	276,92
ПАО «Промсвязьбанк»	208,12	311,32
АО «Альфа-Банк»	206,40	309,60
ООО «Национальная факторинговая компания «НФК»»	206,40	283,80

По данным таблицы 5 видно, что для сельхозорганизации ООО «Рассвет» меньшая плата по договору факторинга с регрессом имеет место при заключении договора с ООО «ВТБ Факторинг». При условии заключения договора с ООО «ВТБ Факторинг» сумма фактуры – 90% от размера продаваемой дебиторской задолженности составит 1548,00 тыс. руб. Эти денежные средства сельхозорганизация может направить на погашение части своей кредиторской задолженности или досрочное погашение кредита, что позволит сократить расходы на привлечение ссудного капитала и ускорить оборачиваемость оборотных средств.

Выводы

На основании результатов проведенного исследования аналитического обеспечения процессов управления дебиторской задолженностью сельскохозяйственных организаций в неустойчивой бизнес-среде были сделаны следующие выводы:

1) среди традиционных процессов управления дебиторской задолженностью в наибольшей степени нуждаются в корректировке или модификации такие, как организация работы с дебиторами и проведение анализа этого вида задолженности;

2) существующие подходы к выполнению аналитических процедур относительно дебиторской задолженности на практике в основном сводятся к коэффициентному анализу соотношения ее общей суммы (без дифференциации по видам и особого внимания к проблемным суммам просроченной и сомнительной задолженности) и не учитывают влияние рисков непогашения проблемных видов задолженности на рентабельность экономической деятельности. Это дезинформирует стейкхолдеров и затрудняет процессы принятия ими экономических решений, а также приводит к проблемам финансового обеспечения расширенного воспроизводства;

3) с целью улучшения качества информационной базы рекомендуется дифференцированное представление в отчетности организации сведений о существенных размерах, сроках погашения (по интервалам) и видам задолженности;

4) разработанные рекомендации по совершенствованию аналитических процедур, основанных на расчете дополнительных показателей для оценки дебиторской задолженности, позволяют выявить ее влияние на эффективность деятельности и финансовое состояние организации и сформировать информацию, полезную собственникам и менеджерам для принятия оперативных управленческих решений, обеспечивающих сокращение сроков погашения долгов дебиторами и сокращение удельного веса безнадежных и невозвратных сумм;

5) выполненные сопоставительные расчеты, направленные на совершенствование организации работы с дебиторами и обоснование целесообразности заключения договора факторинга с регрессом, могут послужить дополнительным аргументом в ходе выбора соответствующих инструментов управления дебиторской задолженностью в неустойчивой бизнес-среде.

Список источников

1. Андрюхина Н.В. Анализ дебиторской задолженности организации // Электронный научно-практический журнал «ИнноЦентр». 2019. Вып. 4(25). С. 185–191.
2. Горшкова Н.В., Хмельёва О.В. Оценка состояния дебиторской и кредиторской задолженности в агропродовольственных холдингах // Международный бухгалтерский учет. 2012. № 22(220). С. 27–38.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ). Принят Государственной Думой 21.10.1994 № 51-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142 (дата обращения: 02.06.2023).
4. Добрина М.В. Оптимизация процесса управления дебиторской задолженностью с применением факторинга // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2017. № 1. С. 97–101.
5. Дроботова О.О. Дебиторская задолженность в российской экономике: региональные тенденции // Финансы: теория и практика. 2021. Т. 25, № 5. С. 200–214. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-5-200-214.
6. Зубарев И.С., Селиванова Н.С. Анализ актуальных методов управления дебиторской задолженностью // Вестник Евразийской науки. 2020. Т. 12, № 2. С. 42.
7. Ибрагимова Н.Т. Дебиторская задолженность: настоящее возникновение, анализ, управление // Актуальные вопросы современной экономики. 2020. № 2. С. 342–346. DOI: 10.34755/IROK.2020.70.77.053.
8. Карелина К.В., Нардина С.А. Методы анализа и управления дебиторской задолженностью в организациях // Вектор экономики: электронный научный журнал. 2020. № 1. С. 4.
9. Марков С.Н. Проблемы применения подходов к оценке рыночной стоимости дебиторской задолженности в современных условиях // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2022. Т. 11, № 2. С. 68–73. DOI: 10.24412/2225-8264-2022-2-68-73.
10. Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 15 «Выручка по договорам с покупателями»: Приложение № 5 к Приказу Министерства финансов Российской Федерации от 27.06.2016 № 98н [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201985 (дата обращения: 02.06.2023).
11. Мощенко О.В., Шайлиева М.М., Усанов А.Ю. Контрольно-аналитические аспекты управления дебиторской задолженностью в АПК // Управленческий учет. 2013. № 7. С. 92–98.
12. Налоговый кодекс Российской Федерации от 05.08.2000 № 117-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165 (дата обращения: 02.06.2023).
13. Об утверждении Положений по бухгалтерскому учету. Приложение № 2 к Приказу Министерства финансов Российской Федерации от 06.10.2008 № 106н «Положение по бухгалтерскому учету «Изменения оценочных значений» (ПБУ 21/2008)» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/legalnews/22542> (дата обращения: 02.06.2023).
14. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Оценочные обязательства, условные обязательства и условные активы» (ПБУ 8/2010): Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 13.12.2010 № 167н [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110328 (дата обращения: 02.06.2023).
15. Сафонов Д.М., Никулина С.Н., Гривас Н.В. Управление дебиторской задолженностью покупателей // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. № 1. С. 297–304. DOI: 10.34755/IROK.2021.73.64.038.
16. Чеглакова С.Г. Анализ движения денежных средств, дебиторской задолженности и финансовых результатов // Финансовый менеджмент. 2014. № 5. С. 83–95.
17. Dankiewicz R. Single cover as a supplement to the product offer of trade credit insurers used in risk management processes in enterprises // International Journal of Business Performance Management. 2020. Vol. 21(4). Pp. 400–416. DOI: 10.1504/IJBPM.2020.110807.
18. Farhan N.H.S., Tabash M.I., Yameen M. The relationship between credit policy and firms' profitability: Empirical evidence from Indian pharmaceutical sector // Investment Management and Financial Innovations. 2020. Vol. 17(2). Pp. 146–156. DOI: 10.21511/imfi.17(2).2020.12.
19. Joe P., Malhotra N. An exploratory study on increase of transactions with the use of deferred payment facilities // SMART Journal of Business Management Studies. 2021. Vol. 17(1). Pp. 11–19. DOI: 10.5958/2321-2012.2021.00002.6.
20. Lin Q., Qiao B. The relationship between trade credit and bank loans under economic fluctuations-based on the perspective of the supply chain // Applied Economics. 2021. Vol. 53(6). Pp. 688–702. DOI: 10.1080/00036846.2020.1809632.
21. Li Y., Gu C. Factoring policy with constant demand and limited capital // International Transactions in Operational Research. 2020. Vol. 27(6). Pp. 3104–3122. DOI: 10.1111/itor.12514.
22. Marchi B., Zanon S., Jaber M.Y. Improving supply chain profit through reverse factoring: A new multisuppliers single-vendor joint economic lot size model // International Journal of Financial Studies. 2020. Vol. 8(2). Article no. 23. DOI: 10.3390/ijfs8020023.
23. Park J.M., Lee H.Y., Park S.H. et al. Value relevance of accounts receivable factoring and its impact on financing strategy under the K-IFRS after COVID-19 from the perspective of accounting big data // Sustainability. 2020. Vol. 12(24). Article no. 10287. DOI: 10.3390/su122410287.

24. Paul S.Y., Guermat C., Devi S. Why do firms invest in accounts receivable? An empirical investigation of the Malaysian manufacturing sector // *Journal of Accounting in Emerging Economies*. 2018. Vol. 8(2). Pp. 166–184. DOI: 10.1108/JAEE-01-2017-0005.
25. Prša D. The impact of working capital management on the profitability of Croatian manufacturing SMEs // *Ekonomski Vjesnik/Econviews – Review of Contemporary Business, Entrepreneurship and Economic Issues*. 2020. Vol. 33(2). Pp. 371–382.
26. Renaldo N., Sudarno S., Hutahuruk M.Br. Internal control system analysis on accounts receivable in SP corporation // *Accounting Journal of Binaniaga*. 2020. Vol. 5(2). Pp. 73–84. DOI: 10.33062/ajb.v5i2.382.
27. Rohini U., Malarkodi K., Vanitha P. Working capital management and its impact on firm's financial performance // *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*. 2020. Vol. 6(8). Pp. 10–17. DOI: 10.46501/IJMTST060803.
28. Yan N., He X. Optimal trade credit with deferred payment and multiple decision attributes in supply chain finance // *Computers & Industrial Engineering*. 2020. Vol. 147(3). Article no. 106627. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106627.

References

1. Andryukhina N.V. The analysis of receivables of the organization. *Innocentre Electronic Journal*. 2019;4(25):185-191. (In Russ.).
2. Gorshkova N.V., Khmeleva O.V. Assessment of the state of accounts receivable and accounts payable in agri-food holdings. *International Accounting*. 2012;22(220):27-38. (In Russ.).
3. The Civil Code of the Russian Federation. Adopted by the State Duma on 21.10.1994 No. 51-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142. (In Russ.).
4. Dobrina M.V. Control process optimization receivables using factoring. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2017;1:97-101. (In Russ.).
5. Drobotova O.O. Accounts receivable in the Russian economy: regional trends. *Finance: theory and practice*. 2021;25(5):200-214. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-5-200-214. (In Russ.).
6. Zubarev I.S., Selivanova N.S. Analysis of current methods of accounts receivable management. *The Eurasian Scientific Journal*. 2020;12(2):42. (In Russ.).
7. Ibragimova N.T. Accounts receivable: present occurrence, analysis, management. *Actual issues of the modern economy*. 2020;2:342-346. DOI: 10.34755/IROK.2020.70.77.053. (In Russ.).
8. Karelina K.V., Nardina S.A. Methods of analysis and management of accounts receivable in organizations. *Vector of Economy*. 2020;1:4. (In Russ.).
9. Markov S.N. Problems of applying approaches to assessing the market value of receivables in modern conditions. *Vestnik Sibirskogo Instituta Biznesa i Informatsionnykh Tekhnologii*. 2022;11(2):68-73. DOI: 10.24412/2225-8264-2022-2-68-73. (In Russ.).
10. International Financial Reporting Standard (IFRS) 15 "Revenue from Contracts with Customers": Supplement No. 5 to the Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation No. 98n of 27.06.2016. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_201985. (In Russ.).
11. Moshchenko O.V., Shaylieva M.M., Usanov A.Yu. Control and analytical aspects of accounts receivable management in Agro-Industrial Complex. *Management Accounting*. 2013;7:92-98. (In Russ.).
12. Tax Code of the Russian Federation No. 117-FZ of 05.08.2000. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165. (In Russ.).
13. On approval of Russian Accounting Standards. Supplement No. 2 to the Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 06.10.2008 No. 106n «Russian Accounting Standard "Changes in Estimated Values" (RAS 21/2008)». URL: <https://www.consultant.ru/legalnews/22542>. (In Russ.).
14. On approval of Russian Accounting Standard "Estimated Liabilities, Contingent Liabilities and Contingent Assets" (RAS 8/2010): Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation of 13.12.2010 No. 167n. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110328. (In Russ.).
15. Safonov D.M., Nikulina S.N., Grivas N.V. Customer accounts receivable management. *Actual issues of the modern economy*. 2021;1:297-304. DOI: 10.34755/IROK.2021.73.64.038. (In Russ.).
16. Cheglakova S.G. Analysis of cash flow, accounts receivable and financial results. *Financial Management*. 2014;5:83-95. (In Russ.).
17. Dankiewicz R. Single cover as a supplement to the product offer of trade credit insurers used in risk management processes in enterprises. *International Journal of Business Performance Management*. 2020;21(4):400-416. DOI: 10.1504/IJBPM.2020.110807.
18. Farhan N.H.S., Tabash M.I., Yameen M. The relationship between credit policy and firms' profitability: Empirical evidence from Indian pharmaceutical sector. *Investment Management and Financial Innovations*. 2020;17(2):146-156. DOI: 10.21511/imfi.17(2).2020.12.
19. Joe P., Malhotra N. An exploratory study on increase of transactions with the use of deferred payment facilities. *SMART Journal of Business Management Studies*. 2021;17(1):11-19. DOI: 10.5958/2321-2012.2021.00002.6.

20. Lin Q., Qiao B. The relationship between trade credit and bank loans under economic fluctuations-based on the perspective of the supply chain. *Applied Economics*. 2021;53(6):688-702. DOI: 10.1080/00036846.2020.1809632.
21. Li Y., Gu C. Factoring policy with constant demand and limited capital. *International Transactions in Operational Research*. 2020;27(6):3104-3122. DOI: 10.1111/itor.12514.
22. Marchi B., Zaroni S., Jaber M.Y. Improving supply chain profit through reverse factoring: A new multisuppliers single-vendor joint economic lot size model. *International Journal of Financial Studies*. 2020;8(2):23. DOI: 10.3390/ijfs8020023.
23. Park J.M., Lee H.Y., Park S.H. et al. Value relevance of accounts receivable factoring and its impact on financing strategy under the K-IFRS after COVID-19 from the perspective of accounting big data. *Sustainability*. 2020;12(24):10287. DOI: 10.3390/su122410287.
24. Paul S.Y., Guermat C., Devi S. Why do firms invest in accounts receivable? An empirical investigation of the Malaysian manufacturing sector. *Journal of Accounting in Emerging Economies*. 2018;8(2):166-184. DOI: 10.1108/JAEE-01-2017-0005.
25. Prša D. The impact of working capital management on the profitability of Croatian manufacturing SMEs. *Ekonomski Vjesnik/Econviews – Review of Contemporary Business, Entrepreneurship and Economic Issues*. 2020;33(2):371-382.
26. Renaldo N., Sudarno S., Hutahuruk M.Br. Internal control system analysis on accounts receivable in SP corporation. *Accounting Journal of Binaniaga*. 2020;5(2):73-84. DOI: 10.33062/ajb.v5i2.382.
27. Rohini U., Malarkodi K., Vanitha P. Working capital management and its impact on firm's financial performance. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*. 2020;6(8):10-17. DOI: 10.46501/IJMTST060803.
28. Yan N., He X. Optimal trade credit with deferred payment and multiple decision attributes in supply chain finance. *Computers & Industrial Engineering*. 2020;147(3). DOI: 10.1016/j.cie.2020.106627.

Информация об авторах

В.Г. Широбоков – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ssn3@bk.ru.

М.Л. Нейштадт – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической безопасности и бухгалтерского учета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», u57164@mail.ru.

Р.В. Нуждин – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», rv.voronezh@gmail.com.

И.В. Шамрина – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственного управления и менеджмента ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», IVShamrina@yandex.ru.

Е.В. Горковенко – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», gorek@mail.ru.

Information about the authors

V.G. Shirobokov, Doctor of Economics, Professor, Head of the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ssn3@bk.ru.

M.L. Neishtadt, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economic Security and Accounting, Voronezh State University, u57164@mail.ru.

R.V. Nuzhdin, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, rv.voronezh@gmail.com.

I.V. Shamrina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Public Administration and Management, Lipetsk State Technical University, IVShamrina@yandex.ru.

E.V. Gorkovenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economic Security and Financial Monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies, gorek@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; одобрена после рецензирования 23.03.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 20.02.2024; approved after reviewing 23.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Широбоков В.Г., Нейштадт М.Л., Нуждин Р.В., Шамрина И.В., Горковенко Е.В., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 657.372.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_237

EDN: RZKSIT

**Формирование бухгалтерской информации в соответствии
с ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность»**

Наталья Николаевна Костева^{1✉}, Татьяна Николаевна Павлюченко²

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

¹ natallia.79@mail.ru✉

Аннотация. Бухгалтерский учет находится в процессе постоянной трансформации. В настоящее время в России происходит его реформирование. Разрабатываются новые федеральные стандарты бухгалтерского учета с целью сближения правил отечественного учета с международными стандартами. Отдельные стандарты уже введены в действие на территории Российской Федерации и применяются в коммерческих организациях, другие находятся на этапе или рассмотрения, или утверждения. В 2023 г. опубликован проект ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность». Проведенный сравнительный анализ требований по составлению бухгалтерской отчетности в соответствии с действующим ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» и ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» показал, что изменения затронут сферу применения стандарта, состав отчетности, требования к составлению отчетности, порядок формирования упрощенной отчетности и промежуточной бухгалтерской отчетности. Данные изменения будут действовать начиная с 2025 г. Содержание форм отчетности также будет изменено в соответствии с уже введенными ранее в действие ФСБУ. Несомненно, с внедрением нового стандарта возникнут трудности выбора пути перехода на новый стандарт, корректировки учетной политики, систематизации объектов для переучета, возможного адекватного перехода в автоматизированном режиме, настройки программного обеспечения под нововведения, а также отслеживания и устранения возникающих ошибок, нестыковок в ведении бухгалтерского учета. Представлен разработанный алгоритм перехода организации на новый стандарт. Внедрение данного стандарта повысит прозрачность и надежность бухгалтерской отчетности, а также обеспечит более точное и полное отражение финансовой информации, что поможет заинтересованным сторонам принимать взвешенные решения на основе достоверных данных, будет способствовать повышению инвестиционной привлекательности компании и ее конкурентоспособности на рынке.

Ключевые слова: ФСБУ, бухгалтерская (финансовая) отчетность, план счетов, учетная политика, реформирование бухгалтерского учета

Для цитирования: Костева Н.Н., Павлюченко Т.Н. Формирование бухгалтерской информации в соответствии с ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 237–243. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_237-243.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Formation of accounting information in accordance with Russian
Accounting Standard 4/2023 "Accounting (Financial) Statements"**

Natalia N. Kosteva^{1✉}, Tatiana N. Pavlyuchenko²

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

¹ natallia.79@mail.ru✉

Abstract. Accounting is undergoing constant transformations. At present an accounting reform is taking place in Russia. New federal accounting standards are being developed in order to bring the national accounting rules closer to international standards. Some standards have already been put into effect in the Russian Federation and are used in commercial organizations; some standards are at the stage of either consideration or approval. In 2023, the draft Russian Accounting Standard 4/2023 "Accounting (Financial) Statements" was published. A comparative description of the requirements for the preparation of financial statements in accordance with the current Russian Statutory Accounting 4/99 "Accounting Statements of the Organization" and RAS 4/2023 "Accounting (Financial) Statements" showed that the changes will involve the scope of application of the standard, the composition of statements, the requirements for reporting, and the procedure for preparing simplified and interim financial statements. These changes will be in effect starting from 2025. The content of reporting forms will also be changed to suit the specifics of RASs that have already been implemented. Undoubtedly, the introduction

of a new standard causes difficulties in choosing the way of transition to the new standard, adjusting the accounting policies, systematizing the objects for re-accounting, possible adequate transition in an automated mode, setting up software for innovations, as well as tracking and eliminating the emerging errors and inconsistencies in accounting. The authors present the developed algorithm for the transition of an organization to the new standard. The implementation of this standard will increase the transparency and reliability of accounting statements, as well as provide a more accurate and complete reflection of financial information, which will help stakeholders make balanced decisions on the basis of reliable data. This will increase the company's investment attractiveness and its competitiveness in the market.

Keywords: Russian Statutory Accounting, Russian Accounting Standard, accounting (financial) statements, chart of accounts, accounting policy, accounting reform

For citation: Kosteva N.N., Pavlyuchenko T.N. Formation of accounting information in accordance with Russian Accounting Standard 4/2023 "Accounting (Financial) Statements". *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):237-243. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_237-243.

Бухгалтерский учет находится в процессе постоянной трансформации. В настоящее время в России происходит его реформирование. Цель реформы заключается в сближении российских правил ведения бухучета с международными стандартами [10]. Разрабатываются новые федеральные стандарты бухгалтерского учета, отдельные стандарты уже введены в действие на территории Российской Федерации и применяются в коммерческих организациях, другие находятся на этапе или рассмотрения, или утверждения.

К 2023 г. на территории РФ уже введены в действие следующие стандарты:

- ФСБУ 25/ 2018 «Бухгалтерский учет аренды»;
- ФСБУ 5/2019 «Запасы»;
- ФСБУ 6/2020 «Основные средства»;
- ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения»;
- ФСБУ 27/2021 «Документы и документооборот в бухгалтерском учете».

Начиная с бухгалтерской (финансовой) отчетности за 2024 г., обязательным к применению будет ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы», а с 1 апреля 2025 г. – ФСБУ 28/2023 «Инвентаризация» [1, 2, 3].

Министерство финансов РФ 8 июня 2023 г. опубликовало проект ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» [7], который планируется ввести в действие с 2025 г., тогда он станет обязательным для всех юридических лиц. Данный стандарт заменит ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» и Приказ Минфина № 66 н от 02.07.2010 г. До ввода ФСБУ 4/2023 сдавать бухгалтерскую отчетность необходимо на обычных бланках в прежнем порядке. При этом следует отметить, что многие правила нового стандарта могут использоваться организациями уже сейчас, так как они разработаны на основании МСФО.

Задача нового ФСБУ заключается в упрощении работы бухгалтера. ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» определяет, что и каким образом следует отражать в отчетности по новым правилам [6].

После введения данного стандарта организации смогут сопоставлять финансовые результаты, произойдет упрощение анализа и сравнения данных различных организаций. Это позволит внешним пользователям более эффективно оценивать риски и принимать обоснованные инвестиционные решения.

Наиболее простыми являются технические изменения. Они приводят отчетность в соответствие с законодательством и исключают дублирование понятий. Первое, на что авторы обратили внимание, это новое наименование бухгалтерской отчетности: в нем появилось уточнение «финансовой» с целью приведения отчетности в соответствие с действующим аудиторским законодательством.

В соответствии с проектом ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» произойдут изменения во всех формах отчетности (табл. 1) [4, 5].

Таблица 1. Изменение содержания форм бухгалтерской отчетности в соответствии с проектом ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность»

Наименование формы	Изменения в соответствии с ФСБУ 4/2023
Бухгалтерский баланс	1. В активе баланса убраны строки с показателями нематериальных и материальных поисковых активов, добавлены строки «Инвестиционная недвижимость», «Долгосрочные активы к продаже». 2. В пассиве баланса убрана строка «Доходы будущих периодов», переименованы строки «Накопленная дооценка внеоборотных активов» и «Добавочный капитал (без накопленной дооценки)»
Отчет о финансовых результатах	1. Строки с показателями прочих доходов и расходов объединили. 2. Переименовали строки: «Прибыль (убыток) до налогообложения» в «Прибыль (убыток) от продолжающейся деятельности до налогообложения». 3. Убрали строку «Прочее». 4. Добавили строку «Прибыль (убыток) от прекращаемой деятельности (за вычетом налога на прибыль)». 5. Указаны руб. и коп. в строках показателей базовой и разведенной прибыли (убытка) на акцию
Отчет об изменении капитала	Раздел 1 и 2 отчета объединены в один. Приводятся данные о влиянии корректировок, которые связаны с ретроспективным изменением учетной политики и исправлением ошибок
Отчет о движении денежных средств	В разделе «Денежные потоки от текущих операций» в строку «Поступления» добавлена подстрока «Проценты по дебиторской задолженности покупателей»
Пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах	Изменены таблицы по учету НМА, основных средств, запасов, государственной помощи. Например, добавлена таблица по раскрытию наличия и движение прав пользования активами – ППА. В текстовых пояснениях должна раскрываться следующая существенная информация: - обесценение запасов до чистой стоимости продажи и их восстановление; - обесценение внеоборотных активов и их восстановление; - приобретение и выбытие объектов основных средств; - договорные обязательства по будущим операциям по приобретению основных средств; - урегулирование судебных разбирательств; - исправление ошибок предшествующих периодов; - операции со связанными сторонами; - изменения в условных обязательствах и условных активах и др.

В проекте ФСБУ 4/2023 отсутствуют некоторые понятия, например «бухгалтерская отчетность», «отчетная дата», «отчетный период», также не приведена информация о публичности и аудите бухгалтерской отчетности, так как их сущность и порядок применения раскрываются в законе № 402-ФЗ от 06.12.2011 г. «О бухгалтерском учете», поэтому дублирование в новом стандарте исключено [8, 9].

Рассмотрим основные отличия ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации» и ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика требований по составлению бухгалтерской отчетности в соответствии с ПБУ 4/99 и ФСБУ 4/2023

Признак	ПБУ 4/99	ФСБУ 4/2023
1	2	3
Сфера применения стандарта	Организации, за исключением бюджетных и кредитных	Организации, за исключением бюджетных, банков, страховых. Не применяется при составлении отчетности для управленческих целей, консолидированной финансовой отчетности
Состав отчетности	Типовые формы, разработанные Минфином	Организация самостоятельно разрабатывает формы бухгалтерской отчетности с учетом своей специфики на основании образцов форм, приведенных в приложениях к ФСБУ. Содержание форм изменено. Некоторые строки переименованы, добавлены, убраны в соответствии с ранее утвержденными ФСБУ. Основные формы: Бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, отчет о целевом использовании средств. Приложения: отчет об изменении капитала, отчет о движении денежных средств, пояснения

Продолжение таблицы 2

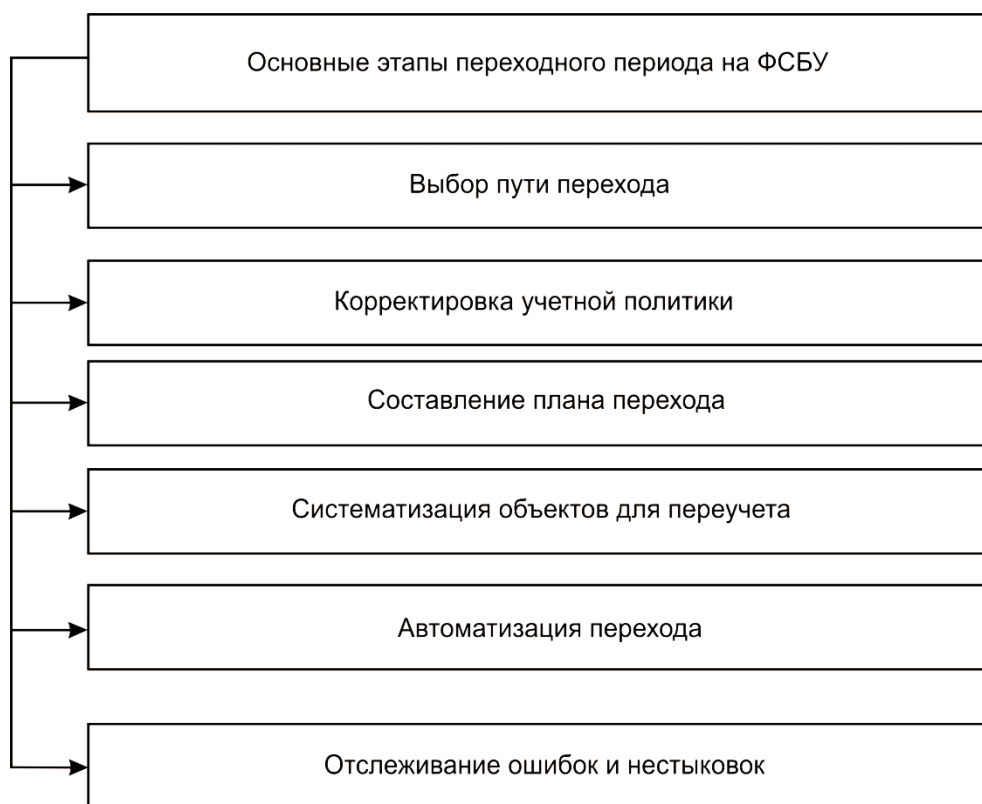
1	2	3
Упрощенная бухгалтерская отчетность	ПБУ применяется для формирования бухгалтерской отчетности в упрощенном виде субъектами малого предпринимательства и некоммерческими организациями	На основании стандарта организации могут составлять как упрощенную отчетность, так и в полном объеме. Бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах содержат группы показателей без их детализации. Показатели отчета об изменении капитала и отчета о движении денежных средств раскрываются в пояснениях к балансу и отчету о финансовых результатах в табличной и текстовой форме
Промежуточная бухгалтерская отчетность	В состав отчетности входят Бухгалтерский баланс и Отчет о финансовых результатах. Составляется за месяц, квартал нарастающим итогом	Состоит из основных отчетов и приложений к ним. Разрешает включать полный или сокращенный перечень показателей; объединять показатели годовой бухгалтерской отчетности за год, предшествовавший промежуточному отчетному периоду, по которым отсутствовали существенные изменения в промежуточном отчетном периоде. Организация вправе составить отчетность за любой промежуток времени. В промежуточной отчетности должна раскрываться существенная информация: - об изменении учетной политики в промежуточный отчетный период; - сезонности и (или) цикличности операций в промежуточном отчетном периоде; - фактах хозяйственной жизни, которые оказывают влияние на активы, обязательства, капитал, чистую прибыль или убыток, а также денежные потоки организации и являются необычными по своему характеру, размеру или частоте, величине такого влияния; - характере и величине изменений в оценочных значениях сумм, отраженных в предыдущих промежуточных периодах текущего отчетного года; - выпуске, выкупе и погашении долговых и долевого ценных бумаг; - дивидендах; - сегментах, если организация обязана раскрывать такую информацию в своей годовой бухгалтерской отчетности; - событиях после отчетной даты; - выручке в детальном виде
Требования к порядку составления отчетности	Бухгалтерская отчетность должна быть достоверной, полной, нейтральной. Нет уточнений, каким образом организация должна соблюдать данные требования	ФСБУ уточняет порядок соблюдения требований. Бухгалтерская отчетность должна давать достоверное представление о финансовом положении экономического субъекта на отчетную дату, финансовом результате его деятельности и движении денежных средств за отчетный период, необходимое пользователям этой отчетности для принятия экономических решений. <i>Достоверной</i> считается бухгалтерская отчетность, которая отвечает всем условиям ФСБУ 4/2023. Отчетность подготавливается в соответствии с РСБУ, а также с учетом отраслевых стандартов. <i>Полнота</i> информации обеспечивается путем отражения: - показателей деятельности всех подразделений организации, включая ее филиалы и представительства, независимо от их места нахождения; - по каждому показателю в бухгалтерской отчетности данных как минимум за два периода – отчетный и аналогичный период года, предшествовавший отчетному; - информации обо всех фактах хозяйственной жизни, имевших место до отчетной даты включительно; - информации о событиях после отчетной даты, но до даты подписания бухгалтерской отчетности; - иной информации, необходимой пользователям для понимания экономического содержания показателей бухгалтерской отчетности. <i>Нейтральность</i> бухотчетности означает, что содержащаяся в ней информация удовлетворяет интересы всех групп пользователей. <i>Последовательность</i> бухотчетности соблюдается путем сопоставимости показателей отчетности. <i>Существенность</i>. Информация, которая раскрывается в формах, считается существенной. Несущественную информацию можно объединять в группы и отражать в одной строке отчетности под названием «прочие»

В организации бухгалтерского учета возникают проблемы, касающиеся порядка перехода на новые стандарты. Отметим, что бухгалтерская отчетность по новому стандарту не только фиксирует факты хозяйственной жизни, но и становится рычагом управления бизнес-активностью [2, 4].

Наибольшую сложность для компании представляют даже не трактовка новых положений ФСБУ, а составление алгоритма на переходный период и пересмотр бухгалтерской отчетности. На практике с проблемами перехода на ФСБУ в отчетности сталкиваются не только небольшие, но и крупные организации и компании. Несмотря на трудности перехода, новые правила ФСБУ призваны принести позитивные результаты. Бухгалтерская отчетность не просто фиксирует события хозяйственной жизни организации, но становится рычагом для управления бизнесом. Решающую роль в этом играет учетная политика компании, грамотно перестроенная под требования новых стандартов.

Использование четко выстроенного механизма перехода на новый стандарт будет содействовать работникам бухгалтерской службы для быстрого адаптационного периода.

Рассмотрим этапы переходного периода на ФСБУ, которые, на наш взгляд, следует использовать в настоящее время (см. рис.).



Основные этапы переходного периода на ФСБУ 4/2023

Внедрение ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская финансовая отчетность» является важным шагом в развитии отечественной системы бухгалтерского учета. Стандарт учитывает современные изменения и требования деловой среды, повышает прозрачность и надежность финансовой информации и способствует укреплению доверия к российским компаниям. Внедрение нового ФСБУ позволит более эффективно использовать бухгалтерскую финансовую отчетность в решении задач, стоящих перед руководителем предприятия. Одним из решающих факторов ведения бухгалтерского учета в переходный период является грамотно разрабатываемая учетная политика.

Внедрение нового ФСБУ призвано обеспечить более полное и точное отражение финансовой информации, что поможет заинтересованным сторонам принимать обоснованные решения на основе достоверных данных и будет способствовать укреплению инвестиционной привлекательности компании и повышению ее конкурентоспособности на рынке.

С окончательным введением нового ФСБУ российские организации получают возможность сопоставлять представленные финансовые результаты, что упростит анализ и сравнение данных разных компаний. Это позволит инвесторам и заинтересованным сторонам более эффективно оценивать риски и принимать обоснованные инвестиционные решения.

Список источников

1. Бунина А.Ю., Павлюченко Т.Н. Изменения международных стандартов финансовой отчетности [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 5 (май). URL: <http://ekoncept.ru/2020/203010.htm> (дата обращения: 05.07.2023).
2. Гладышева Ю. Новый стандарт для бухгалтерской отчетности: что поменяют и как подготовиться [Электронный ресурс] // Главбух. 2023. № 11. URL: <https://e.glavbukh.ru/1028931> (дата обращения: 29.07.2023).
3. Логвинова Т.И. Изменение критериев обязательного аудита бухгалтерской (финансовой) отчетности // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции (Воронеж, 18–29 марта 2021 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2021. Т. III. С. 92–98.
4. Межуева Е., Ефременкова Т. Применение федеральных стандартов бухгалтерского учета 2022 года [Электронный ресурс] // Аргументы и факты. AIF.RU. 13.12.2022. URL: <https://aif.ru/boostbook/otchetnost-po-federal-nym-standartam.html> (дата обращения: 29.07.2023).
5. Минфин уточнил проект ФСБУ 4/2023: как изменится бухотчетность [Электронный ресурс] // Главный бухгалтер. 22 июня 2023 г. URL: <https://www.glavbukh.ru/news/44165-minfin-utochnil-proekt-fsbu-42023-kak-izmenitsya-buhotchetnost?ysclid=ljhiciul0966725437> (дата обращения: 23.08.2023).
6. Сигаева Е. Новый ФСБУ 4/2023 по бухгалтерской отчетности [Электронный ресурс] // Налог-налог.ру. Сообщество профессионалов. 28 апреля 2023 г. URL: https://nalog-nalog.ru/buhgalterskaya_otchetnost/_sostavlenie_buhgalterskoj_otchetnosti/novyj-fsbu-4-2023-po-buhgalterskoj-otchetnosti/ (дата обращения: 03.07.2023).
7. Проект федерального стандарта бухгалтерского учета «Бухгалтерская (финансовая) отчетность [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства финансов РФ. Документы. URL: https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=127657-proekt_federalnogo_standarta_bukhgalterskogo_uchyota_bukhgalterskaya_finansovaya_otchetnost (дата обращения: 19.07.2023).
8. ФСБУ 4/2023: обзор нового стандарта по бухотчетности [Электронный ресурс] // Российский налоговый курьер. Для бухгалтеров и налоговых консультантов. 30 мая 2023 г. URL: <https://www.mnk.ru/article/218280-fsbu-42023-obzor-novogo-standarta-po-buhotchetnosti?ysclid=ljhyf68bd136990853> (дата обращения: 19.07.2023).

9. Шипилова И. Что планируют изменить в составлении бухгалтерской отчетности по проекту нового ФСБУ 4/2023 [Электронный ресурс] // Материал из БСС «Система Главбух». URL: <https://www.1gl.ru/#!/document/86/441494/dfashmfbgq/?of=copy-d987d384d7> (дата обращения: 19.07.2023).

10. Ширококов В.Г. Бухгалтерская (финансовая) отчетность в организациях АПК: учебное пособие. Москва: Финансы и статистика, 2010. 144 с.

References

1. Bunina A.Yu., Pavlyuchenko T.N. Changes to international financial reporting standards. *Scientific and methodological electronic journal "Concept"*. 2020;5. URL: <http://ekoncept.ru/2020/203010.htm>. (In Russ.).

2. Gladysheva Yu. A new standard for financial accounting statements: what will be changed and how to condition the environment. *Glavbukh*. 2023;11. URL: https://e.glavbukh.ru/1028931_. (In Russ.).

3. Logvinova T.I. Changes in the legislation on auditing related to the rules for the statutory audit of financial statements. Theory and practice of innovative technologies in the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Research-to-Practice Conference (Voronezh, March 18-19, 2021). Voronezh: Voronezh State Agrarian University Publishers. 2021;3:92-98. (In Russ.)

4. Mezheva E., Efremenkova T. Application of Federal Accounting Standards of 2022. *Argumenty i Fakty (Arguments and Facts)*. URL: <https://aif.ru/boostbook/otchetnost-po-federal-nym-standartam.html?ysclid=ljhjcks-fpj94506480>. (In Russ.)

5. The Ministry of Finance clarified the Draft of 4/2023 Financial Accounting Standard (FAS): how accounting will change. *Glavbukh*. 2023;6. URL: <https://www.glavbukh.ru/news/44165-minfin-utochnil-proekt-fsbu-42023-kak-izmenitsya-buhotchetnost?ysclid=ljhicisul0966725437>. (In Russ.).

6. Sigaeva E. New 4/2023 FAS for financial statements accounting. *Nalog-nalog.ru. Professional Community*. April 28, 2023. URL: https://nalog-nalog.ru/buhgalterskaya_otchetnost/sostavlenie_buhgalterskoj_otchetnosti/novyj-fsbu-4-2023-po-buhgalterskoj-otchetnosti/. (In Russ.)

7. The draft of 4/2023 Financial Accounting Standard (FAS). Official Website. Documents. URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=127657-proekt_federalnogo_standarta_buhgalterskogo_uchyota_buhgalterskaya_finansovaya_otchetnost&ysclid=ljidy1q31e747559084. (In Russ.).

8. 4/2023 Financial Accounting Standard: A review of the new accounting standard. *Russian Tax Courier. For Accountants and Tax Advisors*. May 30, 2023. URL: <https://www.rnk.ru/article/218280-fsbu-42023-obzor-novogo-standarta-po-buhotchetnosti?ysclid=ljhhyf68bd136990853>. (In Russ.)

9. Shipilova I. What it is planning to be changed in the preparation of financial statements according to the Draft of 4/2023 Financial Accounting Standard (FAS). *Glavbukh System*. URL: <https://www.1gl.ru/#!/document/86/441494/dfashmfbgq/?of=copy-d987d384d7>. (In Russ.).

10. Shirobokov V.G. Accounting (financial) reporting in organizations of the Agro-Industrial Complex: study guide. Moscow: Finance and Statistics Publishers; 2010. 144 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Н.Н. Костева – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», natallia.79@mail.ru.

Т.Н. Павлюченко – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», pavlychenko_tn@mail.ru.

Information about the authors

N.N. Kosteva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, natallia.79@mail.ru.

T.N. Pavlyuchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, pavlychenko_tn@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 10.11.2023; одобрена после рецензирования 15.12.2023; принята к публикации 23.12.2023.

The article was submitted 10.11.2023; approved after reviewing 15.12.2023; accepted for publication 23.12.2023.

© Костева Н.Н., Павлюченко Т.Н., 2024

5.2.3. РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 657.372.5

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_244

EDN: RWLZHS

Анализ практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам в МСФО-отчетности

**Виктория Борисовна Малицкая^{1✉}, Татьяна Викторовна Морозова²,
Равиль Габдуллаевич Ахмадеев³, Мария Борисовна Чиркова⁴,
Людмила Анатольевна Запорожцева⁵**

^{1, 2, 3} Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

^{4, 5} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ vmrussian@yandex.ru✉

Аннотация. Субъективность в профессиональном суждении может привести к искажению информации в финансовой отчетности, несопоставимости показателей с аналогичными компаниями. Целью исследования является анализ практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам и разработка рекомендаций по отражению их в отчете о движении денежных средств для целей сопоставимости показателей в финансовой отчетности компаний различных видов деятельности. Изучив мнения зарубежных исследователей относительно классификации денежных потоков, провели анализ профессиональных суждений экспертов/специалистов крупнейших компаний, действующих на территории Российской Федерации, касающихся выбора классификаций денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам. Отмечены причинно-множественные факторы, которые могут повлиять на принятие решения отчитывающейся компании, которые, в свою очередь, могут оказать воздействие на принятие решения пользователями, прежде всего инвесторами и кредиторами. Сделан вывод, что полученные дивиденды должны включаться в потоки денежных средств от операционной деятельности финансовыми организациями, а организациями других сфер деятельности относиться к инвестиционной деятельности, поскольку это связано с доходами от инвестиций. Что касается выплаченных дивидендов, профессиональное суждение может быть основано на информации, к какому типу затрат они относятся. Таким образом, проведенное исследование расширяет существующую базу профессиональных суждений по классификации денежных потоков в финансовой отчетности. Отличительной особенностью предложенного авторами подхода к классификации денежных потоков является его направленность на унификацию представляемой информации в отчете о движении денежных средств, с учетом профессионального суждения, основанного на отражении экономической сущности денежного потока и сложившейся бизнес-практики. Выводы и предложения могут использоваться в профессиональном суждении при подготовке отчета о движении денежных средств в формате МСФО.

Ключевые слова: Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО), Отчет о движении денежных средств, операционная, финансовая, инвестиционная деятельность, дивиденды, профессиональное суждение

Для цитирования: Малицкая В.Б., Морозова Т.В., Ахмадеев Р.Г., Чиркова М.Б., Запорожцева Л.А. Анализ практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам в МСФО-отчетности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 244–253. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_244-253.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Analysis of practices used for classification of dividends received and paid in the financial reporting under IFRS

**Victoria B. Malitskaya^{1✉}, Tatiana V. Morozova², Ravil G. Akhmadeev³,
Maria B. Chirkova⁴, Lyudmila A. Zaporozhtseva⁵**

^{1, 2, 3} Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

^{4, 5} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ vmrussian@yandex.ru✉

Abstract. Subjectivity in professional judgment can lead to misrepresentation of information in financial statements, and incompatibility of indicators with similar companies. The purpose of the study is to analyze the practice of classifying cash flows by dividends received and paid and to develop recommendations for their reflection in the statement of cash flows for the purposes of comparability of indicators in the financial statements of companies of various types of activities. Having studied the opinions of foreign researchers regarding the classification of cash flows, we analyzed the professional judgments of experts/specialists of the largest companies operating in the territory of the Russian Federation regarding the choice of classifications of cash flows according to dividends received and paid. There are causally multiple factors that can influence the decision-making of the reporting company, which, in turn, can have an impact on the decision-making of users, primarily investors and creditors. It is concluded that the dividends received should be included in the cash flows from operating activities of financial organizations, and organizations of other fields of activity should relate to investment activities, since this is related to income from investments. As for the dividends paid, professional judgment can be based on information about what type of expenses they relate to. Thus, the conducted research expands the existing base of professional judgments on the classification of cash flows in financial statements. A distinctive feature of the approach proposed by the authors to the classification of cash flows is its focus on the unification of the information presented in the cash flow statement, taking into account professional judgment based on the reflection of the economic essence of cash flow and established business practices. Conclusions and suggestions can be used in professional judgment when preparing a cash flow statement in the IFRS format.

Keywords: International Financial Reporting Standards, statement of cash flows, operating, financial, investing activities, dividends, professional judgment

For citation: Malitskaya V.B., Morozova T.V., Akhmadeev R.G., Chirkova M.B., Zaporozhtseva L.A. Analysis of practices used for classification of dividends received and paid in the financial reporting under IFRS. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):244-253. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_244-253.

Финансовая отчетность является средством коммуникации между отчитывающейся компанией и внешними пользователями. Учитывая степень глобализации экономики, существенным аспектом является влияние транснациональных корпораций на повышение уровня унификации предоставления качественной и достоверной информации [19, 20] для целей ее сопоставимости. При этом необходимо учитывать то, что организации должны выполнять требования как национального законодательства по учету и отчетности, так и положений Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО), если они составляют МСФО-отчетность в обязательном или инициативном порядке [8]. Отчетность в формате международных стандартов для компаний является возможностью взаимодействовать с зарубежными потенциальными инвесторами и кредиторами посредством предоставления финансовой информации, положительно воспринимаемой большинством профессиональных организаций бухгалтеров и аудиторов, а также иными экономическими субъектами во всем мире [2].

Вместе с тем национальное законодательство той или иной юрисдикции может отличаться от правил МСФО, несмотря на проводимые реформы национальных стандартов, которые ориентированы на сближение с общепринятыми в международной практике подходами при представлении информации в финансовой отчетности [3]. Данное положение вполне объяснимо, поскольку национальные учетные стандарты ориентируются, прежде всего, на потребности бизнеса, контролирующих органов, регуляторов, применимости отдельных положений МСФО в условиях экономики юрисдикции, а также профессиональной подготовки специалистов, как отмечено в отдельных исследованиях, ради «сохранения национальной самобытности» [9]. Внешние пользователи анализируют финансовую отчетность конкретного предприятия, чтобы сравнить его показатели с нормативными или показателями альтернативного предприятия [1]. Информация, содержащаяся в финансовой отчетности компании, должна быть сопоставимой во времени и сравнимой с информацией других компаний, что позволяет проследить тенденции в финансовом положении компании, при этом оценка и отражение финансовых результатов от аналогичных операций и других событий должны осуществляться на основе подхода, единого для всех хозяйствующих субъектов.

Следует отметить, что законодательство национальных юрисдикций, как правило, отличается меньшим диапазоном профессионального суждения, в частности при признании и оценке отдельных объектов учета [7]. В то же время действующие положения МСФО характеризуются большей гибкостью и представляют собой не столько требования, сколько концепции, правила и суждения, основанные на общем подходе к отражению соответствующей информации в отчетности.

Поскольку положения МСФО для большинства транснациональных компаний являются обязательной частью корпоративной отчетности в силу требований национальных юрисдикций, практический акцент данного исследования направлен на анализ особенностей МСФО-отчетов. В частности, рассмотрим положения МСФО (IAS) 7 «Отчет о движении денежных средств», ключевая особенность которого заключается в том, что в отличие от иных обязательных отчетов (таких как отчет о финансовом положении, отчет о прибылях и убытках и прочем совокупном доходе, отчет об изменениях в собственном капитале), он характеризуется меньшей степенью предвзятости в профессиональном суждении.

В международной практике известны случаи завышения стоимости активов путем применения сомнительных стоимостных оценок, увеличения показателя выручки посредством признания доходов с последующим их реверсированием в следующем финансовом периоде, а также иных искажений, которые в дальнейшем могут являться предметом судебных разбирательств [22]. В таком аспекте Отчет о движении денежных средств не основан на субъективном подходе, способном исказить информацию, поскольку не включает расчетные или ожидаемые показатели, а его структура основывается на фактических данных движения денежных средств. Однако даже такой отчет с фиксированными поступлениями и выплатами не лишен субъективного профессионального суждения. Сущность проблемы заключается в представлении информации о движении денежных средств с классификацией на операционную, инвестиционную и финансовую деятельность. Безусловно, вышеуказанный характер выбранной классификации, по нашему мнению, способствует лучшему восприятию инвесторами, кредиторами и иными заинтересованными пользователями финансовой информации и представляет в большей степени готовые данные для проведения финансового анализа и принятия соответствующих управленческих решений собственниками бизнеса.

Вместе с тем положения МСФО (IAS) 7 устанавливают общие правила классификации денежных потоков на уровне профессиональных суждений, и могут быть приняты решения о реклассификации отдельных статей поступлений и выплат [4]. В результате изменение пропорций в денежных потоках может быть настолько существенным, что приводит к несопоставимости данных с аналогичными компаниями по выбранному сегменту рынка и, следовательно, вводит в заблуждение пользователей финансовой отчетности. Одной из наиболее существенных статей отчета о движении денежных средств является информация о полученных и выплаченных дивидендах [13]. О значимости проводимой дивидендной политики компании свидетельствует множество факторов, которые в большей степени влияют на принятие решения о взаимодействии с хозяйствующим субъектом существующих и потенциальных инвесторов [6].

Исходя из вышеизложенного целью исследования является анализ практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам и разработка рекомендаций по отражению их в отчете о движении денежных средств для целей сопоставимости показателей в финансовой отчетности компаний различных

видов деятельности. Поскольку в практике составления отчета о движении денежных средств наблюдаются различные профессиональные суждения в отношении порядка классификации выплат и поступлений дивидендов, необходимым аспектом исследования является выявление дополнительных признаков, влияющих на структуру финансовой отчетности.

Внешние пользователи не имеют возможности получить информацию лично для себя, помимо представленной в финансовой отчетности. В этой связи, с одной стороны, информация по раскрытию представленных показателей в финансовой отчетности должна быть достаточно полной, а с другой стороны, раскрытие информации должно быть лаконичным, поскольку есть исследования по его взаимосвязи с восприятием пользователями таких сведений [17].

Выявлено, что дополнительная информация, касающаяся, к примеру, стратегии компании в отношении управления денежными потоками, в большей степени является характерной для компаний с низкой стоимостью капитала и рассчитана на привлечение потенциальных инвесторов [15]. При этом представление информации о движении денежных средств для внешних пользователей требует от составителей отчетности профессионального суждения для дальнейшей классификации. Отчет о движении денежных средств является основной формой отчетности, используемой для изучения денежных потоков организации.

Экономически эффективным в данном случае является то, что денежные потоки напрямую не влияют на балансовую стоимость капитала и показателя прибыли [12, 21]. Таким образом, применение кассового метода при составлении отчета о движении денежных средств представляет собой возможность отследить реальные потоки поступлений и выплат компании за определенный период времени.

В настоящее время Отчет о движении денежных средств является частью финансовой отчетности фактически всех национальных юрисдикций, в том числе Российской Федерации (ПБУ 23/2011), и требования к его составлению обладают общей единой концепцией. Вместе с тем субъективное профессиональное суждение, применяемое к классификации денежных потоков, может являться фактором искажения информации с точки зрения отдельных пользователей финансовой отчетности. По крайней мере, отдельные зарубежные исследователи пришли к выводу, что Отчеты о движении денежных средств могут быть не так надежны, как ожидается, поскольку «... менеджеры манипулируют денежными потоками точно так же, как они манипулируют прибылью» [5], что в большей степени провоцирует недоверие инвесторов к представленной финансовой информации [18]. Такие предположения, высказанные в научных исследованиях, должны быть подтверждены практическими данными. Прежде всего необходимо определить статистические данные выбора метода представления потоков от операционной деятельности на практике.

В таблице 1 представлены аналитические данные по выбору метода составления Отчета о движении денежных средств в составе отчетности по международным стандартам рядом компаний различных организационно-правовых форм, видов деятельности и секторов бизнеса. Выбор компаний был обусловлен доступностью информации и принадлежностью к одной юрисдикции – Российской Федерации, что в дальнейшем будет важно для формулирования выводов по профессиональному суждению в выборе классификации полученных и выплаченных дивидендов.

Таблица 1. Метод составления отчета о движении денежных средств компаниями из выборки, %

Группы компаний	Прямой метод	Косвенный метод
ПАО «Абрау-Дюрсо»	+	–
ПАО «АЛРОСА»	+	–
ПАО Группа «Черкизово»	–	+
ПАО «Галс-Девелопмент»	–	+
ПАО «Мечел»	–	+
ПАО «МегаФон»	–	+
ПАО «ГМК «Норильский никель»	–	+
ПАО «Нижнекамскнефтехим»	–	+
ПАО «ФосАгро»	–	+
ПАО «Росинтер Ресторантс Холдинг»	–	+
ПАО «РусГидро»	–	+
АО «Российские вертолеты»	–	+
АО «РОСНАНО»	+	–
АО «Российские железные дороги»	–	+
ОАО «Международный аэропорт Шереметьево»	–	+
ПАО «Судоходная компания»	–	+
ПАО «Государственная транспортная лизинговая компания»	+	–
ПАО «Сургутнефтегаз»	–	+
ПАО «Татнефть»	–	+
ПАО «Транснефть»	+	–
ОАО «ТВЭЛ»	–	+
ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация»	–	+
ПАО «Уралкалий»	–	+
ПАО «Сбербанк»	+	–
ПАО «Банк ВТБ»	+	–
ООО «Абсолют Страхование» ЖСК	+	–
Итого:	31	69

На основе анализа аналитических данных сформулированы следующие утверждения:

1) выбор компаниями метода составления потоков денежных средств от операционной деятельности склоняется в сторону косвенного метода (71%), меньшая часть компаний выбрала прямой метод (29%). Данный подход можно объяснить скорее не уровнем профессионального суждения о предоставлении более полной и качественной информации для пользователей финансовой отчетности, а временными затратами. При составлении отчета о движении денежных средств по косвенному методу необходимо использовать данные из отчета о финансовом положении на начало и конец рассматриваемого периода и данные отчета о прибылях и убытках (отчета о совокупном доходе);

2) отчет о движении денежных средств, составленный по прямому методу, должен содержать информацию о валовых поступлениях денежных средств и выплат, для чего необходим доступ непосредственно к регистрам бухгалтерского учета;

3) выбор косвенного метода определен как менее трудоемкий и не связанный с отраслевой принадлежностью компании.

Необходимо отметить, что в некоторых юрисдикциях потоки денежных средств от операционной деятельности могут представляться только в одном формате, как правило, это прямой метод, в частности в Российской Федерации в соответствии с ПБУ 23/2011. Однако действующее законодательство по учету и отчетности множества национальных юрисдикций допускает выбор между прямым и косвенным методами. Следует отметить, что стандартом IAS 7 в большей степени приветствуется прямой метод как способ отражения потоков денежных средств от операционной деятельности, поскольку информация, которая предоставляется при использовании этого метода, является более полезной при оценке денежных потоков на будущие периоды времени.

В практическом аспекте применение прямого метода повышает сопоставимость показателей, а отчет о движении денежных средств, составленный с применением данного метода, предоставляет более ценную информацию для пользователей финансовой отчетности, но в то же время косвенный метод в целом также является информативным [11, 14, 16, 23].

МСФО (IAS) 7 представляет широкий диапазон для профессионального суждения по классификации полученных или выплаченных дивидендов. Однако в иллюстративных примерах дивиденды полученные представлены в потоках операционной и инвестиционной деятельности, а дивиденды выплаченные – в потоках финансовой и инвестиционной деятельности. В таблице 2 представлена практика классификации полученных и выплаченных дивидендов по потокам денежных средств в выборке компаний.

Таблица 2. Практические аспекты классификации полученных и выплаченных дивидендов по потокам денежных средств, %

Группы компаний	Дивиденды полученные		Дивиденды выплаченные	
	Потоки от деятельности			
	операционной	инвестиционной	финансовой	инвестиционной
ПАО «Абрау-Дюрсо»	–	–	+	–
ПАО «АЛРОСА»	+	–	+	–
ПАО Группа «Черкизово»	–	–	+	–
ПАО «Галс-Девелопмент»	–	–	+	–
ПАО «Мечел»	–	–	+	–
ПАО «МегаФон»	–	–	+	–
ПАО «ГМК «Норильский никель»	–	–	+	–
ПАО «Нижнекамскнефтехим»	–	+	+	–
ПАО «ФосАгро»	–	–	+	–
ПАО «Росинтер Ресторантс Холдинг»	–	–	+	–
ПАО «РусГидро»	–	–	+	–
АО «Вертолеты России»	–	–	+	–
АО «РОСНАНО»	–	–	+	–
АО «Российские железные дороги»	–	+	+	–
ОАО «Международный аэропорт Шереметьево»	–	+	+	–
ПАО «Судоходная компания	–	+	+	–
ПАО «Государственная транспортная лизинговая компания»	–	–	+	–
ПАО «Сургутнефтегаз»	–	–	+	–
ПАО «Татнефть»	–	–	+	–
ПАО «Транснефть»	–	+	+	–
ОАО «ТВЭЛ»	–	–	+	–
ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация»	–	+	+	–
ПАО «Уралкалий»	–	+	+	–
ПАО «Сбербанк»	+	–	+	–
ПАО «Банк ВТБ»	–	+	+	–
ООО «Абсолют Страхование» ЖСК	+	–	–	–
Итого:	27	73	100	–

Комментируя данные таблицы 2, в большей степени можно говорить об отсутствии прямой связи выбора прямого или косвенного метода составления отчета о движении денежных средств с профессиональным суждением относительно классификации полученных и выплаченных дивидендов. Компании как финансовой сферы, так и производственной, добывающей и сферы услуг дивиденды выплаченные отражают в потоках денежных средств от финансовой деятельности. Что касается дивидендов полученных, то наблюдаются разнообразные решения, хотя компании финансовой сферы в большей степени отражают их как доходы от операционной деятельности.

Исследуя особенности профессиональных суждений компаний, которые включены в выборку, в целом мы подтвердили предположение, что полученные дивиденды включаются в состав потоков денежных средств от операционной деятельности. Однако большинство компаний из выборки, в том числе финансовой сферы, включают полученные дивиденды в потоки денежных средств от инвестиционной деятельности, поскольку на уровне профессионального суждения это доходы от инвестирования в другие компании.

Таким образом, организации «не усиливают» потоки денежных средств от операционной деятельности и исходят из экономического содержания события, не полагаясь на конструирование наиболее выгодных соотношений денежных потоков.

Если сопоставить данные с аналогичными исследованиями других авторов по европейским странам, то в одних странах превалирует выбор операционной деятельности для отражения полученных дивидендов, в других – инвестиционной. Аналогичная ситуация и с выплаченными дивидендами. Однако мы не согласны с позицией авторов, что выплаченные дивиденды не могут отражаться как потоки денежных средств от инвестиционной деятельности [10], поскольку это не противоречит МСФО (IAS) 7. Кроме того, по нашему мнению, в профессиональном суждении определяется позиция, характерная для национальной юрисдикции компаний в выборке. Так, по законодательству Российской Федерации к инвестиционной деятельности относятся дивиденды и аналогичные поступления от долевого участия в других организациях, что четко прослеживается в МСФО-отчетности при классификации данной статьи. Помимо этого, в национальном законодательстве есть требование отражения уплаты дивидендов и иных платежей по распределению прибыли в пользу собственников (участников) в качестве финансовой деятельности. Именно такое решение и прослеживается в отчетности по МСФО при классификации дивидендов выплаченных. Это говорит о достаточно сильном влиянии предшествующего практического опыта, общей теоретической профессиональной подготовки составителей отчетности.

По нашему мнению, исходя из профессионального суждения, что «потоки от операционной деятельности представляют основную (основные) виды деятельности компании», финансовые организации полученные дивиденды должны относить к операционным потокам. Для иных категорий компаний, в иных секторах экономики полученные дивиденды должны включаться в потоки денежных средств от инвестиционной деятельности, поскольку это связано с доходами от инвестиций (рис. 1).

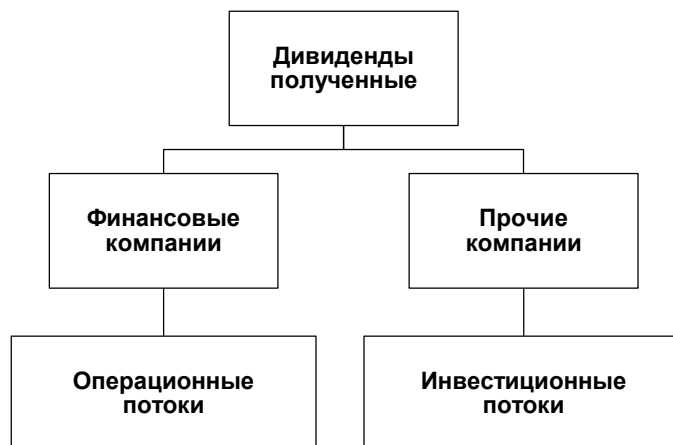


Рис. 1. Рекомендуемая классификация денежных потоков по полученным дивидендам

Что касается выплаченных дивидендов, профессиональное суждение может быть основано на информации, к какому типу затрат они относятся. Если выплаченные дивиденды представляют собой затраты на привлечение финансовых ресурсов, то они должны относиться соответственно к потокам денежных средств по финансовой деятельности. Как альтернативный способ, по нашему мнению, нефинансовыми организациями может рассматриваться их включение в потоки от инвестиционной деятельности (рис. 2).

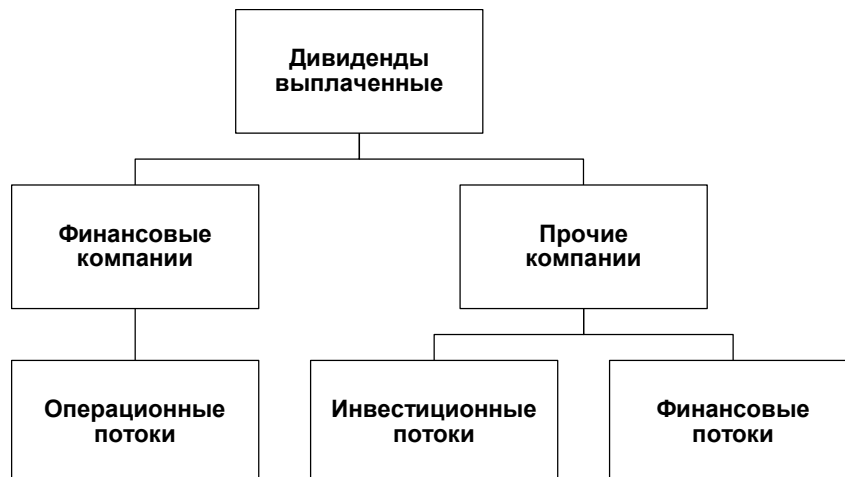


Рис. 2. Рекомендуемая классификация денежных потоков по выплаченным дивидендам

Таким образом, сделанные в исследовании выводы и предложения основываются на анализе практики классификации денежных потоков по полученным и выплаченным дивидендам в МСФО-отчетности зарубежных компаний и компаний разных сфер деятельности в Российской Федерации. Поскольку при анализе денежных потоков важна сопоставимость данных, то при разработке учетной политики по отражению информации о движении денежных средств необходимо сужение диапазона профессионального суждения.

Отличительной особенностью предложенного авторами подхода к классификации денежных потоков является его направленность на унификацию представляемой информации в отчете о движении денежных средств, с учетом профессионального суждения, основанного на отражении экономической сущности денежного потока и сложившейся бизнес-практики.

Список источников

1. Малицкая В.Б., Морозова Т.В. Международные стандарты финансовой отчетности: основы представления отчетности и раскрытие информации. Практика применения: учебник. Москва: ООО «НИЦ ИНФРА-М», 2023. 254 с. DOI: 10.12737/1870563.
2. Морозова Т.В., Малицкая В.Б. Международные стандарты финансовой отчетности: материальные и нематериальные активы. Практика применения: учебник. Москва: ООО «НИЦ ИНФРА-М», 2022. 293 с. DOI: 10.12737/1836225.
3. Abdelqader M., Nimer K., Darwish T.K. IFRS compliance in GCC countries: Do corporate governance mechanisms make a difference? // International Journal of Disclosure and Governance. 2021. Vol. 18. Pp. 411–425. DOI: 10.1057/s41310-021-00123-3.
4. Akhigbe A., Madura J., Martin A.D. Accounting contagion: The case of Enron // Journal of Economics and Finance. 2005. Vol. 29. Pp. 187–202. DOI: 10.1007/BF02761553.
5. Barth M.E., Beaver W.H., Hand J.R.M. et al. Accruals, cash flows, and equity values // Review of Accounting Studies. 1999. Vol. 3. Pp. 205–229. DOI: 10.2139/ssrn.149768.
6. Bilel H., Mondher K. What can explain catering of dividend? Environment information and investor sentiment // Journal of Economics and Finance. 2021. Vol. 45. Pp. 428–450. DOI: 10.1007/s12197-021-09540-0.
7. Bongardt A., Torres F., Hefeker C. et al. Convergence in the EU // Intereconomics. 2013. Vol. 48. Pp. 72–92. DOI: 10.1007/s10272-013-0448-9.

8. Di Fabio C. Voluntary application of IFRS by unlisted companies: evidence from the Italian context // *International Journal of Disclosure and Governance*. 2018. Vol. 15(2). Pp. 73–86. DOI: 10.1057/s41310-018-0037-z.
9. Ebberts G., McLeay S. Accounting and *Volksgeist* – Territorial Claims on Accounting Regulation // *Journal of Management & Governance*. 1997. Vol. 1. Pp. 67–84. DOI: 10.1023/A: 1009906005621.
10. Gordon E.A., Henry E., Jorgensen B. et al. Flexibility in cash flow classification under IFRS: Determinants and consequences // *Review of Accounting Studies*. 2017. Vol. 22(1). Pp. 839–872. DOI: 10.1007/s11142-017-9387-1.
11. Hail L. Discussion of investor protection and analysts' cash flow forecasts around the world // *Review of Accounting Studies*. 2007. Vol. 12. Pp. 421–441. DOI: 10.1007/s11142-007-9025-4.
12. Healy P.M., Krishna G.P. Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: a review of the empirical disclosure literature // *Journal of Accounting and Economics*. 2001. Vol. 31(1-3). Pp. 405–440. DOI: 10.1016/S0165-4101(01)00018-0.
13. Hollie D., Nicholls C., Zhao Q. Effects of Cash Flow Statement Reclassifications Pursuant to the SEC's One-Time Allowance // *Journal of Accounting and Public Policy*. 2011. Vol. 30(6). Pp. 570–578. DOI: 10.1016/j.jaccpubpol.2011.04.003.
14. Kent R., Birt J. IAS 7 and value relevance: the direct method versus the indirect method // *Review of Accounting Studies*. 2021. Vol. 26(4). Pp. 1532–1586. DOI: 10.1007/s11142-021-09584-x.
15. Miller M., Franco M. Dividend Policy, Growth, and the Valuation of Shares // *Journal of Business*. 1961. Vol. 34. Pp. 411–433.
16. Motlagh A.J. Accounting: Cash Flow Statement // *IOSR Journal of Business and Management*. 2013. Vol. 7(4). Pp. 109–116. DOI: 10.9790/487X-074109116.
17. Nissim D., Ziv A. Dividend Changes and Future Profitability // *Journal of Finance*. 2001. Vol. 56(6). Pp. 2111–2133. DOI: 10.1111/0022-1082.00400.
18. Penman S.H., Yehuda N. The pricing of earnings and cash flows and an affirmation of accrual accounting // *Review of Accounting Studies*. 2009. Vol. 14(4). Pp. 453–479. DOI: 10.1007/s11142-009-9109-4.
19. Rodrik D. Populism and the economics of globalization // *Journal of International Business Policy*. 2018. Vol. 1(1-2). Pp. 12–33. DOI: 10.1057/s42214-018-0001-4.
20. Rugman A. Globalization, regional multinationals and Asian economic development // *Asian Journal of Business and Management*. 2010. Vol. 9(3). Pp. 299–317. DOI: 10.1057/abm.2010.12.
21. Sieber T., Weißenberger B.E., Oberdörster T. et al. Let's talk strategy: the impact of voluntary strategy disclosure on the cost of equity capital // *Business Research*. 2014. Vol. 7(2). Pp. 263–312. DOI: 10.1007/s40685-014-0010-z.
22. Velmurugan M.S. Revisiting Accounting in the Knowledge-Based Economy // *Journal of the Knowledge Economy*. 2010. Vol. 1(4). Pp. 318–332. DOI: 10.1007/s13132-010-0017-4.
23. Zhang R. Cash flow management in the Chinese stock market: An empirical assessment with comparison to the U.S. Market // *Frontiers of Business Research in China*. 2009. Vol. 3(2). Pp. 301–322. DOI: 10.1007/s11782-009-0015-1.

References

1. Malitskaya V.B., Morozova T.V. *International Financial Reporting Standards: Financial Statement Presentation and Disclosure. Application Practice: textbook*. Moscow: INFRA-M Publishers; 2023. 254 p. (In Russ.).
2. Morozova T.V., Malitskaya V.B. *International Financial Reporting Standards: Tangible and Intangible Assets. Application Practice*. Moscow: INFRA-M Publishers; 2022. 293 p. (In Russ.).
3. Abdelqader M., Nimer K., Darwish T.K. IFRS compliance in GCC countries: Do corporate governance mechanisms make a difference? *International Journal of Disclosure and Governance*. 2021;18:411-425. DOI: 10.1057/s41310-021-00123-3.
4. Akhigbe A., Madura J., Martin A.D. Accounting contagion: The case of Enron. *Journal of Economics and Finance*. 2005;29:187-202. DOI: 10.1007/BF02761553.
5. Barth M.E., Beaver W.H., Hand J.R.M. et al. Accruals, cash flows, and equity values. *Review of Accounting Studies*. 1999;3:205-229. DOI: 10.2139/ssrn.149768.
6. Bilel H., Mondher K. What can explain catering of dividend? Environment information and investor sentiment. *Journal of Economics and Finance*. 2021;45:428-450. DOI: 10.1007/s12197-021-09540-0.
7. Bongardt A., Torres F., Hefeker C. et al. Convergence in the EU. *Intereconomics*. 2013;48:72-92. DOI: 10.1007/s10272-013-0448-9.
8. Di Fabio C. Voluntary application of IFRS by unlisted companies: evidence from the Italian context. *International Journal of Disclosure and Governance*. 2018;15(2):73-86. DOI: 10.1057/s41310-018-0037-z.
9. Ebberts G., McLeay S. Accounting and *Volksgeist* – Territorial Claims on Accounting Regulation. *Journal of Management & Governance*. 1997;1:67-84. DOI: 10.1023/A:1009906005621.
10. Gordon E.A., Henry E., Jorgensen B. et al. Flexibility in cash flow classification under IFRS: Determinants and consequences. *Review of Accounting Studies*. 2017;22(1):839-872. DOI: 10.1007/s11142-017-9387-1.
11. Hail L. Discussion of investor protection and analysts' cash flow forecasts around the world. *Review of Accounting Studies*. 2007;12:421-441. DOI: 10.1007/s11142-007-9025-4.
12. Healy P.M., Krishna G.P. Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: a review of the empirical disclosure literature. *Journal of Accounting and Economics*. 2001; 31(1–3): 405–440.

13. Hollie D., Nicholls C., Zhao Q. Effects of Cash Flow Statement Reclassifications Pursuant to the SEC's One-Time Allowance. *Journal of Accounting and Public Policy*. 2011;30(6):570-588. DOI: 10.1016/j.jaccpubpol.2011.04.0033.
14. Kent R., Birt J. IAS 7 and value relevance: the direct method versus the indirect method. *Review of Accounting Studies*. 2021;26(4):1532-1586. DOI: 10.1007/s11142-021-09584-x.
15. Miller M., Franco M. Dividend Policy, Growth, and the Valuation of Shares. *Journal of Business*. 1961;34:411-433.
16. Motlagh A.J. Accounting: Cash Flow Statement. *IOSR Journal of Business and Management*. 2013;7(4):109-116. DOI: 10.9790/487X-074109116.
17. Nissim D., Ziv A. Dividend Changes and Future Profitability. *Journal of Finance*. 2001;56(6):2111-2133. DOI: 10.1111/0022-1082.00400.
18. Penman S.H., Yehuda N. The pricing of earnings and cash flows and an affirmation of accrual accounting. *Review of Accounting Studies*. 2009;14(4):453-479. DOI: 10.1007/s11142-009-9109-4.
19. Rodrik D. Populism and the economics of globalization. *Journal of International Business Policy*. 2018; 1(1-2):12-33. DOI: 10.1057/s42214-018-0001-4.
20. Rugman A. Globalization, regional multinationals and Asian economic development. *Asian Journal of Business and Management*. 2010;9(3):299-317. DOI: 10.1057/abm.2010.12.
21. Sieber T., Weißenberger B.E., Oberdörster T. et al. Let's talk strategy: the impact of voluntary strategy disclosure on the cost of equity capital. *Business Research*. 2014;7(2):263-312. DOI: 10.1007/s40685-014-0010-z.
22. Velmurugan M.S. Revisiting Accounting in the Knowledge-Based Economy. *Journal of the Knowledge Economy*. 2010;1(4):318-332. DOI: 10.1007/s13132-010-0017-4.
23. Zhang R. Cash flow management in the Chinese stock market: An empirical assessment with comparison to the U.S. Market. *Frontiers of Business Research in China*. 2009;3(2):301-322. DOI: 10.1007/s11782-009-0015-1.

Информация об авторах

В.Б. 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.

Т.В. Морозова – кандидат экономических наук, доцент, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», isfymorozova@gmail.com.

Р.Г. Ахмадеев – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственных и муниципальных финансов, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», e-mail: ahm_rav@mail.ru.

М.Б. Чиркова – доктор экономических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории финансового менеджмента ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», chirkovamb@mail.ru.

Л.А. Запорожцева – доктор экономических наук, доцент, проректор по научной работе, зав. кафедрой экономического анализа, статистики и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Ludan23@yandex.ru.

Information about the authors

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.

T.V. Morozova, 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, isfymorozova@gmail.com.

R.G. Akhmadeev, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Public and Municipal Finance, Plekhanov Russian University of Economics, ahm_rav@mail.ru.

M.B. Chirkova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Research Scientist of Financial Management Laboratory, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, chirkovamb@mail.ru.

L.A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Docent, Vice-Rector for Research, Head of the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Ludan23@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 15.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 26.03.2024.

The article was submitted 15.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 26.03.2024.

© Малицкая В.Б., Морозова Т.В., Ахмадеев Р.Г., Чиркова М.Б., Запорожцева Л.А., 2024

5.2.3 РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.246.02

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_254

EDN: RTLDXW

Проблемы и перспективы государственной поддержки и стимулирования инновационной активности в нефтегазовом секторе экономики

Лариса Викторовна Брянцева^{1✉}, Владимир Алексеевич Солопов²,
Алексей Юрьевич Тайдаков³

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

² Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

³ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (Воронежский филиал),
Воронеж, Россия

¹ blv2466@mail.ru✉

Аннотация. Проблемы государственной поддержки и стимулирования инновационной активности в нефтегазовом секторе представляются весьма актуальными для современной российской экономики. Представлены результаты анализа состояния инновационной деятельности предприятий, занятых добычей, транспортировкой и переработкой углеводородного сырья с последующим выявлением наиболее перспективных направлений ее активизации и роли государства в этом процессе. Выявлены современные проблемы отрасли, такие как высокие риски инновационной деятельности, политико-правовые риски и риски, связанные со спецификой расположения предприятий отрасли, в том числе требующие инновационных решений и, соответственно, инвестиций в их разработку. Отмечается дефицит финансирования инновационных проектов в нефтегазовом секторе и делается попытка выявить причины недостаточной инвестиционной привлекательности данной сферы. Обосновывается значение государственного участия в инновационных процессах в сферах, прямо или косвенно связанных с рассматриваемой отраслью экономики. В частности, выявлено соответствие между стадиями инновационного процесса и доминирующими формами государственной финансовой поддержки его участников. Выделены приоритетные стратегические направления деятельности и развития нефтегазового сектора, нуждающиеся в особой поддержке в рамках реализации государственной инновационной политики, среди которых особо выделяются те, которые направлены на стабилизацию макроэкономической, политико-правовой обстановки и снижение рисков либо на формирование резервов для покрытия последствий реализации рискованных событий. Анализируются причины невысокого спроса на инвестиции со стороны бизнес-единиц данного сектора. Обобщены как существующие, так и потенциально перспективные дополнительные формы поддержки инновационной активности. В итоге сформулированы основные стратегические направления совершенствования финансовых и иных связанных с ними инструментов стимулирования инновационного нефтегазового сектора российской экономики.

Ключевые слова: инновационный процесс, нефтегазовая отрасль, государственная финансовая поддержка, инвестиции, ограничения, риски

Для цитирования: Брянцева Л.В., Солопов В.А., Тайдаков А.Ю. Проблемы и перспективы государственной поддержки и стимулирования инновационной активности в нефтегазовом секторе экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 254–260. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_254-260.

5.2.3. REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

Challenges and prospects of state support and stimulation of innovative activities in the oil and gas sector of the national economy

Larisa V. Bryantseva^{1✉}, Vladimir A. Solopov², Aleksey Yu. Taidakov³

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

² Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

³ Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh Branch, Voronezh, Russia

¹ blv2466@mail.ru✉

Abstract. The problems of state support and stimulation of innovative activities in the oil and gas sector appear to be very relevant for the modern Russian economy. The authors present the results of analysis of the condition of innova-

tive activities of enterprises engaged in the extraction, transportation and processing of hydrocarbon raw materials. This analysis is followed by the identification of the most promising areas of activation of innovations and the role of the state in this process. The modern problems of the industry are identified, such as high risks of innovative activities, political and legal risks, as well as risks associated with the specifics of location of enterprises. Some problems require innovative solutions and corresponding investments in their development. The authors note a shortage of financing for innovative projects in the oil and gas sector and attempt to identify the reasons for insufficient investment attractiveness of the industry. The authors also substantiate the importance of state participation in innovative processes in the areas directly or indirectly related to the considered branch of the economy. For instance, the correspondence between the stages of innovative processes and the dominant forms of state financial support for its participants has been revealed. The authors have highlighted the priority strategic directions of activities and development of the oil and gas sector, which need special support within the framework of implementation of the state innovation policy, among which the most prominent are those aimed either at stabilizing the macroeconomic, political and legal environment and reducing risks, or at forming reserves to cover the consequences of implementation of risky events. The reasons for the low demand for investments from the business units of this sector have been analyzed. Both the existing and potentially promising additional forms of support for innovative activities have been summarized. As a result, the authors have formulated the main strategic directions for improving the financial and other related instruments for stimulating the innovative oil and gas sector of the national economy.

Keywords: innovation process, oil and gas industry, state financial support, investments, limitations, risks

For citation: Bryantseva L.V., Solopov V.A., Taidakov A.Yu. Challenges and prospects of state support and stimulation of innovative activities in the oil and gas sector of the national economy *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):254-260. (In Russ.). [https://doi.org/ 10.53914/issn2071-2243_2024_1_254-260](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_254-260).

Нефтегазовая отрасль все чаще становится предметом жарких споров экономистов, политиков и экологов, однако это лишь ускоряет осознание важности скорейшего перевода развития данной сферы деятельности в инновационное русло. Сохранение существенного уровня зависимости хозяйственного комплекса и государственного бюджета России от результатов работы отрасли обращают на нее внимание провластных структур. В настоящее время нефтегазовую отрасль в политических кругах одновременно называют и одной из наиболее консервативных, и одной из инновационно активных и нуждающихся в технико-технологическом обновлении отраслей. Это связано с различным пониманием ее роли в обеспечении жизненно важных интересов, актуальных для всего человечества, и эксплуатацией указанных различий в корыстных интересах общественных деятелей и групп. «Зеленые» партии и их представители трактуют как единственную цель отрасли извлечение прибыли из деятельности, наносящей прямой и существенный экологический ущерб, от которой ее предприятия не могут отказаться в принципе ни при каких условиях. Приверженцы более сбалансированных взглядов видят как возможности, так и затруднения в технологическом обновлении мировой энергетики в направлении более бережного отношения к окружающей среде [5].

С другой стороны, в экономической сфере присутствует объективное понимание не только полного отсутствия на настоящий момент каких-либо реалистичных технических возможностей перевода всей жизнедеятельности человека на использование исключительно экологически чистых и возобновляемых источников энергии, но и нецелесообразности резких и насильственных изменений в данном направлении. При этом нельзя отрицать нарастание потребностей в инновациях у самих предприятий нефтегазового сектора экономики как в России, так и в мире в целом.

При проведении исследования авторы использовали следующие методы: монографический, анализа и синтеза, изучения данных статистики и действующих нормативно-правовых актов.

Наблюдаемое состояние нефтегазового сектора описывается рядом фактов, которые ухудшают финансовые и иные результаты работы его бизнес-субъектов либо вносят в их деятельность дополнительные риски и, соответственно, требуют инновационных подходов к преодолению либо минимизации их негативного влияния:

1) выход на энергетический рынок новых участников, в том числе тех, которые используют возможности альтернативной, «зеленой» энергетики;

2) увеличивающееся влияние политических решений на рынки энергоносителей многих стран, в том числе тех, которые традиционно были (а некоторые остаются до сих пор) крупными импортерами российских углеводородов;

3) истощение ряда наиболее разработанных месторождений, отличавшихся сравнительно низкой себестоимостью добычи, и вынужденная переориентация на новые, менее разведанные месторождения, многие из которых находятся в удаленных или неблагоприятных географических и геологических условиях;

4) нарастание износа основных фондов отрасли;

5) потребность в повышении «коэффициента полезного действия» ряда используемых в отрасли технологий как вариант обеспечения достаточной экономической эффективности составляющих ее предприятий.

Однако инвестиции в инновационные преобразования отрасли отнюдь не являются достаточными для достижения технологического прорыва в ней, их также нельзя считать абсолютно привлекательными и надежными финансовыми инструментами [1, 2]. Несмотря на кажущуюся привлекательность, надежность и высокую доходность нефтегазового сектора, приходящих инвестиций не хватает на полное техническое перевооружение как в его добывающей, так и в транспортирующей подсистемах, на замещение ранее импортировавшихся образцов высокотехнологичного оборудования отечественными разработками при одновременном поддержании достаточного темпа разведки геологических запасов и создания новых мощностей.

Таким образом, объем спроса, который организации нефтегазового сектора предъявляют на исследования и инновационные разработки, некоторые исследователи называют ограниченным [3], подчеркивая, с одной стороны, наличие существенного объема такого спроса, а с другой стороны, его несоответствие реальным потребностям.

Финансирование нефтегазового сектора, как и любой другой отрасли экономики, возможно из ряда различных источников:

- прямые частные инвестиции, в случае реализации инновационных проектов – венчурные;

- портфельные инвестиции, при которых финансовые организации аккумулируют средства, которые затем вкладываются в те или иные проекты;

- зарубежные инвестиции, которые в некоторых сферах неприменимы или применимы ограниченно из-за законодательных запретов;

- бюджетное субсидирование, инвестиции и гарантии.

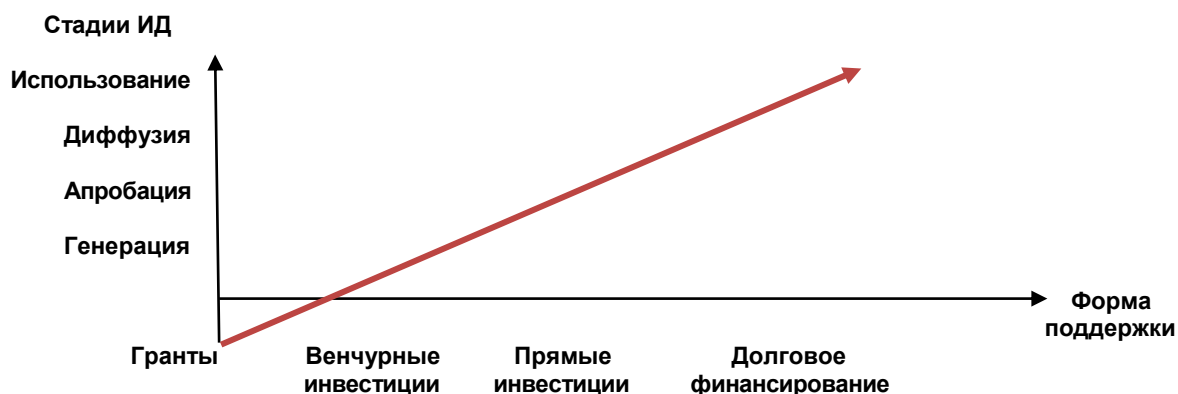
Стоит отметить, что применительно к рассматриваемому отраслевому комплексу можно говорить о высокой степени заинтересованности государства как в его финансовом благополучии, так и в инновационном, интенсивном пути его развития, что делает последний вариант источников получения денежных средств весьма доступным.

Во-первых, провластные структуры России в целом заинтересованы в наращивании как фундаментального, так и прикладного знания, а рассматриваемая сфера на настоящем этапе развития как раз требует наработок в обеих подсистемах. Во-вторых, сохраняющийся высокий уровень зависимости финансового благополучия страны от доходов данной сферы прямо указывает на необходимость поддержания ее высокой конкурентоспособности и экономической эффективности, неотделимой от эффективности технологической. В-третьих, область НИОКР сама по себе представляет место приложения усилий квалифицированных специалистов, и ее финансирование решает ряд не только технических, но и кадровых, социальных, мотивационных задач, положительно сказывается на состоянии человеческого капитала.

С организационной позиции финансирование осуществляется по двум основным направлениям:

- поддержка непосредственно предприятий отрасли, как создающих, так и апробирующих, распространяющих и использующих инновации;
- поддержка связанных с отраслью научно-исследовательских и образовательных учреждений.

Наблюдается определенная зависимость выбираемых государственными структурами инструментов финансирования инновационной деятельности от стадии этой деятельности, в которой задействовано конкретное предприятие – получатель (см. рис.).



Формы финансовой поддержки по стадиям инновационной деятельности (ИД)

Государственная инновационная политика не отрицает возможности финансовой поддержки нефтегазовой сферы, в частности по ряду стратегических направлений и задач [6]:

- разведка запасов полезных ископаемых, что повышает надежность минерально-сырьевой базы отрасли, снижая фактор неопределенности и повышая ее привлекательность как для капитала, так и для кадров;
- скорейшее создание российских аналогов высокотехнологичного импортного оборудования для добычи, хранения, транспортировки и переработки сырья во избежание импортозависимости отрасли, в качестве противодействия введенным санкциям и, опять же, ради снижения неопределенности и рисков как политического, так и технологического происхождения;
- повышение эффективности использования углеводородного сырья на всех стадиях его участия в хозяйственной системе, позволяющее получать более значительные экономические и технологические результаты при сохранении или даже снижении объемов добычи;
- усилия по сохранению и повышению экспортных возможностей с учетом требований конкретных стран-импортеров [7];
- инновационная активность в стыковых сферах, где нефтегазовая отрасль демонстрирует координацию или взаимозависимость с другими отраслями и комплексами. Важно подчеркнуть, что именно здесь можно рассчитывать на мультипликацию эффекта инновационных разработок;
- формирование и укрепление долгосрочных конкурентных преимуществ отечественного нефтегазового сектора на мировой арене, а также на конкретных региональных и отраслевых рынках;

- перенаправление потоков частных инвестиций с целью удержания их внутри национальной хозяйственной системы при сохранении принципов добровольности, окупаемости, приемлемого уровня рисков;

- бесперебойное и достаточное снабжение населения страны энергоносителями при сохранении затрат на них в допустимых границах, не угрожающих достигнутому уровню жизни и структуре потребления.

Несмотря на активную заинтересованность государства в инновационном развитии нефтегазового сектора, продолжающийся кризис заставляет оптимизировать бюджетные расходы на меры его поддержки. В такой ситуации наращивание инновационной активности предприятий возможно лишь в случае их собственного стимулирования к инвестированию в нее собственных и привлекаемых средств. Однако О.В. Никулина [9] указывает на существование ряда проблем, под воздействием которых отечественные нефтегазовые предприятия снижают свой спрос на инновации, одновременно сдерживая развитие отраслевых научно-исследовательских учреждений, теряя собственную конкурентоспособность и порождая дополнительные отраслевые риски:

- высокие риски инновационной деятельности в нефтегазовой отрасли, одновременно включающие риски, свойственные добывающим отраслям, политико-правовые риски и риски, связанные со спецификой расположения предприятий отрасли;

- в России в целом достаточно активно действуют институциональные формы поддержки инновационных проектов, однако именно в нефтегазовой отрасли организация такого финансирования устроена так, что в основном только крупные предприятия могут претендовать на ресурсы, выигрывать конкурсные процедуры, изыскивать средства для софинансирования проектов, а малый бизнес может сталкиваться с рядом административных барьеров [10];

- недостатки налогового законодательства не позволяют смягчать налоговое бремя в случае реинвестирования прибылей в инновационные разработки и снижают финансовую заинтересованность крупных игроков, располагающих ресурсами, особенно в случае долгосрочных условий разрабатываемых проектов [4].

Все перечисленное указывает на сохранение потребности государственного вмешательства в регулирование и ресурсное обеспечение инновационной деятельности в рассматриваемом секторе экономики (см. табл.), и его перспективы существенно зависят от государства, несмотря на проблемы, порождаемые неблагоприятной макроэкономической обстановкой.

Формы поддержки инновационной активности предприятий нефтегазового сектора в России

Этап инновационной активности	Группа мер поддержки	Формы поддержки
Создание условий для реализации инновационных проектов	Организационные	Формирование спроса на инвестиции Нормативно-правовое регулирование
	Финансовые	Прямое финансирование Налоговое стимулирование
Формирование инновационной инфраструктуры	Институциональные	Институты развития: общенациональные (Фонд содействия инновациям) и отраслевые
Создание единой базы НИОКР в нефтегазовой сфере	Информационные	Консалтинг Аналитика Формирование информационных баз
Апробация и диффузия инноваций	Инфраструктурные	Технопарки Кластерное планирование

Таким образом, исследование позволило сформулировать ряд направлений совершенствования финансовых и иных связанных с ними инструментов стимулирования инновационного развития отрасли, большинство из которых имеют в своей сути стратегический характер и требуют прямого или косвенного участия государственных структур.

1. Так как на основании исследований целого ряда ученых была установлена недостаточность финансирования для полноценного и быстрого инновационного развития отрасли, можно утверждать, что любые действия, способствующие дополнительному притоку инвестиций, в том числе долгосрочных и венчурных, следует считать перспективным направлением развития [11]. Среди таких действий особо выделяются те, которые направлены на стабилизацию макроэкономической, политико-правовой обстановки и снижение рисков либо на формирование резервов для покрытия последствий реализации рискованных событий.

2. На развитых рынках с оптимальными инструментами регулирования, высоким уровнем прозрачности (то есть информированности участников обо всех аспектах конъюнктуры), понятными и стабильными условиями функционирования инновационная активность компании позволяет ей достигать устойчивых и значимых конкурентных преимуществ, а в случае насыщенности рынка она становится практически единственным способом их приобретения. Следовательно, инновационную деятельность может стимулировать вмешательство государства, нормализующее состояние рынка, в частности антимонопольное, управление качеством, таможенно-тарифное и др.

3. Межотраслевое инновационное сотрудничество на настоящий момент является одним из наиболее перспективных путей совершенствования работы, поэтому организационная, институциональная и информационная поддержка его со стороны государства крайне важна. Нефтегазовая отрасль не может оставаться в стороне от такого взаимодействия с машиностроением, химической промышленностью и рядом других сфер, отличающихся как существенным спросом на инновации, так и высокой инновационной активностью. Отрасли могут выступать как заказчики, исполнители, потребители инновационных продуктов, разрабатываемых в смежных сферах, что обеспечивает дополнительную активизацию перетока капитала между ними, в том числе венчурного. Также в данном взаимодействии могут участвовать посредники, представленные как финансово-инвестиционными организациями, так и консалтинговыми, инжиниринговыми и научными организациями, в том числе государственными.

4. Государство должно в первую очередь сформировать системный подход к инновационной деятельности в нефтегазовом секторе. Это позволит на долгосрочной основе сохранять балансы, необходимые для повышения результативности и эффективности инновационного процесса: между фундаментальными и прикладными исследованиями; между коммерциализацией инноваций, защитой интеллектуальной собственности и расширением доступа к новейшим достижениям всех нуждающихся участников рынка; между интересами и инновационными потребностями разных отраслей комплекса; наконец, между потребностями экономики и экологии, устойчивого развития вплоть до глобального уровня.

Список источников

1. Алёшина С.В., Медведева О.С. Проблемы теории и практики в управленческой деятельности предприятий нефтегазового сектора // Инновационная экономика и современный менеджмент. 2023. № 1(43). С. 28–31.
 2. Бобылев Ю.Н. Развитие нефтяного сектора в России // Вопросы экономики. 2015. № 6. С. 45–62. DOI: 10.32609/0042-8736-2015-6-45-62.
 3. Бодрова Е.В. Развитие нефтегазового сектора России: проблемы и перспективы // Власть. 2015. Т. 23, № 4. С. 44–48.
 4. Горбунова Е.Н. Основные направления налоговой политики Российской Федерации в нефтяной отрасли экономики // Вестник Югорского государственного университета. 2016. № 1(40). С. 225–230.
-

5. Карасевич В. Пути декарбонизации в российских нефтегазовых компаниях // Нефтегазовая вертикаль. 2021. № 6. С. 64–67.
6. Кизим А.А., Барчо Ф.Н. Модернизация российского нефтеперерабатывающего комплекса // Научные меридианы – 2016: сборник материалов II Международной научно-практической конференции (Новороссийск, 08–09 февраля 2016 г.). Краснодар: Академия знаний, 2016. С. 139–142.
7. Кочьян Г.А., Кожеуров А.Д. Оценка состояния нефтегазового сектора в России и характеристика угроз, оказывающих влияние на его развитие // Экономика и предпринимательство. 2021. № 8(133). С. 34–39. DOI: 10.34925/EIP.2021.133.8.003.
8. Маричев С.Г. Рыночная привлекательность компаний нефтегазового сектора как фактор социально-экономического развития регионов присутствия // Экономический анализ: теория и практика. 2021. Т. 20, № 1(508). С. 124–141.
9. Никулина О.В. Стратегические ориентиры развития практики применения финансовых инструментов стимулирования инновационной активности предприятий нефтегазового комплекса // Экономика: теория и практика. 2018. № 3(51). С. 32–40.
10. Проскурова Н.Э., Самохвалова Е.П., Арслангереева З.З. Возможности развития малого предпринимательства в нефтегазовой отрасли России // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2020. № 1. С. 74–80. DOI: 10.24411/2412-2025-2020-10011.
11. Смирнов В.В. Анализ основания российской экономики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2022. Т. 18, № 6(411). С. 1080–1102.

References

1. Alyoshina S.V., Medvedeva O.S. Problems of theory and practice in the management activities of oil and gas enterprises. *Innovative Economics and Modern Management*. 2023;1(43):28-31. (In Russ.).
2. Bobylev Yu.N. The development of the oil sector in Russia. *Voprosy Ekonomiki*. 2015;6:45-62. DOI: 10.32609/0042-8736-2015-6-45-62. (In Russ.).
3. Bodrova E.V. The development of the oil and gas complex of the Russian Federation: problems and prospects. *Vlast' (Authority)*. 2015;23(4):44-48. (In Russ.).
4. Gorbunova E.N. Basic directions of tax politics of the Russian Federation in petroleum industry of economy. *Yugra State University Bulletin*. 2016;1(40):225-230. (In Russ.).
5. Karasevich V. Ways of decarbonization in Russian oil and gas companies. *Oil and Gas Vertical*. 2021;6:64-67. (In Russ.).
6. Kizim A.A., Barcho F.N. Modernization of the Russian oil refining complex. Scientific Meridians - 2016: Collection of writings of the II International Research-to-Practice Conference (Novorossiysk, February 08-09, 2016). Krasnodar: Academy of Knowledge Publishers; 2016:139-142. (In Russ.).
7. Kochyan G.A., Kozheurov A.D. Assessment of the state of the oil and gas sector in Russia and characteristics of threats affecting its development. *Economics and Entrepreneurship*. 2021;8(133):34-39. DOI: 10.34925/EIP.2021.133.8.003. (In Russ.).
8. Marichev S.G. Market attractiveness of oil and gas companies as a factor affecting the socio-economic development in regions of their business operations. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2021;20(1):124-141. (In Russ.).
9. Nikulina O.V. Strategic guidelines for the development of the practice of using financial instruments to stimulate innovative activity of oil and gas enterprises. *Economics: Theory and Practice*. 2018;3(51):32-40. (In Russ.).
10. Proskurova N.E., Samokhvalova E.P., Arslangereeva Z.Z. Opportunities for the development of small business in the oil and gas industry of Russia. MEPS: Management, Economics, Politics and Sociology. 2020;1:74-80. DOI: 10.24411/2412-2025-2020-10011. (In Russ.).
11. Smirnov V.V. Analysing the foundation of the Russian economic system. *National Interests: Priorities and Security*. 2022;18(6):1080-1102. (In Russ.).

Информация об авторах

Л.В. Брянцева – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1», blv2466@mail.ru.
В.А. Солопов – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и коммерции ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», solopov_07@inbox.ru.
А.Ю. Тайдаков – аспирант ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Воронежский филиал, gassnab@yandex.ru.

Information about the authors

L.V. Bryantseva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of the Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, blv2466@mail.ru.
V.A. Solopov, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economics and Commerce, Michurinsk State Agrarian University, solopov_07@inbox.ru.
A.Yu. Taidakov, Postgraduate Student, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh Branch, gassnab@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 12.11.2023; одобрена после рецензирования 26.12.2023; принята к публикации 12.01.2024.

The article was submitted 12.11.2023; approved after reviewing 26.12.2023; accepted for publication 12.01.2024.

© Брянцева Л.В., Солопов В.А., Тайдаков А.Ю., 2024

5.2.4. ФИНАНСЫ (ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.16

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_1_261

EDN: SOTNXS

Влияние интеллектуального капитала на формирование стоимости агропромышленных компаний

Юлия Юрьевна Савченко^{1✉}

¹ Рубцовский институт (филиал) Алтайского государственного университета, Рубцовск, Россия

¹ savtenko@rb.asu.ru[✉]

Аннотация. Объектом исследования выступают российские компании агропромышленного комплекса (АПК), акции которых торгуются на Московской бирже. Предметом исследования являются финансово-экономические отношения в области использования интеллектуального капитала как ключевого фактора формирования стоимости компании. Актуальность исследования определяется необходимостью поиска внутренних факторов, оказывающих влияние на формирование стоимости российских компаний АПК. Цель исследования заключается в выявлении и обосновании значимости интеллектуального капитала как ключевого фактора, влияющего на устойчивость роста российских публичных компаний АПК на основе оценки его влияния на величину экономической добавленной стоимости. Использованы методы сравнительного и статистического анализа, расчета финансово-экономических показателей, корреляционно-регрессионного анализа. Оценка интеллектуального капитала исследуемых компаний проводилась с помощью расчета коэффициента Тобина. Среднее значение коэффициента Тобина у российских компаний АПК составило 4,7. На основе корреляционного анализа установлено, что на показатель экономической добавленной стоимости российских публичных компаний АПК оказывает влияние такой внутренний фактор, как интеллектуальный капитал. Связь между показателем экономической добавленной стоимости и коэффициентом Тобина для российских компаний АПК – высокая, коэффициент корреляции – 0,62. На основании многофакторного корреляционного анализа также установлена тесная связь результативного показателя с мультипликатором «капитализации компании к балансовой стоимости компании» ($r = 0,69$). Построенная модель однофакторной линейной регрессии позволила сделать вывод, что с увеличением коэффициента Тобина на 1 единицу экономическая добавленная стоимость компании возрастает на 6 690 850 единиц при неизменности прочих факторов. Сделан вывод, что стратегия развития российских компаний АПК должна быть ориентирована на стоимостно ориентированную концепцию управления, нацеленную на рост рыночной стоимости, в которой интеллектуальный капитал рассматривается как ключевой фактор формирования стоимости бизнеса.

Ключевые слова: компании агропромышленного комплекса, финансово-экономические показатели, интеллектуальный капитал, экономическая добавленная стоимость, устойчивое развитие, финансово-экономические показатели

Для цитирования: Савченко Ю.Ю. Влияние интеллектуального капитала на формирование стоимости агропромышленных компаний // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 261–269. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_261–269.

5.2.4. FINANCE (ECONOMIC SCIENCES)

Original article

The influence of intellectual capital on the formation of the value of agro-industrial companies

Yuliya Yu. Savchenko^{1✉}

¹ Rubtsovsk Institute, Branch of Altai State University, Rubtsovsk, Russia

¹ savtenko@rb.asu.ru[✉]

Abstract. The object of the study is Russian companies in the agro-industrial complex, whose shares are traded on the Moscow Exchange. The subject of the study is financial and economic relations in the field of using intellectual capital as a key factor in creating company value. The relevance of the study is determined by the need to search for internal factors influencing the formation of the value of Russian agricultural companies. The purpose of the study is to identify and justify the importance of intellectual capital as a key factor influencing the sustainable growth of Russian public agro-industrial companies, based on an assessment of its impact on the amount of economic added value. Methods of comparative and statistical analysis, calculation of financial and economic indicators, correlation and regression analysis were used. The assessment of the intellectual capital of the companies under study was carried out by calculating the Tobin coefficient. The average value of Tobin's coefficient for Russian agricultural companies was 4.7. Based on correlation analysis, it was established that the indicator of

economic added value of Russian public companies in the agro-industrial complex is influenced by such an internal factor as intellectual capital. The relationship between the indicator of economic added value and Tobin's coefficient for Russian companies in the agro-industrial complex is high, the correlation coefficient is 0.62. Based on multifactor correlation analysis, a close connection was also established between the performance indicator and the multiplier of «company capitalization to book value of the company» ($r = 0.69$). The constructed univariate linear regression model allowed us to conclude that with an increase in the Tobin coefficient by 1 unit, the economic added value of the company increases by 6690850 units, keeping other factors constant. It is concluded that the development strategy of Russian agro-industrial companies should be focused on a value-oriented management concept aimed at increasing market value, in which intellectual capital is considered as a key factor in the formation of business value.

Keywords: companies of the agro-industrial complex, financial and economic indicators, intellectual capital, economic added value, sustainable development, financial and economic indicators

For citation: Savchenko Yu.Yu. The influence of intellectual capital on the formation of the value of agro-industrial companies. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):261-269. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_261-269.

Введение

Современный этап развития общества характеризуется тем, что именно интеллектуальный капитал определяет возможность для организаций эффективно использовать навыки и методы комбинирования ресурсов, людей и процессов для создания потребительской ценности и обеспечения выхода на новые рынки. В настоящее время актуализировались вопросы исследования интеллектуального капитала как основного фактора создания стоимости компаний. При этом недостаточно проработаны в научной литературе аспекты влияния интеллектуального капитала и его компонент на финансово-экономические показатели компаний АПК.

Компании АПК с более высоким уровнем интеллектуального капитала демонстрируют лучшие результаты деятельности, что делает их более привлекательными для инвесторов. Одним из базовых показателей, определяющих инвестиционную привлекательность компании, является экономическая добавленная стоимость.

Объектом исследования выступают российские компании агропромышленного комплекса (АПК), акции которых торгуются на Московской бирже. Предметом исследования являются финансово-экономические отношения в области использования интеллектуального капитала как ключевого фактора формирования стоимости компании.

Цель исследования заключается в выявлении и обосновании значимости интеллектуального капитала как ключевого фактора, влияющего на устойчивость роста российских публичных компаний АПК, на основе оценки его влияния на величину экономической добавленной стоимости.

Исходя из цели исследования были поставлены и решены следующие задачи:

- проанализировать величины интеллектуального капитала российских компаний АПК;
- провести корреляционно-регрессионный анализ влияния интеллектуального капитала на экономическую добавленную стоимость исследуемых компаний.

Материалы и методы исследования

Теоретическую основу исследования составили работы, посвященные выявлению роли интеллектуального капитала в создании стоимости и его влияния на показатели деятельности компаний с помощью, в частности:

- «нематериальной цепочки ценности» (G. Ahonen [9]), позволяющей достичь доходности выше среднеотраслевой;
- «миксера создания стоимости» (R. Norman & R. Ramirez [5]), когда в качестве уникальных активов, необходимых для достижения конкурентных преимуществ, рассматриваются нематериальные активы и «латентные» способности;
- подхода, за счет применения которого S. Albert & K. Bradley определили интеллектуальный капитал как превращение знаний и неосязаемых активов в полезные ресурсы, дающие конкурентные преимущества индивидуумам, фирмам и нациям [10].

Поскольку в процессе исследования проводилась оценка интеллектуального капитала компаний и его роли в обеспечении устойчивого роста именно АПК, были рассмотрены публикации таких авторов, как:

- И.Н. Александров и М.Ю. Фёдорова, предложивших оценивать интеллектуальный капитал компаний АПК путем определения их экономического потенциала [1];
- С.В. Ильченко, Л.Э. Дубаневич и А.В. Кубарский, анализировавших перспективы использования интеллектуального капитала в АПК [3];
- Субоч Ф., проанализировавшего роль интеллектуального капитала в цепочке добавленных ценностей в агропромышленном комплексе [7];
- И.П. Чупина, Е.В. Зарубина, Л.А. Журавлева, Н.Н. Симачкова, А.И. Мартыненко, выявивших тенденции и проблемы развития интеллектуального потенциала компаний АПК [8];
- Е.Н. Ильченко, определившей специфику управления интеллектуальным капиталом АПК региона на примере Курганской области [2].

В исследовании показатель экономической добавленной стоимости (EVA) рассматривается как инструмент стоимостно ориентированного управления компаниями АПК. Модель EVA, позволяющая оценивать компанию и принимать обоснованные инвестиционные решения, была предложена Дж. Стерном и Б. Стюартом [14].

Для изучения влияния внутренних факторов на показатель EVA использовались методы анализа экономических показателей [13], полученных по данным открытой финансовой отчетности исследуемых компаний. Выявление взаимосвязи интеллектуального капитала и финансово-экономических показателей деятельности компаний осуществлялось с помощью многофакторного корреляционно-регрессионного анализа [12].

Оценки интеллектуального капитала компаний проводились на основе подхода, применяемого компанией «Бейкер Тилли».

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования была проведена оценка стоимости интеллектуального капитала российских компаний. Был использован подход, применяемый экспертами компании «Бейкер Тилли» при составлении рейтинга интеллектуальных компаний России. Последний раз рейтинг был актуализирован в 2019 г. Предложенный подход к оценке интеллектуального капитала предусматривает расчет разности между рыночной стоимостью компании (капитализацией) и ее чистыми активами.

Информация о стоимости чистых активов была получена из финансовой отчетности по МСФО и РСБУ компаний, размещенной в справочно-информационной системе СПАРК-Интерфакс. В выборку вошли только компании сферы производства, акции которых торгуются на Московской бирже. Оценка российских компаний АПК производилась на основе анализа их деятельности за период с 2018 по 2021 г. включительно (табл. 1).

Таблица 1. Капитализация российских компаний АПК, млрд руб.

Компания	Годы				Темп роста, %
	2018	2019	2020	2021	
ПАО «ФосАгро»	329,7	311,8	406,4	756,0	229,3
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	12,2	22,5	23,0	52,8	432,8
ПАО «Абрау-Дюрсо»	14,0	13,6	19,6	18,9	135
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	3,21	3,19	3,81	4,03	125,5
ПАО Группа «Черкизово»	49,2	71,3	81,0	124,3	252,6
ПАО «Русагро»	106,5	86,7	111,9	157,7	148,1
ПАО «Акрон»	190,9	194,2	240,8	484,7	253,9
ПАО «Куйбышев Азот»	27,0	35,2	37,1	92,6	343,0

Источник: составлено автором по данным [6].

У российских компаний АПК наблюдается значительная волатильность капитализации относительно средней величины. Наиболее высокие темпы роста капитализации у ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)» и ПАО «Куйбышев Азот». Величина чистых активов исследуемых компаний представлена в таблице 2.

Таблица 2. Чистые активы российских компаний АПК, млрд руб.

Компания	Годы				Темп роста, %
	2018	2019	2020	2021	
ПАО «ФосАгро»	19,5	15,9	25,3	66,5	29,32
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	7,20	6,75	9,12	10,3	69,9
ПАО «Абрау-Дюрсо»	2,55	3,14	3,36	4,06	62,81
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	10,2	10,4	10,5	11,8	86,44
ПАО Группа «Черкизово»	15,5	12,8	15,2	26,6	58,27
ПАО «Русагро»	102,1	106,8	126,0	147,9	144,9
ПАО «Акрон»	18,4	23,1	12,5	46,9	39,23
ПАО «Куйбышев Азот»	35,3	37,4	40,8	58,5	165,7

Источник: составлено автором по данным [6].

На основании оценки стоимости интеллектуального капитала российских компаний, попавших в выборку, представленной в таблице 3, ПАО «МКФ Красный Октябрь» имеет отрицательную величину интеллектуального капитала.

Таблица 3. Стоимость интеллектуального капитала российских компаний, млрд руб.

Компания	Годы				Темпы роста, %
	2018	2019	2020	2021	
ПАО «ФосАгро»	310,2	295,9	381,1	689,5	222,28
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	5	15,75	13,88	42,5	850
ПАО «Абрау-Дюрсо»	11,45	10,46	16,24	14,84	129,61
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	-3,97	-4,95	-4,16	-5,94	–
ПАО Группа «Черкизово»	33,7	58,5	65,8	97,7	289,91
ПАО «Русагро»	4,4	-20,1	-14,1	9,8	–
ПАО «Акрон»	172,5	171,1	228,3	437,8	253,8
ПАО «Куйбышев Азот»	-3,8	3,5	4,3	48,3	–

Источник: расчеты автора.

Для анализа интеллектуальной компоненты достаточно часто прибегают к расчету коэффициента Тобина:

$$q = \frac{OMV}{NAV}, \quad (1)$$

где *OMV* (Open Market Valuation) – рыночная капитализация компании;

NAV (Net Asset Value) – стоимость чистых активов.

Если коэффициент Тобина принимает значение больше единицы, то можно говорить о позитивных тенденциях в развитии интеллектуального капитала компании. Необходимо учитывать, что на величину показателя влияют не только «скрытые» активы компании, но и рыночные (спады и подъемы) и нерыночные факторы. Чем больше величины коэффициента, тем лучше инвесторы оценивают возможности интеллектуального капитала по управлению и развитию материальной компоненты.

Динамика изменения коэффициента Тобина исследуемых компаний АПК представлена в таблице 4.

Таблица 4. Динамика изменения коэффициента Тобина компаний АПК России

Компания	Годы			
	2018	2019	2020	2021
ПАО «ФосАгро»	16,9	19,6	16,0	11,4
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	1,7	3,3	2,5	5,1
ПАО «Абрау-Дюрсо»	5,5	4,3	5,8	4,7
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	0,31	0,3	0,4	0,3
ПАО Группа «Черкизово»	3,2	5,6	5,3	4,7
ПАО «Русагро»	1,0	0,8	0,9	1,1
ПАО «Акрон»	10,4	8,4	19,3	10,3
ПАО «КуйбышевАзот»	0,8	0,9	0,9	1,6

Источник: расчеты автора.

Исследуемые компании отличаются существенной волатильностью значений коэффициента Тобина относительно средних. Лидерами по инвестиционной привлекательности являются ПАО «ФосАгро» (сельскохозяйственная и продовольственная компания) и ПАО «Акрон» (производитель минеральных удобрений). На конец анализируемого периода только ПАО «МКФ Красный Октябрь» демонстрирует отрицательное значение, что позволяет сделать вывод о неэффективности управления активами.

Показатель «добавленная стоимость» является одной из основных категорий, позволяющих оценивать сразу несколько экономических факторов, оказывающих влияние на инвестиционную привлекательность компании. Бесспорно, принимая решение, инвестор оценивает большое количество внутренних и внешних факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность компании. В данном исследовании в качестве базы для оценки влияния интеллектуального капитала (коэффициент q-Тобина) на инвестиционную привлекательность компании выбран показатель экономической добавленной стоимости – EVA (Economic Value Added). Расчет показателя произведен по следующей формуле:

$$EVA = NOPAT - WACC \times E, \quad (2)$$

где $NOPAT$ – чистая операционная прибыль после налогообложения;

$WACC$ – средневзвешенная стоимость капитала;

E – собственный капитал и долгосрочные обязательства.

Данные для расчета экономической добавленной стоимости исследуемых компаний представлены в таблице 5.

Таблица 5. Данные для расчета экономической добавленной стоимости, тыс. руб.

Компания	Показатели			
	Чистая прибыль	WACC	Капитал и резервы	Долгосрочные обязательства
ПАО «ФосАгро»	113 540 525	15,9	66 540 710	111 460 481
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	2 654 042	13,06	10 279 394	2 999 500
ПАО «Абрау-Дюрсо»	977 172	12,22	4 057 916	429 428
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	11 820 144	13,62	11 034 809	854 505
ПАО Группа «Черкизово»	16 735 807	11,78	26 554 173	22 340 907
ПАО «Русагро»	3 553 283	8,02	2 437 298	0
ПАО «Акрон»	82 216 107	13,35	46 915 437	99 343 118
ПАО «КуйбышевАзот»	21 735 563	11,93	58 524 618	19 164 332

Источник: составлено автором по данным [4, 11].

Показатели экономической добавленной стоимости российских компаний АПК представлены на рисунке 1.

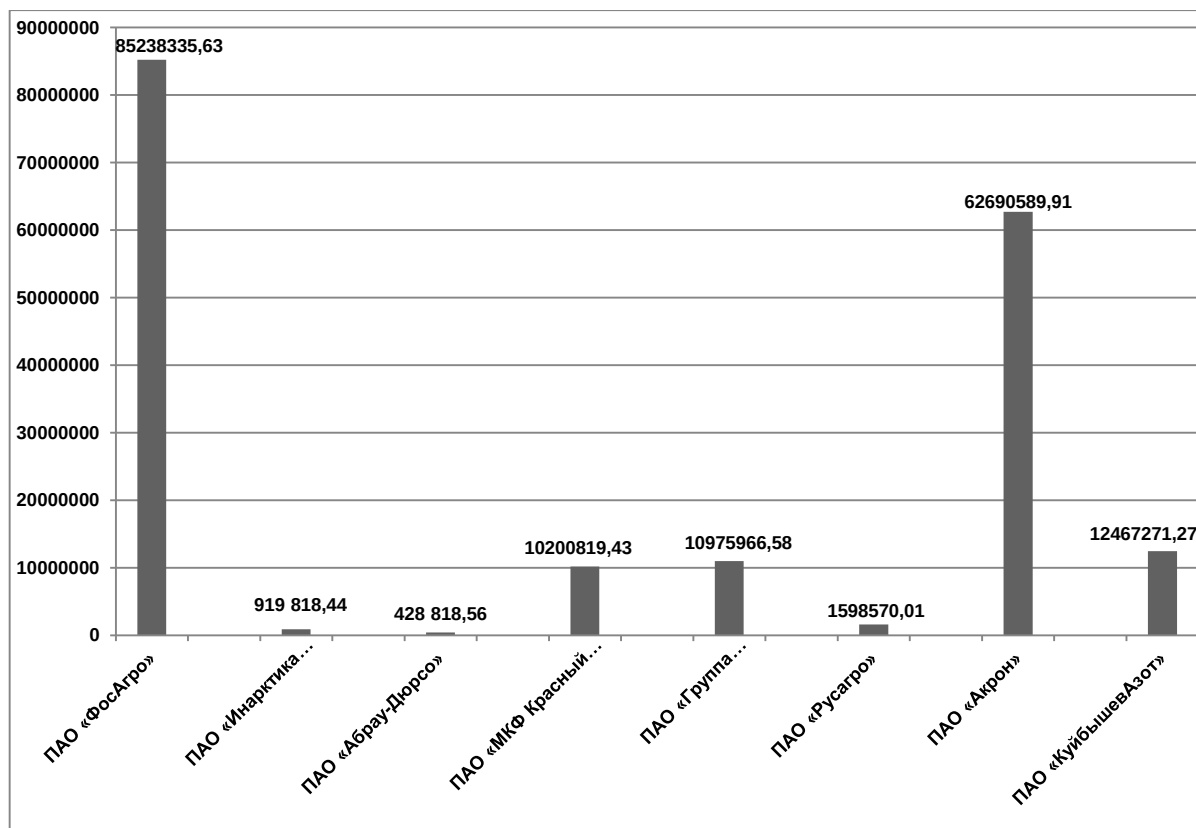


Рис. 1. Показатель экономической добавленной стоимости компаний АПК, тыс. руб.

Источник: расчеты автора.

Лидерами по показателю экономической добавленной стоимости являются ПАО «ФосАгро» и «Акрон», занимающиеся производством удобрений. Самый низкий показатель у ПАО «Абрау-Дюрсо». В 2022 г. выручка компании увеличилась на 10,0%, но доходность в сегментах виноматериалов и прочих товаров показала отрицательную динамику.

Проведем анализ корреляционной зависимости между коэффициентом Тобина и показателем экономической добавленной стоимости для группы анализируемых компаний (рис. 2).

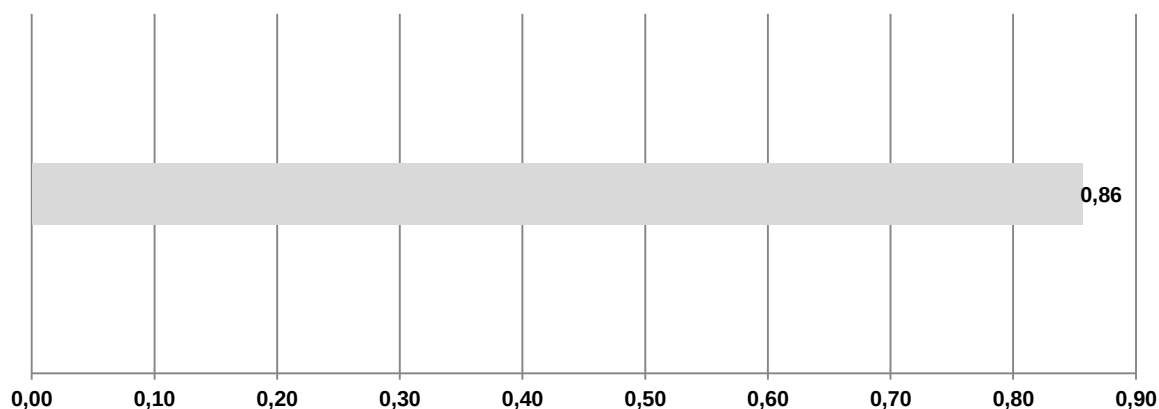


Рис. 2. Коэффициент корреляции между показателем экономической добавленной стоимости и коэффициентом Тобина компаний АПК

Источник: расчеты автора.

Полученные результаты показывают, что связь между показателем экономической добавленной стоимости и коэффициентом Тобина для российских компаний АПК высокая ($r = 0,62$), коэффициент корреляции входит в интервал от 0,7 до 0,9.

На инвестиционную привлекательность достаточно сильное влияние оказывают также такие показатели, как темпы роста капитализации, рентабельность активов и балансовая стоимость. Проведен многофакторный корреляционный анализ для выявления показателей, оказывающих более сильное влияние на инвестиционную привлекательность компаний АПК. Перечисленные выше финансово-экономические показатели исследуемых компаний представлены в таблице 6.

Таблица 6. Финансово-экономические показатели российских компаний АПК

Компания	Показатели			
	Темп роста капитализации	Рентабельность активов (ROA)	Цена/прибыль (P/E)	Цена/балансовая стоимость (P/BV)
ПАО «ФосАгро»	186	32,1	5,81	4,64
ПАО «Инарктика (Русская Аквакультура)»	229,6	18,3	9,96	2,91
ПАО «Абрау-Дюрсо»	96,4	6,2	14,0	1,69
ПАО «МКФ Красный Октябрь»	105,8	-1,6	-19,2	0,4
ПАО Группа «Черкизово»	153,5	8,6	7,40	1,65
ПАО «Русагро»	140,9	11,4	3,80	1,09
ПАО «Акрон»	201,3	1,5	5,90	10,3
ПАО «КуйбышевАзот»	249,6	23,1	4,37	2,04

Источник: составлено автором по данным [4, 6, 11].

Из дальнейшего анализа исключены ПАО «МКФ Красный Октябрь» и ПАО «Абрау-Дюрсо». ПАО «МКФ Красный Октябрь» демонстрирует отрицательные показатели. Все анализируемые компании имеют положительную динамику капитализации. У ПАО «Абрау-Дюрсо» в 2021 г. уменьшилась величина капитализации.

На основе многофакторного корреляционного анализа из множества рассмотренных финансово-экономических внутренних факторов были выявлены те, которые в наибольшей степени влияют на показатель экономической добавленной стоимости (табл. 7).

Таблица 7. Значения коэффициента корреляции (R) по итогам многофакторного корреляционного анализа

	Добавленная стоимость	Темп роста капитализации	Рентабельность активов (ROA)	Цена/прибыль (P/E)	Цена/балансовая стоимость (P/BV)	Коэффициент q-Тобина
Добавленная стоимость	1					
Темп роста капитализации	0,21	1				
Рентабельность активов (ROA)	0,35	0,18	1			
Цена/прибыль (P/E)	-0,28	0,72	0,11	1		
Цена/балансовая стоимость (P/BV)	0,69	0,48	-0,30	-0,10	1	
Коэффициент q-Тобина	0,93	0,49	0,30	0,10	0,77	1

На основании полученных результатов многофакторного корреляционного анализа можно сделать вывод, что из всех исследуемых факторов наиболее тесная связь у результативного показателя (экономическая добавленная стоимость) с мультипликатором P/BV ($r = 0,69$), а также с коэффициентом Тобина ($r = 0,93$). С другими показателями связь слабая или умеренная, на основании этого они будут исключены из числа переменных при построении модели зависимости.

Далее была построена модель линейной регрессии. Принимая во внимание результаты корреляционного анализа, были выбраны две объясняющие переменные: мультипликатор Р/ВВ и коэффициент Тобина. Но поскольку между объясняющими переменными (факторами) присутствует мультиколлинеарность, то в качестве переменной предиктора включим в модель коэффициент Тобина. Результаты регрессионного анализа представлены в таблице 8.

Индекс детерминации R^2 равен 0,73, что указывает на то, что 73% дисперсии добавленной экономической стоимости российских компаний АПК можно объяснить значением коэффициента Тобина. Представленная регрессионная модель в целом статистически значима и практически применима.

Таблица 8. Результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи между коэффициентом Тобина и экономической добавленной стоимостью российских компаний АПК

Число наблюдений	32	
Значение коэффициента линейной корреляции (R)	0,85	
Модель регрессии	$Y = -9500173,5 + 6690849,58X$	
Адекватность модели	Значимость R^2 (F-тест)	0,05 – является значимым ($F \leq 0,04$)
	Значение коэффициента детерминации (R^2)	0,73
	Значимость переменной x (t-статистика)	0,007 переменная является значимой (p -значение $< 0,01$)

Источник: составлено автором с использованием пакета «Анализ данных» MS.

Выводы

Преодоление последствий санкций российскими компаниями АПК предполагает поиск внутренних источников создания стоимости, в первую очередь – развитие интеллектуального капитала. Среднее значение коэффициента Тобина у российских компаний АПК больше единицы, но достаточно далеко от оптимальных значений. Коэффициент довольно устойчив во времени по всем исследуемым компаниям.

Влияние интеллектуального капитала на экономическую добавленную стоимость компаний АПК обосновано посредством применения многофакторного корреляционно-регрессионного анализа. Чем больше величина коэффициента Тобина у компании, тем больше величина экономической добавленной стоимости, т. е. она становится более привлекательной для инвесторов. Коэффициент Тобина может использоваться как инструмент стоимостно ориентированного управления компаниями АПК.

Отечественные компании АПК сегодня остаются недооцененными. Причина этого состоит в том, что интеллектуальный капитал играет несущественную роль в формировании их рыночной стоимости, в том числе по причине низкой инвестиционной активности. Стратегия развития российских компаний АПК должна иметь стоимостно-ориентированную концепцию управления, нацеленную на рост рыночной стоимости. Интеллектуальный капитал необходимо рассматривать как ключевой фактор формирования стоимости бизнеса.

Список источников

1. Александров И.Н., Фёдорова М.Ю. Оценка интеллектуального капитала предприятий агропромышленного комплекса через оценку экономического потенциала // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 129. С. 1355–1363. DOI: 10.21515/1990-4665-129-097.
2. Ильченко Е.Н. Особенности управления интеллектуальным капиталом агропромышленного комплекса региона // Вестник Сургутского государственного университета. 2019. № 1(23). С. 68–77.
3. Ильченко С.В., Дубаневич Л.Э., Кубарский А.В. Перспективы использования интеллектуального капитала в отечественном агробизнесе // Modern Economy Success. 2020. № 6. С. 237–243.

4. Капитализация российских компаний ММББ [Электронный ресурс] // Финансовый портал SMART-LAB. URL: https://smart-lab.ru/q/shares_fundamental/?field=market_cap (дата обращения: 24.09.2023).
5. Норманн Р., Рамирес Р. От цепочки создания стоимости к созвездию стоимости. Разработка интерактивной стратегии // Построение цепочки создания стоимости (коллектив авторов); пер. с англ. Москва: Альпина Бизнес Букс, 2007. 260 с.
6. Московская биржа [Электронный ресурс] // Официальный сайт. URL: <https://www.moex.com> (дата обращения: 18.10.2023).
7. Субоч Ф. Классификационные признаки кластеризации цепочки добавленных ценностей в агро-промышленном комплексе на основе формирования межотраслевой корпорации инновационно-промышленных кластеров со статусами «де-юре» и «де-факто» // Аграрная экономика. 2022. № 2. С. 3–51.
8. Чупина И.П., Зарубина Е.В., Журавлева Л.А. и др. Развитие интеллектуального потенциала организаций агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64, № 3. С. 14–25. DOI: 10.24411/2588-0209-2021-10325.
9. Ahonen G. Generative and commercially exploitable intangible assets // Classification of Intangibles by Stolowy H., Ahonen G., Pukh P.N. et al. 2000. Vol. 712. Pp. 206-213.
10. Albert S., Bradley K. The Impact of Intellectual Capital // Open University Business School Working Paper. 1996. No. 15.
11. Economic indicators. Guru Focus Portal. URL: <https://www.gurufocus.com>.
12. Górecki T., Krzyśko M., Wołyński W. Correlation Analysis for Multivariate Functional Data. In: Palumbo F., Montanari A., Vichi M. (eds). Data Science. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization. Springer, Cham. 2017. Pp. 243–258. DOI: 10.1007/978-3-319-55723-6_19.
13. Priya S.R., Arabinda S. Statistical analysis of stock prices of selected companies in construction industry // Advances in Management. 2019. Vol. 12(1). Pp. 39–47.
14. Stewart B. The Quest for Value: a guide for senior managers. 1st edition. Harper Collins Publishers, 1991. 800 p.

References

1. Aleksandrov I.N., Fedorova M.Yu. The evaluation of the intellectual capital of the companies of an Agro-Industrial Complex with the help of evaluation of the company's economic potential. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2017;129:1355-1363. DOI: 10.21515/1990-4665-129-097. (In Russ.).
2. Ilchenko E.N. Features of intellectual capital management of Agro-Industrial Complex of the region. *Surgut State University Journal*. 2019;1(23):68-77. (In Russ.).
3. Ilchenko S.V., Dubanevich L.E., Kubarsky A.V. Prospects for the use of intellectual capital in national agribusiness. *Modern Economy Success*. 2020;6:237-243. (In Russ.).
4. Capitalization of Russian companies, Moscow Interbank Currency Exchange. SMART-LAB Financial portal. URL: <https://smart-lab.ru>. (In Russ.).
5. Norman R., Ramirez R. From value chain to value constellation: designing interactive strategy. In: Harvard business review on managing the value chain (collection of articles). Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 2000. Translated from English. Moscow: Alpina Business Books; 2007. 260 p. (In Russ.).
6. Moscow Exchange. Official website. URL: <https://www.moex.com>. (In Russ.).
7. Suboch F.I. Classification signs of clustering of the value added chain in the Agro-Industrial Complex based on the formation of an intersectoral corporation of innovation-industrial clusters with the statuses “de jure” and “de facto”. *Agrarian Economics*. 2022;2:3-51. (In Russ.).
8. Chupina I.P., Zarubina E.V., Zhuravleva L.A. et al. Development of intellectual potential of Agro-Industrial Complex organizations. *International Agricultural Journal*. 2021;64(3):14-25. DOI: 10.24411/2588-0209-2021-10325. (In Russ.).
9. Ahonen G. Generative and commercially exploitable intangible assets. In: Classification of Intangibles by Stolowy H., Ahonen G., Pukh P.N. et al. 2000;712:206-213.
10. Albert S., Bradley K. The Impact of Intellectual Capital. *Open University Business School Working Paper*. 1996. No. 15.
11. Economic indicators. Guru Focus Portal. URL: <https://www.gurufocus.com>.
12. Gorecki T., Krzyśko M., Wołyński W. Correlation analysis for multivariate functional data. Data science: Innovative developments in data analysis and clustering. In: Palumbo F., Montanari A., Vichi M. (eds.). Cham: Springer Verlag; 2017:243-258. DOI: 10.1007/978-3-319-55723-6_19.
13. Priya S.R., Arabinda S. Statistical analysis of stock prices of selected companies in construction industry // Advances in Management. 2019;12(1):39-47.
14. Stewart G.B. The Quest for Value: a guide for senior managers. Harper Collins (ed.), 1991. 800 p.

Информация об авторе

Ю.Ю. Савченко – кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Рубцовского института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», savtenko@rb.asu.ru.

Information about the author

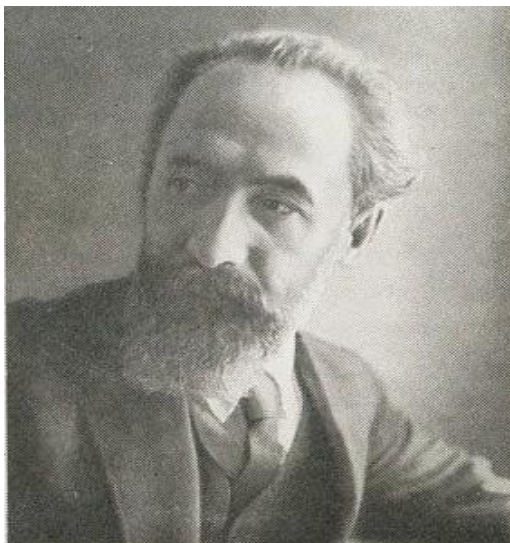
Yu.Yu. Savchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, Deputy Director for Research, Rubtsov Institute, Branch of Altai State University, savtenko@rb.asu.ru.

Статья поступила в редакцию 10.02.2024; одобрена после рецензирования 15.02.2024; принята к публикации 26.02.2024.

The article was submitted 10.02.2024; approved after reviewing 15.02.2024; accepted for publication 26.02.2024.

© Савченко Ю.Ю., 2024

Ученый-фитопатолог Исаак Григорьевич Бейлин. Воронежский период деятельности



Исаак Григорьевич Бейлин (1883–1965)

Жизнеописание Исаака Григорьевича Бейлина в серии «Научные биографии» опубликовала его коллега, соавтор и биограф Вера Аркадьевна Парнес (1983) [7]. Мы остановимся на воронежском периоде жизни и научной деятельности этого крупного ученого-фитопатолога, имя которого тесно связано с Воронежским СХИ и его учителями и единомышленниками – академиком, заведующим кафедрой ботаники СХИ Б.А. Келлером, членами-корреспондентами АН СССР Б.М. Козо-Полянским и М.В. Горленко, профессорами В.В. Фердинандовым, С.К. Чаяновым, Н.А. Черемисиновым.

И.Г. Бейлин родился 9 мая 1883 г. в г. Прилуки Полтавской губернии в семье ремесленника. С детства проявил способности к самообразованию и экстерном в 1907 г. окончил гимназию. Чувство справедливости, лидерские качества и революционный задор всегда присутствовали в его жизни. К нему прислушивались, советовались, глубоко уважали этого умного и отзывчивого человека.

Казанский университет И.Г. Бейлин выбрал неслучайно, так как это учебное заведение являлось своеобразной Меккой передовой и общественной мысли и революционной борьбы в стране. Здесь учились всемирно известные ученые, политические деятели и писатели (Н.И. Лобачевский, А.М. Бутлеров, А.О. Ковалевский, П.Н. Крылов, В.М. Бехтерев, В.И. Ульянов (Ленин), Б.А. Келлер, Л.Н. Толстой и многие другие).



Казанский университет

(из собрания отдела эстампов Государственной публичной библиотеки им. М.Е. Салтыкова-Щедрина)

Свое образование Бейлин получил на естественно-математическом отделении физико-математического факультета. Будучи студентом, он увлекся научной работой и ездил в геоботанические экспедиции, где собирал фактический материал. В университете он учился у будущего академика Б.А. Келлера и специализировался по фитопатологии. По окончании университета в 1913 г. непродолжительное время работал в Казани.



Б.А. Келлер



И.Г. Бейлин – студент последнего курса Казанского университета

В 1914 г. Исаак Григорьевич попал на фронт. За храбрость в бою награжден Георгиевским крестом и произведен из солдата в чин ефрейтора, а вскоре за проявленный героизм его наградили вторым Георгиевским крестом. Из-за полученного ранения он был комиссован [9, с. 150–152].



И.Г. Бейлин во время Первой мировой войны

Б.А. Келлер помогал инициативному ученику вплоть до 1945 г. В 1913 г. Б.А. Келлер был приглашен в Воронежский СХИ, где возглавил кафедру ботаники, а его ученик И.Г. Бейлин осенью 1915 г. поступил на работу в Воронежскую Губернскую станцию защиты растений, где в разные годы работали известные ученые Р.Е. Левина и М.В. Горленко – выпускники Воронежского госуниверситета.

Здесь началась активная творческая жизнь молодого ученого-организатора И.Г. Бейлина. Вокруг него сплотилась передовая молодежь, которая училась у него определению болезней сельскохозяйственных культур и применению эффективных мер борьбы для ликвидации патогенов.

После революции 1917 года И.Г. Бейлин возглавляет работу станции защиты растений, где в 1920 г. он совмещает административную работу с заведованием отделом фитопатологии.



Роза Ефимовна Левина
(1908–1987)



Михаил Владимирович Горленко
(1908–1994)

Воронежский период явился сложным, но плодотворным в становлении молодого ученого, который детально анализировал патогены многих ценных сельскохозяйственных культур. Он часто выступал перед специалистами хозяйств, показывал, как правильно диагностировать болезни, а также предлагал мероприятия, снижающие действие патогенов, помогая получать высокие урожаи с хорошим качеством продукции. В это время он издает популярные книги и брошюры, доступные широким массам специалистов и интересующихся.

Его брошюра о головне получила Первую премию на конкурсе популярной сельскохозяйственной литературы и дважды переиздавалась в разные годы (1926 и 1930).

И.Г. Бейлин умело сочетал практическую работу с научными изысканиями. Часто выступал с докладами перед студентами, на конференциях и съездах.

В сентябре 1920 г. проходил 1-й Всероссийский съезд по прикладной ботанике, в работе которого приняли участие такие видные ученые России, как А.А. Ячевский, Н.И. Вавилов, С.К. Чапанов, Б.А. Келлер, Б.М. Козо-Полянский, М.С. Уткин и др. Большинство из перечисленных ученых тесно связаны с Воронежским краем, т. к. проводили научные и практические исследования на Воронежской земле.



Первый Всероссийский съезд по прикладной ботанике в Воронеже 23–28 сентября 1920 г.

В первом ряду: Б.А. Келлер, Н.И. Вавилов, А.А. Ячевский;
в третьем ряду 7-й справа – И.Г. Бейлин

На этом съезде с докладом, посвященным задачам фитопатологического отдела Воронежской областной опытной станции защиты растений, выступил И.Г. Бейлин. Его сообщение вызвало большой интерес. Фитопатологи во главе с А.А. Ячевским посетили станцию, отметив высокий уровень ведения научно-методической работы и имеющиеся «прекрасные микологические и фитопатологические коллекции» [8, с. 87–99].

Большой вклад И.Г. Бейлин внес в методику опытного дела. Он впервые для науки фитопатологии в 1919 г. создал технику учета распространенных вредоносных болезней растений. Ему нет равных в разработке эпифитотиологического направления в фитопатологии. Им установлены закономерности возникновения, распространения, развития и затухания эпифитотий – массовых заболеваний растений.

Как раз в период работы в Воронеже И.Г. Бейлин на большом фактическом материале теоретически обосновал общие закономерности, приводящие к заболеваниям зерновых, технических, плодовых, овощных, лесных и декоративных культур, разработал меры борьбы с ними [3, 4]. Среди распространенных заболеваний Исаак Григорьевич активно изучал грибы-облигатные паразиты (возбудители пероноспороза, ржавчины, головни), а также цветковые растения-паразиты (заразихи и повилики). На основе многолетних исследований И.Г. Бейлин составил определитель вредоносных видов заражих, паразитирующих на культурных растениях СССР.

В это же время ученым были начаты исследования по основным направлениям изучения паразитизма вредных организмов, которые отражены в его работах по систематике и эволюции паразитизма у цветковых растений [2, с. 55–61].

Он часто выступал на конференциях и научно-практических совещаниях (в том числе на Втором энтомо-фитопатологическом съезде в Петрограде, где председателем был академик Н.И. Вавилов) с критическими анализами, вскрывая причины потерь урожая многих культурных растений, пораженных вредными организмами.



**Второй Всероссийский энтомо-фитопатологический съезд в Петрограде
25-30 сентября 1920 г.**

В центре первого ряда – К.Е. Мурашкинский,
А.А. Ячевский, И.Г. Бейлин

В 1924 году И.Г. Бейлиным открыт новый вид пероноспоровых грибов – *Peronospora scutellariae* Beilin.

В 1926–1927 гг. в Воронежской области произошло резкое снижение урожая подсолнечника из-за массового распространения заразики. Работу по обследованию полей возглавил Исаак Григорьевич, который выявил очаги заболевания, что позволило определить пути распространения паразита и наметить мероприятия по их ликвидации [1].

Проведенная работа помогла выявить устойчивые к заразики сорта подсолнечника народной селекции, что дало возможность шире применять эти наработки. В полевых условиях Воронежской области им были выявлены различные виды заразики, что открывало возможность патометода для систематики.

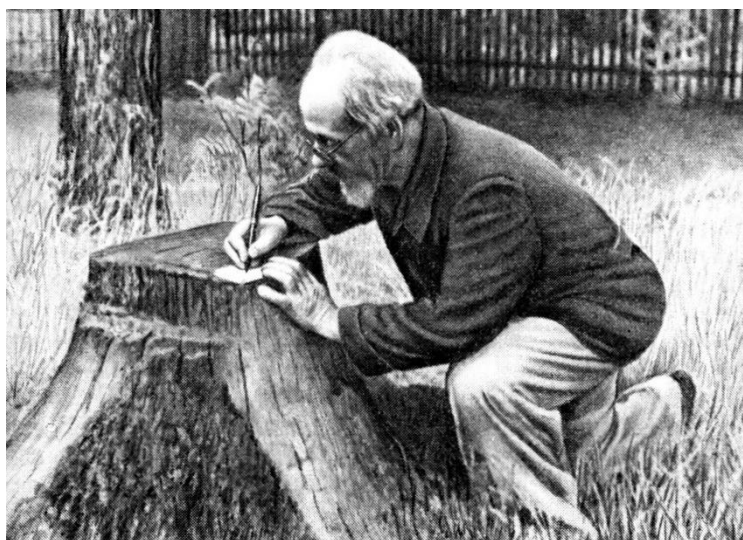
И.Г. Бейлин много раз возглавлял экспедиции по всей стране, тщательно изучил Воронежскую область. Собранный материал он тщательно анализировал и выявил закономерности паразитизма для разных географических территорий с учетом видовых и сортовых особенностей растений и их паразитов.

По инициативе Б. А. Келлера в конце 1940 г. И.Г. Бейлина пригласили в Академию наук СССР для организации в Ботаническом саду лаборатории защиты растений от вредителей и болезней. Объектом исследований явились болезни декоративных растений.

Намеченные перспективные планы прервала Великая Отечественная война. Но даже в эвакуации он активно работал. По собранным материалам представил эволюционно-экологические подходы в отношении питающих растений и их паразитов.

После ВОВ Исаака Григорьевича направили в лабораторию Лесной фитопатологии НИИ леса АН СССР и он сразу отправился в экспедиции по стране (включая и Воронежскую область), в которых много исследований было посвящено санитарному состоянию полей защитных полос и мероприятиям по их оздоровлению.

В начале Великой Отечественной войны Б.А. Келлер настоятельно рекомендовал И.Г. Бейлину завершить докторскую диссертацию. В 1943 г. им успешно защищена диссертационная работа «Заразиховые СССР», где отражены уникальные оригинальные подходы теоретического и прикладного характера, совершенно новые для науки фитопатологии [10, с. 143–144].



И.Г. Бейлин за осмотром погибшего дерева

И.Г. Бейлин пришел к практическому выводу о необходимости селекции культурных растений на иммунитет к патогенам, что актуально и в современных условиях, особенно в органическом земледелии.

Личность И.Г. Бейлина многогранна. Большое внимание он отводил педагогике. Работал по вопросам преподавания биологии, собирал большие аудитории молодых людей – будущих специалистов. В доходчивой и увлекательной форме объяснял сложные процессы патогенеза возбудителей болезней культурных растений. В научно-популярной форме для школьников старших классов и студентов выпустил пособие по фитопатологии.

Исаак Григорьевич внес неоценимый вклад в историю науки. Им написан ряд книг, посвященных биографиям известных ученых-лесоводов, что имело большое воспитательное значение для молодого поколения.

Среди них Г.Ф. Морозов [6] – русский ученый мирового уровня, основатель учения о лесе. Хочется с гордостью отметить, что Воронежский лесотехнический институт (университет) носит его имя.

Увлекательно он пишет об основателе Батумского ботанического сада, путешественнике, географе А.Н. Краснове. Этот ученый – создатель первого оригинально курса земледелия в России. Профессор Воронежского сельскохозяйственного института В.В. Фердинандов, рецензируя книгу И.Г. Бейлина «А.Н. Краснов» (1968), дал ей высокую оценку в [5].



Герои книг И.Г. Бейлина – А.Н. Краснов и Г.Ф. Морозов

В.А. Парнес, биограф И.Г. Бейлина, написал: «Он был ученым – романтиком, мечтал избавить поля и леса России от болезней, верил, что фитопатология – очень важная наука, с помощью которой можно сдерживать или ликвидировать опасные болезни. Он был беззаветно преданным своей мечте, идее и науке».

Список источников

1. Бейлин И.Г. Результаты обследования посевов подсолнуха в Валуйском уезде, произведенного в 1926 году. Воронеж, 1927. 24 с.
2. Бейлин И.Г. Эволюция паразитизма у цветковых растений / Бюллетень МОИП. Отдел Биология. 1948. Т. LIII (3). С. 55–65.
3. Бейлин И.Г. Борьба с повиликами и заразихами. Москва: Колос, 1967. 88 с.
4. Бейлин И.Г. Цветковые полупаразиты и паразиты. Москва: Наука, 1968. 118 с.
5. Бейлин И.Г., Парнес В.А. Андрей Николаевич Краснов. Москва: Наука, 1968. 257 с.
6. Бейлин И.Г., Парнес В.А. Георгий Федорович Морозов. 1867–1920. Москва: Наука, 1971. 216 с.
7. Парнес В.А. Исаак Григорьевич Бейлин. Москва: Наука, 1983. 160 с.
8. Первый Всероссийский съезд по прикладной ботанике / Вестник опытного дела. Воронеж: Вторая Советская типография, 1921. С. 87–99.
9. Розен Х.К., Хрщонович В.Г. Исаак Григорьевич Бейлин (1883–1965) / Бюллетень МОИП. Отдел Биология. 1965. № 6. С. 150–152.
10. Черемисинов Н.А. Памяти Исаака Григорьевича Бейлина / Ботанический журнал. 1966. Т. 51, № 1. С. 143–144.

Г.М. Мелькумов – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и микологии медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

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

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 – Медеяева Зинаида Петровна, доктор экономических наук, профессор (5.2.3., экономические науки).

Диссертационный совет 35.2.008.03 (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1541/нк от 21 ноября 2022 г.) принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

1.5.20. Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (4.1.3., сельскохозяйственные науки).

Заместитель председателя – Олейникова Елена Михайловна, доктор биологических наук, доцент (1.5.20., сельскохозяйственные науки).

Ученый секретарь – 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 A4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. Полутонные фотографии могут использоваться только при крайней необходимости. Таблицы, рисунки, а также уравнения нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Статьи рецензируются.

Редакторы **А.В. Квасникова, С.А. Дубова**
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 26.04.2024 г.

Подписано в печать 30.03.2024 г. Формат 60х84^{1/8}
Бумага офсетная. Объем 34,63 п.л. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 1100 экз. Заказ № 25749
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

