

ISSN 2071-2243

DOI: 10.53914/issn2071-2243

# ВЕСТНИК

**Воронежского государственного  
аграрного университета**

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 15, 1(72) • 2022*



ISSN 2071-2243  
DOI: 10.53914/issn2071-2243

# ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

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

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

Издается с 1998 года

Периодичность – 4 выпуска в год

**Том 15,  
выпуск 1(72)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1

ВОРОНЕЖ  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
2022

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»

**В соответствии с распоряжением Минобрнауки России от 28 декабря 2018 г. № 90-р на основании рекомендаций Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России с учетом заключений профильных экспертных советов ВАК 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 (№ 328 по состоянию на 29.03.2022)**

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

- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (сельскохозяйственные науки);
- 05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);
- 05.20.02** – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки);
- 05.20.03** – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);
- 06.01.01** – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.02** – Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.04** – Агрохимия (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.04** – Агрохимия (биологические науки);
- 06.01.06** – Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры (сельскохозяйственные науки);
- 06.01.07** – Защита растений (сельскохозяйственные науки);
- 08.00.05** – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки);
- 08.00.10** – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки);
- 08.00.12** – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки);
- 08.00.13** – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки).

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Алдошин Николай Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

**Ерохин Михаил Никитьевич**, доктор технических наук, академик РАН, профессор, научный руководитель Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, профессор кафедры «Сопrotивление материалов и детали машин» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

**Завражнов Анатолий Иванович**, доктор технических наук, академик РАН, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры «Технологические процессы и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

**Лачуга Юрий Федорович**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, Российская академия наук.

**Оробинский Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины, тракторы и автомобили», декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Павлушин Андрей Александрович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности», декан инженерного факультета ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина».

**Тарабрин Алексей Евгеньевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе Национальной научной сельскохозяйственной библиотеки Национальной академии аграрных наук Украины.

**Тарасенко Александр Павлович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины, тракторы и автомобили» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Шацкий Владимир Павлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика и физика» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Ващенко Татьяна Григорьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Селекция, семеноводство и биотехнологии» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Григорьева Людмила Викторовна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор плодовоощного института имени И.В. Мичурина ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

**Девятова Татьяна Анатольевна**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экология и земельные ресурсы» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

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

**Жужжалова Татьяна Петровна**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий отделом биотехнологии и генетики ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова».

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

**Князев Сергей Дмитриевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур».

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

**Мязин Николай Георгиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

**Федотов Василий Антонович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Земледелие, растениеводство и защита растений» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Щеглов Дмитрий Иванович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Почвоведение и управление земельными ресурсами» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

**Закшевский Василий Георгиевич**, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, почетный работник агропромышленного комплекса России, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации».

**Курносков Андрей Павлович**, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры «Информационное обеспечение и моделирование агроэкономических систем» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Ришар Жак**, доктор экономических наук, профессор Университета Дофин, Франция, Париж, Почетный профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Родионова Ольга Анатольевна**, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве».

**Ткаченко Валентина Григорьевна**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономическая теория и маркетинг» ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», член-корреспондент Национальной академии аграрных наук Украины, академик Академии экономических наук Украины, академик Академии гуманитарных наук России, Заслуженный работник народного образования Украины, Почетный профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

**Чиркова Мария Борисовна**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Бухгалтерский учет и аудит» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Яшина Марина Львовна**, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Финансы и кредит» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина».

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

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

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

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

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

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

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022

ISSN 2071-2243  
DOI: 10.53914/issn2071-2243

# VESTNIK

OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY

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

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

Published since 1998  
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 15,  
Issue 1(72)**

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1

VORONEZH  
Voronezh SAU  
2022

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

**According to the Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 90-r as of December 28, 2018, pursuant to the Recommendations of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of Russia based on the findings of relevant expert councils, Vestnik is included in the List of Peer-Reviewed Scientific Periodicals recommended for publishing the major research results of dissertations for a candidate and doctorate degree under No. 328 as of March 29, 2022**

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

- 05.20.01** – Technologies and Mechanical Means in Agriculture (Agricultural Sciences);
- 05.20.01** – Technologies and Mechanical Means in Agriculture (Engineering Sciences);
- 05.20.02** – Electrotechnologies and Electric Equipment in Agriculture (Engineering Sciences);
- 05.20.03** – Technologies and Means of Maintenance in Agriculture (Engineering Sciences);
- 06.01.01** – General Soil Management, Crop Science (Agricultural Sciences);
- 06.01.02** – Land Melioration, Recultivation and Land Conservation (Agricultural Sciences);
- 06.01.04** – Agricultural Chemistry (Agricultural Sciences);
- 06.01.04** – Agricultural Chemistry (Biological Sciences);
- 06.01.06** – Grassland Science and Medicinal Essential-Oil-Bearing Plants (Agricultural Sciences);
- 06.01.07** – Plant Protection (Agricultural Sciences);
- 08.00.05** – Economics and Management of the National Economy (by Branches and Fields of Activity) (Economic Sciences);
- 08.00.10** – Finance, Monetary Circulation and Credit (Economic Sciences);
- 08.00.12** – Accounting, Statistics (Economic Sciences);
- 08.00.13** – Mathematical and Instrumental Methods in Economics (Economic Sciences).

## EDITORIAL BOARD

**Nikolay V. Aldoshin**, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Head of the Department of Farm Machinery, Institute of Engineering and Energy named after V.P. Goryachkin, Russian Timiryazev State Agrarian Academy.

**Mikhail N. Erokhin**, Doctor of Engineering Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Full Professor, Academic Director of the Institute of Engineering and Energy named after V.P. Goryachkin, Professor at the Department of Strength of Materials and Machinery Parts, Russian Timiryazev State Agrarian Academy.

**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.

**Yuriy F. Lachuga**, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Russian Academy of Sciences.

**Vladimir I. Orobinskiy**, 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.

**Andrey A. Pavlushin**, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Professor at the Department of Agricultural Technologies, Machinery and Life Safety, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin.

**Aleksey E. Tarabrin**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Deputy Director for Research of the National Scientific Agricultural Library, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

**Aleksandr P. Tarasenko**, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Honoured Master of Sciences and Engineering of the Russian Federation, Professor at the Department of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Vladimir P. Shatsky**, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Head of the Department of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Tatiana G. Vashchenko**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Plant and Seed Selection Breeding and Biotechnologies, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Lyudmila V. Grigorieva**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, 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.

**Tatyana P. Zhuzhzhhalova**, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Chief Researcher, Head of the Department of Biotechnology and Genetics, A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar.

**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, All-Russian Research Institute of Horticultural Crops Selection 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.

**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.

**Vasilii A. Fedotov**, 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.

**Dmitriy I. Shcheglov**, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Head of the Department of Soil Science and Land Resources Management, Voronezh State University.

**Vasiliy G. Zakshevski**, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Honored Worker of Agro-Industrial Complex of Russia, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Director, Scientific-Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation.

**Andrey P. Kurnosov**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor at the Department of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Richard Jacques**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Paris Dauphine University, France (Université Paris-Dauphine), Professor Emeritus of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Olga A. Rodionova**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Deputy Director for Science, All-Russian Research Institute of the Organization of Production, Labor and Management in Agriculture.

**Valentina G. Tkachenko**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Head of the Department of Economic Theory and Marketing, Lugansk National Agrarian University, Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Academician of the Academy of Economics of Ukraine, Academician of the Russian Academy of Humanities, Honoured Worker of Education of Ukraine, Professor Emeritus of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

**Mariya B. Chirkova**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Marina L. Yashina**, Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor at the Department of Finance and Credit, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin.

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

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

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

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

ISSN 2071-2243

No fee is charged from postgraduate students for publications

Founder: Voronezh SAU

Address: 1 Michurin street, Voronezh, 394087, Russia

Tel. number: +7(473) 253-81-68

E-mail: [vestnik@srd.vsau.ru](mailto:vestnik@srd.vsau.ru)

© Voronezh SAU, 2022

---

# ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.  
Выходит 4 раза в год

---

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

---

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ PROCESSES AND MACHINES OF AGRI-ENGINEERING SYSTEMS

---

- Гиевский А.М., Оробинский В.И., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Дружинин Р.А.**  
Обоснование выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели  
**Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Chernyshov A.V., Baskakov I.V., Druzhinin R.A.**  
Rationale for choosing combine harvester type for harvesting soybean crops for feed and seed purposes ..... 12
- Джаббаров Н.И., Добринов А.В.**  
Обоснование конструктивных параметров рабочего органа для рыхления почвы  
и уничтожения сорных растений в органическом земледелии  
**Jaborov N.I., Dobrinov A.V.**  
Validation of the design parameters of the tillage tool  
developed for soil loosening and clean weeding in organic farming..... 23
- Ворохобин А.В., Устинов Ю.Ф., Жулай В.А.**  
Методика оценки тягово-сцепных свойств трехосного полноприводного  
трактора и влияния его колебаний, воздействующих на оператора  
**Vorokhbin A.V., Ustinov Yu.F., Zhulai V.A.**  
Methodology for assessing traction and coupling capacity of a three-axle  
all-wheel drive tractor and the impact of its vibrations on the operator ..... 34
- Василенко В.В., Василенко С.В., Кузнецов А.Н.**  
Силовой анализ механизма навески пахотного агрегата  
**Vasilenko V.V., Vasilenko S.V., Kuznetsov A.N.**  
Analysis of the forces acting on the linkage mechanism of the plowing unit ..... 40
- Гиевский А.М., Оробинский В.И., Чернышов А.В., Дерканосова Н.М., Харитонов М.К.**  
Влияние размещения сортировальных решет на эффективность  
фракционного разделения зернового вороха  
**Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Chernyshov A.V., Derkanosova N.M., Kharitonov M.K.**  
Influence of sorting sieves location on the efficiency of fractional separation of the grain heap ..... 48
- Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Ворохобин А.В.**  
Улучшение условий работы оператора трактора с двигателем воздушного охлаждения  
**Ustinov Yu.F., Zhulai V.A., Vorokhobin A.V.**  
Improvement of working conditions of the operator of the tractor with an air-cooled engine ..... 57
- Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Высоцкая И.А.**  
Анализ действительной криволинейной траектории движения колесной машины  
**Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Vysotskaya I.A.**  
Analysis of the actual curvilinear motion trajectory of a wheeled vehicle ..... 63
- Куницкая О.А., Помигуев А.В., Афоничев Д.Н., Григорьев В.И., Дмитриева И.Н., Григорьев Г.В.**  
Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения  
удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса  
**Kunitskaya O.A., Pomiguyev A.V., Afonichev D.N., Grigoriev V.I., Dmitrieva I.N., Grigoriev G.V.**  
Alternative energy sources for autonomous power supply of remote facilities in agriculture and forestry ..... 71
-

---

**АГРОНОМИЯ**  
**AGRICULTURAL SCIENCES**

---

<b>Мухортов С.Я., Ноздрачева Р.Г.</b> Оптимизация функционирования агроценозов гороха <b>Mukhortov S.Ya., Nozdracheva R.G.</b> Optimization of functioning of pea agrocenoses.....	82
<b>Митрофанов Д.В.</b> Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы и макроэлементов питания на урожайность твердой пшеницы в степной зоне Оренбургской области <b>Mitrofanov D.V.</b> Influence of humidity, cellulolytic activity of soil and major nutrient elements on grain yield of durum wheat in the steppe zone of Orenburg Oblast.....	90
<b>Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г.</b> Влияние применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы <b>Saidyasheva G.V., Zaitseva K.G.</b> Effect of mineral and biomineral fertilizers and BisolbiFit biological preparation on the biological activity of soil and spring wheat yield .....	101
<b>Рыбашлыкова Л.П., Соломенцева А.С., Солонкин А.В.</b> Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны <b>Rybashlykova L.P., Solomentseva A.S., Solonkin A.V.</b> Assessment of the state and biological features of hardy shrub plant species in the arid zone .....	108
<b>Гончаров А.В., Гаспарян Ш.В., Левшин А.Г., Пивоваров В.Ф., Гаспарян И.Н.</b> Исследование свойств семян сортообразцов тыквы ( <i>Cucurbita</i> ) для механизированного выращивания в условиях умеренной зоны <b>Goncharov A.V., Gasparyan Sh.V., Levshin A.G., Pivovarov V.F., Gasparyan I.N.</b> Research on the properties of seeds of pumpkin ( <i>Cucurbita</i> ) varieties for mechanized cultivation in the temperate zone .....	121
<b>Илларионов А.И., Фролов П.Н., Деркач А.А.</b> Эффективность инсектицидов при защите томатов от тепличной белокрылки <b>Illarionov A.I., Frolov P.N., Derkach A.A.</b> Efficiency of insecticides in protecting tomatoes against the greenhouse whitefly .....	129
<b>Задорожная В.А., Подлесных Н.В., Соколенко Г.Г.</b> Оценка стимулирующего действия микробиологического препарата на основе штамма <i>Bacillus subtilis</i> на посевные качества зерновых культур <b>Zadorozhnaya V.A., Podlesnykh N.V., Sokolenko G.G.</b> Evaluation of stimulating effect of microbiological preparation based on <i>Bacillus subtilis</i> strain on sowing qualities of grain crops .....	136

---

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**ECONOMIC SCIENCES**

---

<b>Трунов М.С., Улезько А.В., Кононова Н.Н.</b> Оценка уровня адаптации хозяйствующих субъектов аграрного сектора Воронежской области к изменениям условий развития <b>Trunov M.S., Ulez'ko A.V., Kononova N.N.</b> Assessment of the adaptation level of economic entities in the agrarian sector of Voronezh Oblast to changes in the development conditions .....	143
<b>Козлов А.А.</b> Экономическая эффективность инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве региона в современных условиях <b>Kozlov A.A.</b> Economic efficiency of investment activities in agriculture of the region in modern conditions .....	158

---

<b>Неди́ков К.Д., Уле́зько А.В.</b> Перспективные направления развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе	
<b>Nedikov K.D., Ulez'ko A.V.</b> Perspectives for development of the system of integration interactions in the agrifood complex.....	171
<b>Загвозкин М.В., Коновалова С.Н.</b> Методологические основы формирования системы экономической безопасности предпринимательской деятельности в АПК	
<b>Zagvozhkin M.V., Konovalova S.N.</b> Methodological basis for the formation of economic security system of entrepreneurial activities in the Agro-Industrial Complex .....	180
<b>Банникова Н.В., Воробьева Н.В., Орел Ю.В., Байчерова А.Р.</b> Перспективы развития рынка органических продуктов питания с учетом факторов потребительского спроса	
<b>Bannikova N.V., Vorobyeva N.V., OreI Yu.V., Baicherova A.R.</b> Perspectives for development of organic products market with consideration of consumer demand factors .....	190
<b>Конкина В.С., Шемякин А.В.</b> Ценовая конъюнктура на российском рынке молока	
<b>Konkina V.S., Shemyakin A.V.</b> Pricing environment in the Russian milk market.....	202
<b>Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А., Шевхужева Л.А., Погодаева И.В.</b> Направления инновационного развития мясного скотоводства в Карачаево-Черкесской Республике	
<b>Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Shevkhuzheva L.A., Pogodaeva I.V.</b> Directions for innovative development of beef cattle breeding in the Karachay-Cherkess Republic.....	213
<b>Климкина Е.В., Светашова Л.А., Климин А.Ф.</b> Агроэкономическая оценка использования инновационных технологий в свеклосахарном производстве	
<b>Klimkina E.V., Svetashova L.A., Klimkin A.F.</b> Agroeconomical assessment of innovative technologies in sugar beet production .....	223
<b>Бабин М.М.</b> Оценка деятельности плодородческих предприятий Республики Крым	
<b>Babin M.M.</b> Assessment of activities of fruit-growing enterprises of the Republic of Crimea .....	234
<b>Глотова И.И., Томилина Е.П., Максимова Е.В.</b> Особенности биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией	
<b>Glotova I.I., Tomilina E.P., Maksimova E.V.</b> Peculiarities of exchange trade in agricultural products .....	244

---

**НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ  
SCIENTIFIC ACTIVITIES**

---

Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I	
Doctoral and candidate science-degree councils formed on the basis of Voronezh State Agrarian University .....	256
Информация для авторов	
Information for authors .....	257

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 631.354.2.076:361.022  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_12

### Обоснование выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели

**Алексей Михайлович Гиевский<sup>1</sup>, Владимир Иванович Оробинский<sup>2</sup>,  
Алексей Викторович Чернышов<sup>3✉</sup>, Иван Васильевич Баскаков<sup>4</sup>, Роман Александрович Дружинин<sup>5</sup>**  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>3</sup>lexa-c@yandex.ru✉

**Аннотация.** Однолетние бобовые культуры характеризуются повышенной повреждаемостью зерна при обмо- лоте. Преобладание ударного воздействия, которое присуще молотильно-сепарирующим системам бильного типа, предопределяет повышенное (8–10%) дробление зерновок. С целью определения более щадящего типа молотилки комбайнов, применяемых на уборке посевов сои на кормовые и семенные цели, исследованы каче- ственные показатели их работы в условиях Воронежской и Липецкой областей. Однобарабанные бильные мо- лотильно-сепарирующие устройства в зависимости от состояния посевов и режима работы могут травмировать до 20–30% семян. Замена клавишных соломотрясов роторными и использование системы предварительного обмолота APS с дополнительным барабаном-ускорителем в сочетании с системой автоматического выбора и корректировки режимных параметров работы молотилки позволяют снизить повреждение семян соевых бобов до агротехнических требований. Лучшие показатели отмечены при обмолоте сои комбайном John Deere S660 с роторным молотильно-сепарирующим устройством при частоте вращения ротора  $n = 350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре между бичами молотильной части ротора и декой 20–22 мм. При таких настроечных параметрах дробление зерновок сои снижается до 2,0%, недомолот – не превышает 0,75%. Для уборки семенных по- севов можно также рекомендовать комбайны с комбинированной молотильно-сепарирующей системой фирмы Claas серий Lexion и Tucano. Так, при частоте вращения основного молотильного барабана не бо- лее  $350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 22 \text{ мм}$  доля поврежденных зерновок не превышает 3,0%. Зерно- уборочные комбайны барабанного типа с одним молотильным барабаном можно рекомендовать для убор- ки кормовых посевов и посевов на товарные цели. Комбайн Acros 585 Plus при частоте вращения мо- лотильного барабана  $n = 350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 20 \text{ мм}$  позволяет снижать дробление зерновок сои до 3,2–4,0% при недомолоте бобов около 4,0%.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, семена сои, дробление зерновок, недомолоченные бобы, тип молотильной системы, режим работы молотилки, режим работы очистки комбайна

**Для цитирования:** Гиевский А.М., Оробинский В.И., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Дружинин Р.А. Обоснова- ние выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 12–22. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_12](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_12)–22.

## TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

### Rationale for choosing combine harvester type for harvesting soybean crops for feed and seed purposes

**Aleksey M. Gievsky<sup>1</sup>, Vladimir I. Orobinsky<sup>2</sup>, Aleksey V. Chernyshov<sup>3✉</sup>,  
Ivan V. Baskakov<sup>4</sup>, Roman A. Druzhinin<sup>5</sup>**  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>3</sup>lexa-c@yandex.ru✉

**Abstract.** Annual leguminous crops are characterized by increased grain damage during threshing. The predominance of impact, which is characteristic of threshing-separating systems of the rasp-bar type, predefines the increased (by 8-10%) crushing of grains. In order to determine a more gentle type of threshing combines used for harvesting soybean crops for feed and seed purposes, the authors studied their qualitative performance indicators in conditions of Voronezh and Lipetsk Oblasts. Single-drum rasp-bar threshing and separating devices, depending on plantings condition and mode of operation, can damage up to 20-30% of seeds. The replacement of the keyboard straw rack with rotary one and the use of the APS hybrid pre-threshing system with an additional accelerator drum in

combination with the system of automatic selection and adjustment of the operating parameters of the threshing machine make it possible to reduce soybean seeds damage to agrotechnical requirements. The best indicators were noted during threshing soybeans with a John Deere S660 combine harvester with a rotor threshing-separating device at a rotor speed of  $n = 350 \text{ min}^{-1}$  and a gap between the whips of the threshing part of the rotor and the deck of 20-22 mm. Due to such tuning parameters, soybean grains damage reduces to 2.0%, underthreshing does not exceed 0.75%. For harvesting plantings for seeds, it is also possible to recommend combines with a combined threshing and separating system of the Claas Lexion and Tucano series. Thus, at a rotation speed of the main threshing drum of no more than  $350 \text{ min}^{-1}$  and a gap at the output  $\Delta_{\text{out}} = 22 \text{ mm}$ , the content of damaged grains does not exceed 3.0%. Drum-type combine harvesters with one threshing drum can be recommended for harvesting crops for feed and commercial purposes. When using the Acros 585 Plus combine harvester with a rotation speed of the beater drum  $n = 350 \text{ min}^{-1}$  and a gap at the output  $\Delta_{\text{out}} = 20 \text{ mm}$  soybean grains damage can be reduced to 3.2-4.0%, underthreshing does not exceed 4.0%.

**Keywords:** combine harvester, soybean seeds, damage of grains, underthreshed beans, type of threshing system, threshing operation mode, mode of operation of separation

**For citation:** Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Chernyshov A.V., Baskakov I.V., Druzhinin R.A. Rationale for choosing combine harvester type for harvesting soybean crops for feed and seed purposes. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):12-22. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_12-22](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_12-22).

## Введение

Восстановление отрасли животноводства требует создания прочной кормовой базы для обеспечения поголовья животных кормами, сбалансированными по питательным веществам и витаминам. Однолетние бобовые культуры, из которых наиболее востребованы горох и соя, несмотря на целый ряд биологических особенностей, вызывающих дополнительные трудности при уборке, отличаются высоким содержанием полноценного белка и масла в зерне, способностью накапливать азот и усваивать фосфор из труднорастворимых соединений. В последние годы по распространенности соя не уступает гороху, динамика роста площадей, занимаемых этой культурой, самая высокая из всех бобовых. Соя, в отличие от гороха, имеет прямостоячий стебель высотой до 1,0–1,2 м и отличается большей урожайностью, достигающей при достаточном обеспечении влагой 4–6 т/га.

Зерновая часть у сои формируется в бобах, которые содержат от одного до четырех семян овальной формы с продолговатым рубчиком. Большинство возделываемых в настоящее время сортов устойчивы к полеганию, но зачастую характеризуются низким расположением продуктивной части на стеблях. Последнее обстоятельство необходимо учитывать при выборе жаток и приспособлений к ним для уборки сои, в том числе и очесывающих адаптеров [1, 2, 5].

Убирают сою в основном прямым комбайнированием через одну или полторы недели после десикации травостоя. Данную химическую обработку проводят с целью уменьшения влажности как растительной массы, так и бобов с зерном. Десикация снижает количество растительных остатков и семян сорных растений в ворохе, уменьшает прочность связи бобов с растениями и усилие, необходимое для раскрытия створок. В итоге можно задавать менее «жесткий» режим работы молотильной системы, снижая тем самым повреждение зерна [9, 12–16].

Многочисленными исследованиями, проведенными при уборке крупяных и легко повреждаемых бобовых культур, установлено преимущество использования зерноуборочных комбайнов с роторной молотильно-сепарирующей системой (МСУ) по сравнению с комбайнами, имеющими однобарабанный бильный молотильный аппарат [10, 11].

Ученые Дальневосточного региона при отсутствии комбайнов роторного типа для уборки сои на семенные цели из комбайнов с бильной молотильной системой отдают предпочтение машинам, которые имеют два молотильных барабана [4, 6–8]. Использование двухбарабанных зерноуборочных комбайнов позволяет снизить дробление семян до 6,0–7,0%.

Исследования, проведенные в уборочный сезон 2018 г., показали, что для уборки сои на семена после десикации можно применять зерноуборочные комбайны комбинированного типа фирмы Claas серии Lexion с частотой вращения основного молотильного барабана  $450 \text{ мин}^{-1}$  и зазором 25–26 мм. Дробление семян в этом случае составляло меньше 3,0% [3].

Несмотря на широко известные преимущества зерноуборочных комбайнов с роторной молотильно-сепарирующей системой, в настоящее время они доступны не всем хозяйствующим субъектам в регионе. Таким парком современных комбайнов, как правило, располагают крупные хозяйства или агрохолдинги. Более мелкие сельскохозяйственные предприятия зачастую имеют современные отечественные зерноуборочные комбайны барабанного типа серий Vector и Acros.

Представлены результаты исследований, проведенных с целью анализа режимов работы различных МСУ зерноуборочных комбайнов при обмолоте сои.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились при работе зерноуборочных комбайнов марок Acros 585 Plus, Lexion 580 и John Deere S660 производства таких компаний, как ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»», Claas Group, Deere&Company.

Комбайн Acros 585 Plus является одной из последних отечественных модификаций комбайнов этой серии, в которую внесены конструктивные изменения, касающиеся жатвенной части, наклонной камеры, молотильной системы и очистки. Жатвенная часть оснащается системой автоматического копирования рельефа поля, а наклонная камера на выходе содержит ускоряющий битек, который обеспечивает увеличение скорости прохождения хлебной массы и ее частичный обмолот перед подачей к молотильному барабану. Очистка комбайна получила дополнительное верхнее решето, которое образовало с основным верхним решетом еще один каскад. Подачу воздуха в продуваемые каскады обеспечивает секционный двухрукавный вентилятор-турбина. Площадь решет очистки возросла до  $5,2 \text{ м}^2$ . За пять дней до уборки была проведена десикация посевов сои сорта Гера-1, биологическая урожайность которой составляла 3,65 т/га. Выбор режима работы молотилки и очистки проводили на основании рекомендаций, приведенных в руководстве по эксплуатации. Частоту вращения молотильного барабана изменяли в интервале  $350\text{--}450 \text{ мин}^{-1}$ . Зазор между бичами барабана и планками деки на выходе варьировали в пределах 12–20 мм. Разница зазоров на входе и выходе при этом составляла 16 мм. Частота вращения молотильного барабана была ниже верхнего значения, указанного в рекомендациях для уборки гороха и сои.

Параметры настройки воздушно-решетной очистки были следующими:

- частота вращения вала вентилятора –  $750 \text{ мин}^{-1}$ ;
- открытие жалюзи верхнего решета – 15 мм, нижнего – 10 мм.

Пределы изменения частоты вращения молотильного барабана соответствовали значениям, рекомендованным также для других марок комбайнов с молотильным аппаратом бильного типа.

Отобранные образцы комбайнового вороха вручную визуальнo разделяли по составу на:

- целые зерновки;
- дробленые зерновки;
- недомолоченные бобы с неразрушенными створками;
- незерновые компоненты;
- семена сорняков и других растений, которые оказались в ворохе после обмолота и очистки.

Компания Claas располагает сборочным производством на территории Краснодарского края и выпускает зерноуборочные комбайны с комбинированной молотильно-сепарирующей системой марки Lexion 500 и 600 серий, а также Tuscato 500 серии. Принципиальное различие этих комбайнов заключается в ширине молотилки. У комбайнов марки Lexion она составляет 1700 мм, а у Tuscato – 1580 мм. Кроме того, комбайны марки Lexion оборудованы двухпоточным роторным соломосепаратором длиной 4200 мм и диаметром 450 мм с интервалом бесступенчатого регулирования частоты вращения 360–1050 мин<sup>-1</sup>. Комбайн марки Tuscato имеет однопоточный роторный сепаратор диаметром 570 мм с пределами регулирования частоты вращения 480–920 мин<sup>-1</sup>. В остальном оснащении обе модели не имеют существенных различий, кроме производительности и мощности установленных двигателей.

Качество работы зерноуборочного комбайна Lexion 580, как и комбайна Acros 585, оценивалось при уборке сои одного и того же сорта Гера-1 и одинаковых природно-климатических условиях. Режим работы МСУ выбирали, используя рекомендации электронной системы настройки Auto Crop Adjust, которой оборудуются комбайны этой серии. Для получения экспериментальных данных прибегали к ручной подстройке значений зазоров в основном молотильном барабане и оборотов барабана. Отбор образцов вороха проводился после воздушно-решетной очистки при подаче непосредственно в бункер, что исключало влияние места отбора образцов в самом бункере. При подготовке комбайна к уборке была произведена замена сменных секционных дек подбарабанья MULTICROP барабана ускорителя на деки, рекомендуемые для уборки бобовых культур и кукурузы.

В сельскохозяйственных предприятиях региона большой популярностью, наряду с зерноуборочными комбайнами комбинированного типа фирмы Claas марки Lexion и Tuscato, пользуются роторные комбайны фирмы John Deere серий S600 и S700.

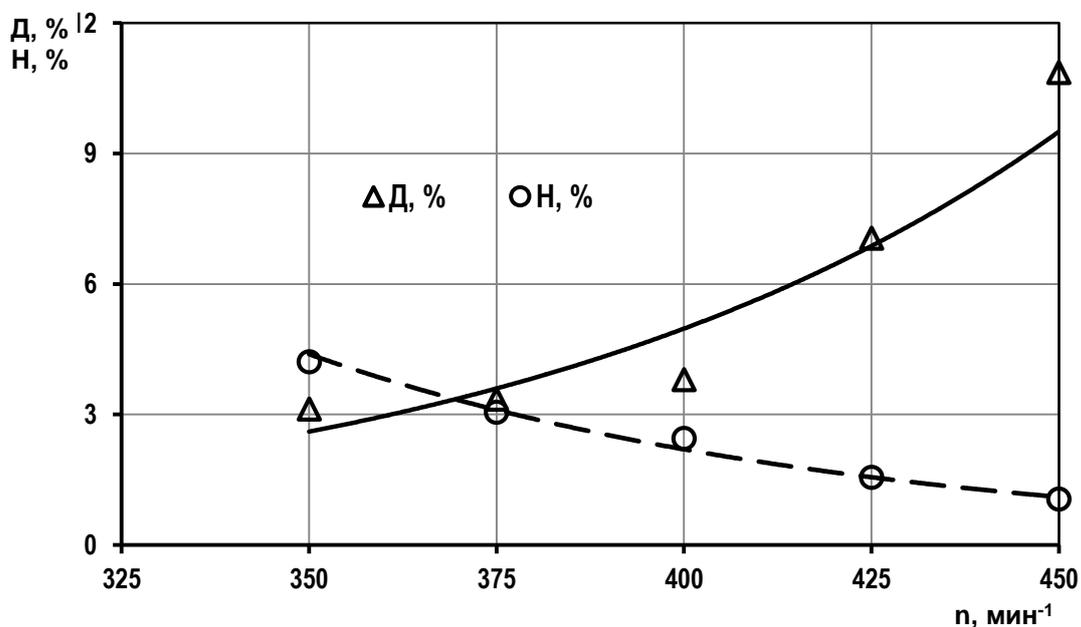
Фирма John Deere имеет сборочное производство на территории России – ООО «Джон Дир Русь», которое расположено в промышленной зоне Домодедовского района Московской области. Наряду с комбайнами классической схемы выпускается несколько моделей зерноуборочных комбайнов с совмещенным молотильно-сепарирующим устройством однороторного типа, в том числе серии S660. Зерноуборочный комбайн John Deere S660 имеет молотильно-сепарирующее устройство с продольно расположенным наклонным ротором, приемная часть которого имеет конусообразную форму и снабжена лопастями, размещенными по принципу трехзаходного винта. Такая конструкция способствует разделению потока стеблей без образования жгутов и его дальнейшей подаче в молотильную зону ротора, оснащенную короткими бичами, расположенными по винтовой спирали. Сепарирующая зона ротора, как и молотильная, имеет переменное сечение (Variable Stream) и оснащена сменными зубьями. Кожух ротора переменного диаметра расположен эксцентрично относительно оси ротора со ступенчатым увеличением диаметра по мере прохождения хлебной массы. Нижняя часть кожуха имеет сменные секции подбарабанья, отличающиеся конструкцией и размером ячеек сепарирующей решетки.

В воздушно-решетной очистке комбайна применена транспортировка мелкого вороха с помощью шнеков к дополнительному каскадному решету предварительной очистки. Вентилятор диаметального типа оригинальной конструкции отличается повышенной производительностью и позволяет равномерно распределить воздушный поток по ширине очистки с подачей необходимой части в продуваемые каскады. Решето предварительной очистки имеет площадь 0,5 м<sup>2</sup>, что совместно с верхним и нижним решетками увеличило общую площадь до 5,2 м<sup>2</sup>.

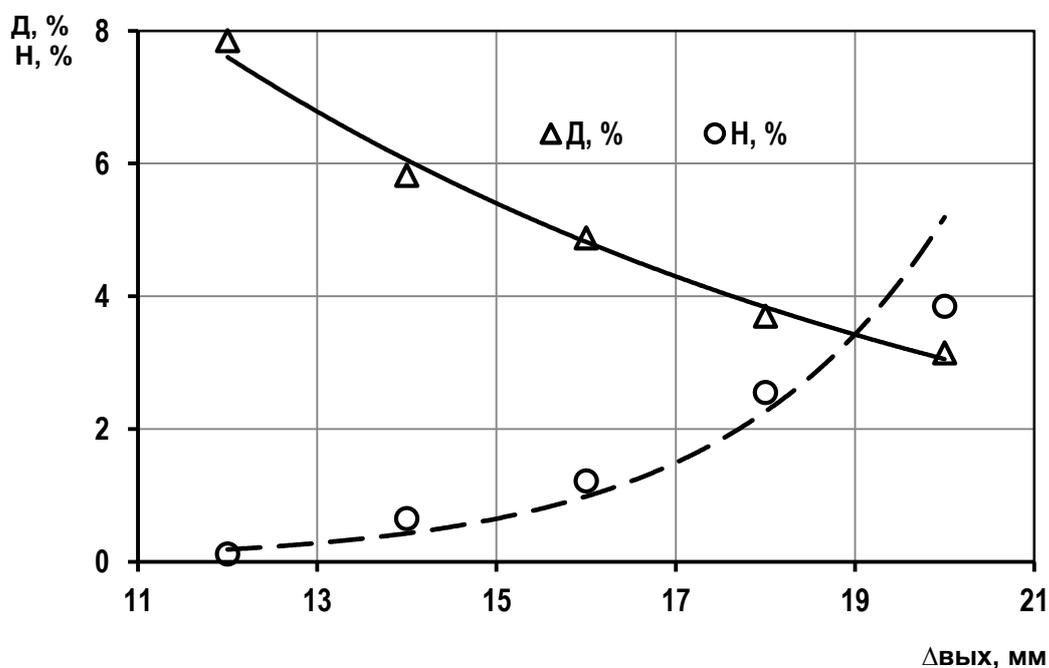
Настройки очистки проводятся дистанционно за счет электрической регулировки открытия жалюзи решет и изменения оборотов вентилятора.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлено влияние частоты вращения МСУ комбайна марки Acros 585 при постоянном зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 18$  мм, а также влияние величин зазоров при постоянной частоте вращения молотильного барабана  $n = 400$  мин<sup>-1</sup> на дробление и недомолот семян сои.



а



б

Рис. 1. Влияние режима работы МСУ комбайна Acros 585 на дробление (Д) и недомолот (Н) семян сои: а – влияние частоты вращения молотильного барабана при постоянном зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 18$  мм; б – влияние величин зазоров на выходе при постоянной частоте вращения молотильного барабана  $n = 400$  мин<sup>-1</sup>

Экспериментальная зависимость влияния частоты вращения молотильного барабана на дробление зерновок удовлетворительно описывается уравнением

$$D = 0,0279 \cdot e^{0,013 \cdot n}, \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,8906, \quad (1)$$

где  $n$  – частота вращения барабана,  $\text{мин}^{-1}$ .

Экспериментальная зависимость дробления от зазора при частоте вращения молотильного барабана удовлетворительно описывается уравнением

$$D = 29,841 \cdot e^{-0,114 \cdot \Delta}, \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,9905, \quad (2)$$

где  $\Delta$  – зазор на выходе между барабаном и декой, мм.

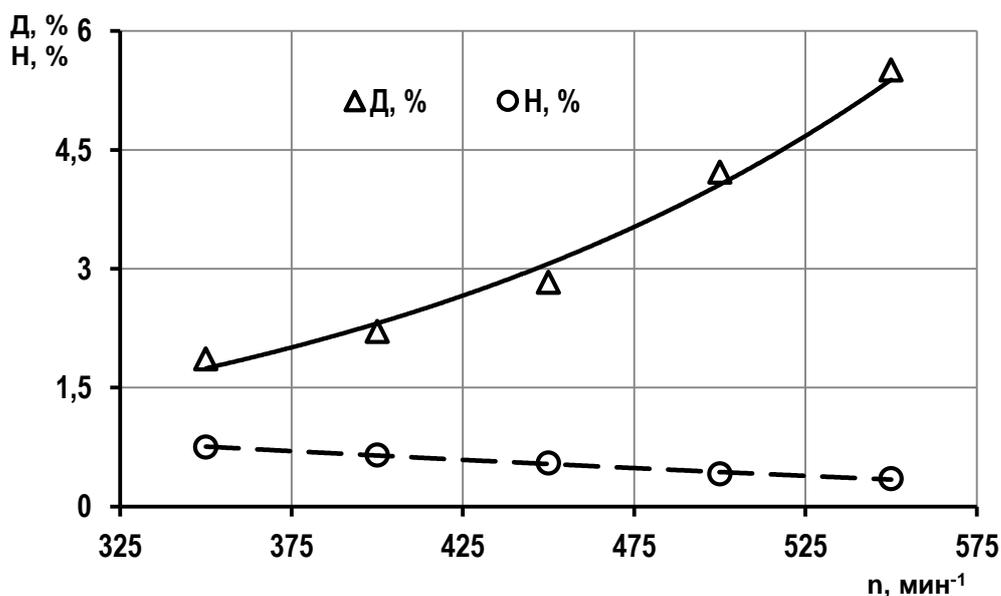
Анализ приведенных зависимостей показывает, что с уменьшением частоты вращения барабана с 450 до 350  $\text{мин}^{-1}$  дробление зерновок сои снижается почти в три раза, а недомолот бобов возрастает с 1,2 до 4,1%. Минимальное дробление зерновок сои (3,0–3,2%) при уборке комбайном Acros 585 достигается при зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 20$  мм и частоте вращения молотильного барабана  $n = 350 \text{ мин}^{-1}$ . Одновременно с таким уровнем дробления наблюдается недомолот бобов, достигающий 3,85%. Суммарные потери семян при выборе такого режима за счет дробления и недомолота достигают 7,0%.

Увеличение зазоров на выходе в большей степени сказывается на росте недомолота бобов, чем на снижении дробления семян. Уменьшение оборотов молотильного барабана до 300  $\text{мин}^{-1}$  не снижает уровень дробления, равный 3,0%, при одновременном росте недомолота, равного 4,0%.

Дробление зерновок является невозвратимыми потерями в случае их частичного выделения уже воздушно-решетной очисткой самого комбайна. В то же время зерновки, находящиеся в недомолоченных бобах, потенциально могут быть возвращены в ворох при послеуборочной обработке.

Таким образом, внесенные изменения в конструкцию молотилки комбайна позволили снизить дробление зерновок сои почти в два раза по сравнению с однобарабанными комбайнами с таким же диаметром молотильного барабана, но повреждение остается выше агротехнических требований к уборке семенных посевов.

На рисунке 2 представлено влияние частоты вращения МСУ комбайна марки Lexion 580 при постоянном зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 25$  мм, а также влияние величин зазоров при постоянной частоте вращения молотильного барабана  $n = 450 \text{ мин}^{-1}$  на дробление и недомолот семян сои.



а

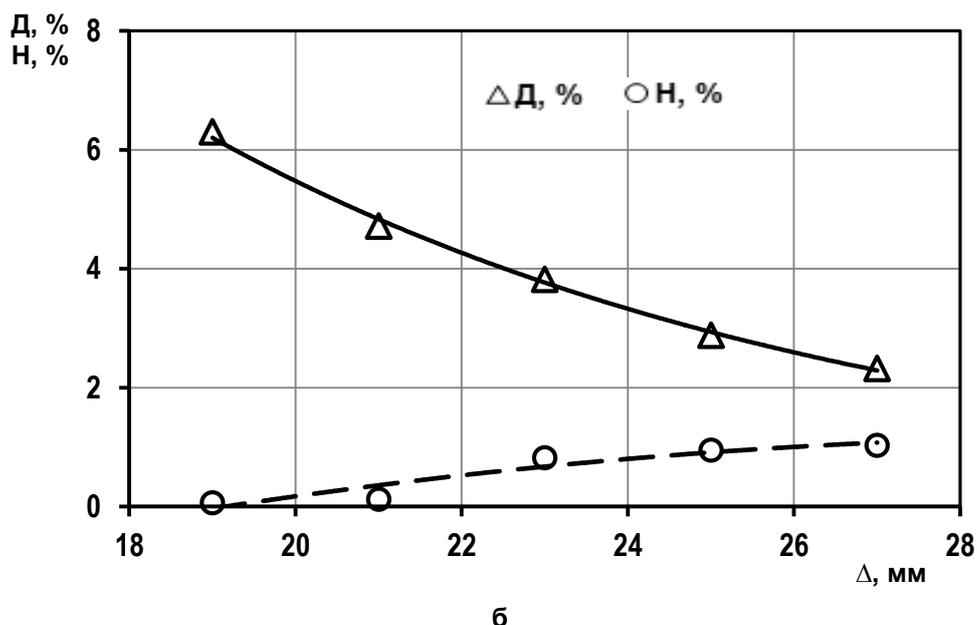


Рис. 2. Влияние режима работы МСУ комбайна Lexion 580 на дробление (Д) и недомолот (Н) семян сои: а – влияние частоты вращения основного молотильного барабана при зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 25$  мм; б – влияние величин зазоров на выходе молотильного барабана при постоянной частоте вращения основного молотильного барабана  $n = 400$  мин<sup>-1</sup>

Экспериментальная зависимость влияния частоты вращения основного барабана на дробление зерновок удовлетворительно описывается уравнением

$$D = 0,2425 \cdot e^{0,0056n} \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,9821, \quad (3)$$

где  $n$  – частота вращения барабана, мин<sup>-1</sup>.

Экспериментальная зависимость дробления зерновок от зазора при постоянной частоте вращения основного молотильного барабана удовлетворительно описывается уравнением

$$D = 66,17 \cdot e^{-0,125\Delta}, \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,9975, \quad (4)$$

где  $\Delta$  – зазор на выходе между барабаном и декой, мм.

Как видно из рисунка 2, а, дробление зерновок менее 3,0% наблюдается при частоте вращения основного барабана не выше 450 мин<sup>-1</sup>, а недомолот бобов при частоте вращения барабана 450 мин<sup>-1</sup> достигает не более 1,0% и снижается до 0,5% с увеличением частоты вращения молотильного барабана до 500 мин<sup>-1</sup>. При такой частоте вращения барабана дробление уже превышает 4,0% и возрастает до 5,5% при частоте 550 мин<sup>-1</sup>. Дальнейшее повышение частоты вращения барабана при зазоре на выходе  $\Delta = 25$  мм приводит к дроблению зерновок сои более 6,0%. Увеличение зазора на выходе между барабаном и декой до 25–27 мм при частоте вращения молотильного барабана 450 мин<sup>-1</sup> позволяет снизить дробление до 2,7%, при этом недомолот бобов снижается до 1,1% (рис. 2, б).

Уменьшение зазоров в основном молотильном барабане в пределах рекомендованных электронной системой настройки Auto Crop Adjust не приводит к такому существенному росту дробления зерновок, как повышение частоты вращения барабана. Уменьшение зазоров на выходе с 20 до 12 мм ведет к росту дробления с 3,0 до 7,8% при частоте вращения основного молотильного барабана 400 мин<sup>-1</sup>. Следует отметить, что электрогидравлическая система изменения зазоров в МСУ комбайна позволяет синхронно увеличивать или уменьшать зазоры не только на выходе и входе основного барабана, но и барабана ускорителя с учетом первоначально установленных вручную так называемых «установочных» зазоров.

Таким образом, зерноуборочные комбайны с комбинированной молотильно-сепарирующей системой при должной настройке можно рекомендовать для уборки сои на

семенные цели. При этом необходимо учитывать тот факт, что на территории Республики Беларусь предприятием ОАО «Гомсельмаш» освоено серийное производство зерноуборочного комбайна КЗС-1624-1 «ПАЛЕССЕ GS16», который успешно прошел государственные испытания, в том числе и на территории Российской Федерации. Комбайн имеет аналогичную зерноуборочному комбайну Lexion компоновку и основные органы МСУ, включая двухпоточную сепарирующую систему, но отличается существенно более низкой ценой. Учитывая наличие на территории РФ нескольких совместных сборочных производств, комбайны марки КЗС-1624-1 «ПАЛЕССЕ GS16», при соответствующей надежности, составят конкуренцию зерноуборочным комбайнам фирмы Claas.

На рисунке 3 приведены графические зависимости дробления сои при ее уборке с настройкой режима работы молотилки и очистки комбайна марки John Deere S660 с помощью бортовой электронной системы управления и влияния величин зазоров на повреждение зерновок сои и их недомолот. При отборе образцов зазор между бичами молотильной части ротора и декой на выходе составлял  $\Delta_{\text{вых}} = 20$  мм. Частоту вращения ротора изменяли в пределах  $n = 350\text{--}550$  мин<sup>-1</sup>, что не выходило за диапазон рекомендуемых значений.

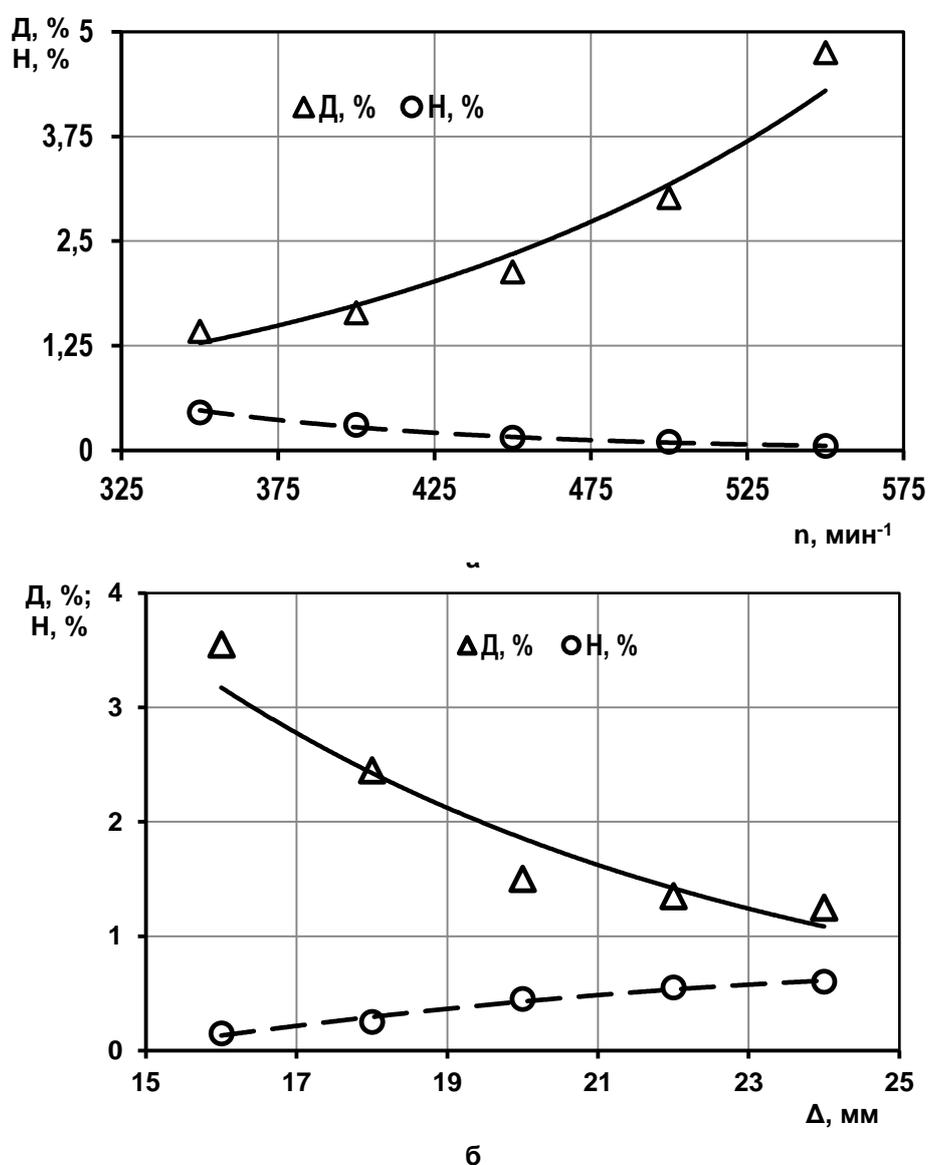


Рис. 3. Влияние режима работы молотильной части МСУ комбайна John Deere S660 на дробление (Д) и недомолот (Н) семян сои: а – влияние частоты вращения ротора при зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 20$  мм; б – влияние величин зазоров на выходе из молотильной части ротора МСУ при его постоянной частоте вращения  $n = 350$  мин<sup>-1</sup>

Экспериментальная зависимость дробления зерновок от частоты вращения ротора удовлетворительно описывается уравнением

$$D = 0,1541 \cdot e^{0,0061n} \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,96, \quad (5)$$

где  $n$  – частота вращения ротора,  $\text{мин}^{-1}$ .

Экспериментальную зависимость дробления зерновок от зазоров можно описать уравнением

$$D = 27,165 \cdot e^{-0,134\Delta} \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,90, \quad (6)$$

где  $\Delta$  – зазор на выходе между бичами молотильной части ротора и кожухом, мм.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 3, а, дробление зерновок сои при зазоре между бичами ротора и декой на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 20$  мм и частоте вращения ротора менее  $500 \text{ мин}^{-1}$  не превышает 3,0%. Снижение частоты вращения ротора до  $400\text{--}420 \text{ мин}^{-1}$  уменьшает повреждение зерновок до значений, не превышающих 2,0%. При этом режиме недомолот бобов составляет не более 0,3%, а максимальное значение недомолота в опытах было зафиксировано при частоте вращения ротора  $350 \text{ мин}^{-1}$  и составило 0,53%. Поэтому в дальнейших опытах частота вращения ротора была выбрана  $350 \text{ мин}^{-1}$ , а зазоры между бичами молотильной части ротора и декой на выходе изменяли в пределах 16–24 мм с шагом 2 мм. Как видно из рисунка 3, б, дробление зерновок сои меньше 2,0% наблюдается уже при зазоре 20 мм. Дальнейшее увеличение зазоров на выходе уменьшает повреждение зерновок, которое плавно приближается к 1,25% при повышении недомолота бобов до 0,75%. Незначительный рост недомолоченных бобов в ворохе можно объяснить наличием в молотилке комбайна устройства активного домолота необмолоченных компонентов вороха, которое представляет собой короткий молотильный ротор с планками бильной конструкции и подбарабаньем. Так, при увеличении зазоров между бичами молотильной части ротора и кожухом на выходе с 22 до 24 мм дробление зерновок снижалось всего на 0,1%. Это можно объяснить тем фактом, что зерновки повреждаются и другими рабочими органами, в том числе и транспортирующими.

### Выводы

Результаты проведенных исследований комбайнов различных производителей с разным типом молотильно-сепарирующих систем на уборке посевов сои на кормовые и семенные цели позволяют рекомендовать наиболее эффективные из них с точки зрения уменьшения повреждения зерновок и снижения потерь.

Лучшие показатели отмечены по обмолоте сои зерноуборочным комбайном John Deere S660 с роторным молотильно-сепарирующим устройством при частоте вращения ротора  $n = 350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре между бичами молотильной части ротора и декой 20–22 мм. При таких настроечных параметрах дробление зерновок сои снижается до 2,0%, недомолот не превышает 0,75%.

Для уборки семенных посевов можно использовать зерноуборочные комбайны с комбинированной молотильно-сепарирующей системой фирмы Claas серий Lexion и Tiscano. Так, при частоте вращения основного молотильного барабана не более  $350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 22$  мм доля поврежденных зерновок не превышает 3,0%.

Зерноуборочные комбайны барабанного типа с одним молотильным барабаном можно рекомендовать для уборки кормовых посевов и посевов на товарные цели. Комбайн Acros 585 Plus при частоте вращения молотильного барабана  $n = 350 \text{ мин}^{-1}$  и зазоре на выходе  $\Delta_{\text{вых}} = 20$  мм позволяет снижать дробление зерновок сои до 3,2–4,0% при недомолоте бобов около 4,0%.

### Список источников

1. Бельшикина М.Е., Старостин И.А., Загоруйко М.Г. Пути совершенствования технологии уборки и послеуборочной доработки сои // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 4–9. DOI 10.28983/asj.y2020i8pp4-9.
2. Бурьянов А.И., Дмитриенко А.И. Направления совершенствования уборочных процессов // Техника и оборудование для села. 2010. № 10. С. 13–16.

3. Гиевский А.М., Чернышов А.В., Маслов Д.Л. и др. Обоснование режима работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна при уборке сои // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т.12, № 1(60). С. 50–56. DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.1.50.

4. Липкань А.В. Проблемы и перспективы совершенствования зональных уборочно-транспортных машин высокой проходимости // Вестник Дальневосточного государственного аграрного университета. 2007. № 3(3). С. 43–50.

5. Панасюк А.Н., Кувшинов А.А., Мазнев Д.С. Совершенствование процесса уборки сои методом очеса на корню // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 10-2. С. 293–296.

6. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Присяжный М.М. и др. Совершенствование процесса обмолота, сепарации и транспортирования для повышения качества семян при комбайновой уборке сои: монография. Благовещенск: Амурский государственный университет, 2018. 191 с.

7. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Синеговская В.Т. Математическое моделирование процесса обмолота и сепарации зерна в двухфазном молотильном устройстве комбайна // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 7. С. 76–79. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10718.

8. Присяжная И.М., Снеговский М.О., Присяжная С.П. Совершенствование процесса уборки сои как способ повышения качества семян // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 5. С. 71–75. DOI 10.31857/S2500-26272019571-75.

9. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2003. 331 с.

10. Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Тертычная Т.Н. и др. Влияние типа комбайнов на качество получаемого зернового вороха гречихи // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2(33). С. 132–134.

11. Тарасенко А.П. Роторные зерноуборочные комбайны: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 192 с.

12. Федорова О.А. Эффективные технические решения повышения качества уборки зерновых культур : автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01. Рязань, 2018. 39 с.

13. Царев Ю.А., Трасковский С.С. Методика определения диапазонов регулирования параметров настройки зерноуборочных комбайнов // Вестник Донского государственного технического университета. 2009. Т. 9, № 4(43). С. 718–723.

14. Цепляев А.Н., Дугин Ю.А. Особенности конструкции вальцового молотильного аппарата для обмолота зернообовых культур // Вестник АПК Волгоградской области. 2005. № 1. С. 21.

15. Astanakulov K., Abdillaev T., Fozilov G., et al. Monitoring of the Combine with Smart Devices in Soybean Harvesting // E3S Web of Conferences: Supporting Sustainable Development by GIST, Tashkent, 2021. Vol. 227. P. 07003. DOI: 10.1051/e3sconf/202122707003.

16. Prisyazhnaya I.M., Sinegovskaya V.T., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskii M.O. Harvester and transporting device development for high-quality soybean seeds obtaining // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. Vol. 548. P. 62078. DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062078.

## References

1. Belyshkina M.E., Starostin I.A., Zagoruiko M.G. Puti sovershenstvovaniya tekhnologii uborki i posleuborochnoj dorabotki soi [Ways to improve cleaning technology and post-harvest processing of soybeans]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2020;8:4-9. DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp4-9. (In Russ.).

2. Buryanov A.I., Dmitrienko A.I. Napravleniya sovershenstvovaniya uborochnykh processov [Tendencies in improvement of harvesting processes]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 2010;10:13-16. (In Russ.).

3. Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Maslov D.L., et al. Obosnovanie rezhima raboty molotil'no-separiruyushchego ustrojstva kombajna pri uborke soi [Provision of a rationale for the mode of operation of the threshing and separating device of the combine at soybean harvesting]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12:1(60):50-56. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.1.50. (In Russ.).

4. Lipkan A.V. Problemy i perspektivy sovershenstvovaniya zonal'nykh uborochno-transportnykh mashin vysokoy prokhodimosti [Problems and prospects of improvement of zonal harvesting and transport vehicles of high cross-country capability]. *Vestnik Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Herald of the Far Eastern State Agrarian University*. 2007;3(3):43-50. (In Russ.).

5. Panasyuk A.N., Kuvshinov A.A., Maznev D.S. Sovershenstvovanie protsessa uborki soi metodom ochyosa na kornyu [Soy cleaning process improvement by the tow method on root]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2017;10-2:293-296. (In Russ.).

6. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Prisyazhny M.M., et al. Sovershenstvovanie protsessa obmolota, separatsii i transportirovaniya dlya povysheniya kachestva semyan pri kombajnoy uborke soi: monografiya [Improving the process of threshing, separation and transportation in order to upgrade the quality of seeds during combine harvesting of soybeans: monograph]. Blagoveshchensk: Amur State University Press; 2018. 191 p. (In Russ.).

7. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskaya V.T. Matematicheskoe modelirovanie protsessa obmolota i separatsii zerna v dvukhfaznom molotil'nom ustrojstve kombajna [Mathematical modeling of the processes of threshing and separation of grain in a two-stage threshing combine]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018;32:7:76-79. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10718. (In Russ.).

8. Prisyazhnaya I.M., Snegovsky M.O., Prisyazhnaya S.P. Sovershenstvovanie protsessa uborki soi kak sposob povysheniya kachestva semyan [Improvement of the soybean harvesting process as a way to upgrade the quality of seeds]. *Rossijskaya sel'skokhozyajstvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences* 2019;5:71-75. DOI: 10.31857/S2500-26272019571-75. (In Russ.).
9. Tarasenko A.P. Snizhenie travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoj obrabotke [Reduction of seed injury during harvesting and post-harvest processing]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2003. 331 p. (In Russ.).
10. Tarasenko A.P., Orobinsky V.I., Tertychnaya T.N., et al. Vliyanie tipa kombajnov na kachestvo poluchaemogo zernovogo vorokha grechikhi [The influence of the type of combines on the quality of buckwheat grain]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2012;2(33):132-134. (In Russ.).
11. Tarasenko A.P. Rotornye zernoborochnye kombajny. Uchebnoe posobie [Rotary combine harvesters. Textbook]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2021. 192 p. (In Russ.).
12. Fedorova O.A. Effektivnye tekhnicheskie resheniya povysheniya kachestva uborki zemovykh kul'tur [Effective technical solutions for improving the quality of harvesting grain crops]. Avtoreferat dissertatsii ... doctora tekhnicheskikh nauk = Abstract of Doctoral Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Ryazan; 2018. 39 p. (In Russ.).
13. Tsarev J.A., Traskovski S.S. Metodika opredeleniya diapazonov regulirovaniya parametrov nastrojki zernoborochnykh kombajnov [Technique of definition of control bands of parameters of customisation of combine harvesters]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Vestnik of Don State Technical University*. 2009;9(4):718-723. (In Russ.).
14. Tseplyaev A.N., Dugin Yu.A. Osobennosti konstruksii val'tsovogo molotil'nogo apparata dlya obmolota zemobobovykh kul'tur [Design features of a roller threshing machine for threshing leguminous crops]. *Vestnik APK Volgogradskoj oblasti = Bulletin of the Agro-Industrial Complex of the Volgograd region*. 2005;1:21. (In Russ.).
15. Astanakov K., Abdillaev T., Fozilov G., et al. Monitoring of the Combine with Smart Devices in Soybean Harvesting. E3S Web of Conferences: Supporting Sustainable Development by GIST. Tashkent. 2021;227:07003. DOI: 10.1051/e3sconf/202122707003.
16. Prisyazhnaya I.M., Sinegovskaya V.T., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskii M.O. Harvester and transporting device development for high-quality soybean seeds obtaining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020;548:62078. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062078.

#### Информация об авторах

А.М. Гиевский – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aleksej.gievskij@mail.ru](mailto:aleksej.gievskij@mail.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», [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

А.В. Чернышов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [lexa-c@yandex.ru](mailto:lexa-c@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9302-9934>.

И.В. Баскаков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [vasich2@yandex.ru](mailto:vasich2@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6041-5943>.

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

#### Information about the authors

A.M. Gievsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aleksej.gievskij@mail.ru](mailto:aleksej.gievskij@mail.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, [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

A.V. Chernyshov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [lexa-c@yandex.ru](mailto:lexa-c@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9302-9934>.

I.V. Baskakov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [vasich2@yandex.ru](mailto:vasich2@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6041-5943>.

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

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 23.03.2022; принята к публикации 29.03.2022.

The article was submitted 16.02.2022; approved after revision 23.03.2022; accepted for publication 29.03.2022.

© Гиевский А.М., Орбинский В.И., Чернышов А.В., Баскаков И.В., Дружинин Р.А., 2022

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 631.316.272  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_23

**Обоснование конструктивных параметров рабочего органа для рыхления почвы и уничтожения сорных растений в органическом земледелии**

Нозим Исмоилович Джабборов<sup>1</sup>, Александр Владимирович Добринов<sup>2✉</sup>

<sup>1, 2</sup>Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Санкт-Петербург, Россия  
<sup>2</sup>a.v.dobrinov@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Изучение процессов функционирования почвообрабатывающих агрегатов и оценка эффективности их работы на основе анализа технологических операций поверхностной и мелкой обработки почвы и уничтожения сорной растительности позволяет говорить о том, что применяемые в настоящее время лапы культиваторов имеют ряд недостатков, среди которых можно отметить малую ширину крыла, постоянные углы резания и крошения, недостаточную глубину обработки, невозможность изменения площади ее фронтальной проекции для уменьшения тягового сопротивления. При этом не обеспечивается качественный срез мощной корневой системы многолетних сорных растений, происходит забивание сорными растениями рабочих органов, сохраняется большое количество неподрезанных сорняков на поле. Целью исследований является обоснование рациональных конструктивных параметров рабочего органа обработки почвы на глубину до 15 см и уничтожения сорных растений, имеющих мощную корневую систему, для использования в органическом севообороте. При проведении исследований применялись общеизвестные алгоритмы и методики расчета конструктивных параметров почвообрабатывающих рабочих органов. По результатам проведенных исследований были получены рациональные значения конструктивных параметров рабочего органа: глубина обработки – 5–15 см, ширина захвата крыла – 480 мм, угол крошения долота – 30 град., угол заточки крыла – 20 град., высота стойки – 880 мм, толщина стойки – 25 мм, толщина крыла – 14 мм, ширина в начале и конце крыла – 210/50 мм, радиус кривизны крыла – 500 мм, угол раствора в начале крыла – 30 град. Конструкция рабочего органа представляет собой серпообразную одностороннюю лапу, установленную на стойке через упругий элемент, наличие которого обеспечивает формирование автоколебаний для предотвращения налипания на крыло почвы и растений и улучшения процесса резания растений и рыхления почвы. Использование разработанного рабочего органа повысит качество обработки почвы благодаря полному подрезанию сорной растительности, имеющей мощную корневую систему.

**Ключевые слова:** обработка почвы, подрезание сорняков, серпообразный рабочий орган, конструктивные параметры, угол резания, вибрация

**Для цитирования:** Джабборов Н.И., Добринов А.В. Обоснование конструктивных параметров рабочего органа для рыхления почвы и уничтожения сорных растений в органическом земледелии // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 23–33. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_23-33](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_23-33).

TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS  
IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Validation of the design parameters of the tillage tool  
developed for soil loosening and clean weeding in organic farming**

Nozim I. Jabborov<sup>1</sup>, Aleksandr V. Dobrinov<sup>2✉</sup>

<sup>1, 2</sup>Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, Saint Petersburg, Russia  
<sup>2</sup>a.v.dobrinov@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The study of the processes of functioning of soil tillage tools and their performance evaluation on the basis of the analysis of technological operations of surface and fine tillage and clean weeding, suggests that the currently used cultivator blades suffer from certain shortcomings, among which one can note small working width, permanent cutting and pulverization angles, insufficient depth of tillage, the impossibility of changing its frontal projection area to reduce plowing resistance. At the same time, a high-quality cutting of the vigorous root system

of perennial weeds is not provided, the working tools are hindered with weeds roots and stems, and a large number of uncut weeds remain on the field. The purpose of the research is to substantiate rational design parameters of the working tool for tillage to a depth of 15 cm and clean weeding of plants with vigorous root system. The proposed soil tillage tool is designed to be used in organic crop rotation. During research, well-known algorithms and methods for calculating the design parameters of soil-cultivating tillage tools were used. Based on the research findings, the further rational values of the design parameters of the working unit were obtained, namely tillage depth – 5-15 cm; working width – 480 mm; chisel cultivating tine angle – 30 degrees; working sharpening angle – 20 degrees; tine height – 880 mm; tine thickness – 25 mm; working tool thickness – 14 mm; width at the beginning and at the end of the tool – 210/50 mm; the radius of curvature of the tool – 500 mm; nose angle at the beginning of the tool – 30 degrees. The design of the working tool is a crescentic single-sided blade mounted on a tine with the use of an elastic element inducing high-frequency vibrations for preventing adherence of soil and plants to the tool and improving the process of plants cutting and soil loosening. The use of the proposed working tool will improve the quality of tillage due to the complete cutting of weeds with vigorous root system.

**Keywords:** tillage, weeds cutting, crescentic working tool, design parameters, cutting angle, vibration

**For citation:** Jabborov N.I., Dobrinov A.V. Validation of the design parameters of the tillage tool developed for soil loosening and clean weeding in organic farming. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):23-33. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_23-33](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_23-33).

## **В** ведение

Одним из основных элементов развития современного органического сельскохозяйственного производства является разработка конструкций технических средств, необходимых для реализации новых высокоэффективных энергосберегающих и экологически устойчивых органических технологий в растениеводстве, позволяющих повышать производительность труда и урожайность сельскохозяйственных культур, создавая благоприятные условия для роста растений, снижая затраты и потери в период обработки почвы, посева, внесения удобрений, уборки урожая, обеспечивая требования экологических стандартов безопасности производства органической продукции.

Правила производства механизированных работ в современных биологизированных технологиях предусматривают отказ от использования средств химической защиты растений, в частности гербицидов, и базируются на принципах активного использования севооборотов и агротехнических мероприятий, подразумевающих механическую обработку почвы как одну из экологически безопасных мер борьбы с сорной растительностью. При этом в современном растениеводстве значительная доля затрат энергии, от 35 до 45% в зависимости от возделываемой культуры, идет на подготовку почвы к посеву. При существующем многообразии различных конструкций сельскохозяйственных машин появляется возможность проведения разнообразных технологических работ, при этом они не всегда и не в полной мере отвечают заданным агрономами агротехническим требованиям, предъявляемым при поверхностной обработке почвы, в частности к подрезанию сорной растительности, имеющей мощную корневую систему.

Одним из главных негативных факторов, выявленных на основе анализа технологических операций поверхностной обработки почвы и уничтожения сорной растительности, является то, что применяемые в настоящее время лапы культиваторов и плоскорезные орудия из-за незначительной ширины захвата, постоянных углов резания и крошения, недостаточной глубины обработки из-за малого размера лапы, невозможности изменения площади ее фронтальной проекции (поверхности) для уменьшения тягового сопротивления не обеспечивают качественный срез мощной корневой системы многолетних сорных растений (например, борщевика Сосновского), периодически забиваются сорными растениями, оставляя большое количество неподрезанных сорняков на поле.

Так, в работе [13] была исследована эффективность уничтожения сорной растительности различными рабочими органами почвообрабатывающих орудий для поверхностной обработки почвы. Выявлено, что результативным технологическим приемом

уничтожения сорняков является их подрезание рабочими органами с изменяемой шириной захвата с эффективностью на уровне 92,4%, в то время как типовые стрелчатые и стерневые культиваторные лапы обеспечивают эффективность подрезания лишь на 78,5 и 67,8%.

В исследовании [15] предложены математические модели процесса накопления кинетической энергии и изменения конструктивных параметров динамичных почвообрабатывающих рабочих органов стреловидной формы с шириной захвата 330 мм для поверхностной обработки почвы на глубину до 14 см. В частности, установлено, что в конкретных условиях проведения экспериментов с повышением скоростного режима работы среднее значение ширины захвата рабочего органа колеблется в определенных заданных конструктивными параметрами пределах и является случайной величиной.

В работе [14] представлены результаты экспериментальных исследований рабочих органов для глубокого рыхления почвы, выполненных с определенным радиусом в форме дуги для плавного скольжения и перехода подрезанного пласта почвы от долота к лобовой поверхности стойки и обеспечивающих эффективность технологического процесса рыхления по требованиям агротехники.

Анализ данных работы [7], посвященной описанию криволинейного рабочего органа для послойной безотвальной обработки почвы, показал его энергоэффективность по сравнению с типовым рабочим органом. Установлено, что наибольшее влияние на рост тягового сопротивления оказывает увеличение угла крошения долота.

Усовершенствованный плоскорезущий рабочий орган позволяет уменьшить энергоемкость процесса обработки почвы, сохраняя за собой 80% стерни, что обеспечивает задержание влаги в аридной зоне земледелия [12].

Авторами работы [5] установлено, что величина тягового сопротивления культиваторной лапы зависит от характера взаимодействия лезвия и почвы. Резание со скольжением характеризуется тем, что сила трения достигает максимума, но не в состоянии уравновесить составляющую нормального давления, в связи с чем наблюдается скольжение почвенных частиц вдоль лезвия.

В работе [8] изложены общие закономерности воздействия рабочих органов на почву, в качестве комплексного показателя для расчетов реакции почвы на рабочий орган выбрано удельное сопротивление почвы.

Результаты исследования процесса щелевания [2] показали, что процесс упругой деформации почвы и процесс развития трещины разделены во времени, а сопротивление имеет периодический компонент. Возникающие пульсирующие компоненты напряжений в почве позволяют использовать эффект автоколебаний в конструкциях рабочих органов, что обеспечивает снижение тягового сопротивления и повышение качества обработки.

В исследовании [1] определена зависимость ширины зоны рыхления почвы культиваторной лапой от глубины хода и скорости движения на стерневом фоне после уборки озимой пшеницы. Выявлено, что лапа образует взрыхленную полосу и полосу разброса почвы, ширина которых линейно зависит от глубины обработки, при этом скорость движения не оказывает влияния на ширину зоны рыхления, а зона разброса почвы увеличивается по закону слабо выраженной квадратичной параболы.

В работе [3] изложена принципиальная возможность учитывать изменяющиеся почвенные условия за счет разработки комбинированных почвообрабатывающих рабочих органов с пятью степенями свободы, непрерывным изменением углов атаки и резания почвы и формы рабочего органа.

Е.В. Михайлов с соавт. в разработанной методике обоснования конструктивной схемы стрелчатой лапы для адаптации системы машин к условиям эксплуатации предлагают повышать обтекаемость рабочих поверхностей и режущего периметра, используя методы бионики [4].

Сотрудниками Омского государственного аграрного университета выявлены основные недостатки культиваторов с серийными рабочими органами при работе на почвах, подверженных ветровой эрозии [16]. По результатам проведенных исследований предложена конструкция рабочего органа культиватора, проведены сравнительные лабораторные исследования лап культиватора, обоснована схема нового рабочего органа, отвечающего базовым требованиям почвозащитного, экологически безопасного, ресурсосберегающего земледелия.

Проведенный анализ результатов опубликованных исследований позволяет сделать вывод, что при выборе ключевых конструктивных параметров рабочего органа необходимо прежде всего основываться на требованиях, предъявляемых к качеству и энергоэффективности процесса обработки почвы с целью полного уничтожения сорных растений.

С учетом вышеизложенного целью проведенного исследования являлось обоснование рациональных конструктивных параметров рабочего органа для поверхностной и мелкой обработки почвы и уничтожения многолетних сорняков, имеющих мощную корневую систему в слое почвы до 15 см.

#### **Материалы и методы**

При проведении исследований применялись общеизвестные алгоритмы и методики расчета конструктивных параметров почвообрабатывающих рабочих органов.

Эскизы и чертежи рабочего органа созданы с помощью компьютерной программы Компас-3D.

Как показал анализ результатов опубликованных исследований функционирования рабочих органов для обработки почвы, основными параметрами, по которым разрабатывают новые рабочие органы для рыхления почвы и подрезания сорной растительности, являются: ширина захвата, угол крошения, угол раствора крыла, угол заточки крыла, высота стойки [6, 9, 10, 11].

С учетом природно-климатических особенностей Северо-Западного региона России для расчета основных конструктивных параметров рабочего органа для обработки почвы и уничтожения сорных растений были выбраны следующие:

- ширина захвата рабочего органа, мм;
- ширина захвата крыла, мм;
- угол раствора крыла (ев), град.;
- угол крошения почвы, град.;
- ширина лапы в начале и конце крыла, мм;
- толщина крыла, мм;
- угол заострения (угол заточки) лезвия крыла, град.;
- высота стойки рабочего органа, мм.

#### **Результаты и их обсуждение**

Ширина захвата крыла лапы, назначение которой состоит прежде всего в подрезании сорняков, будет определяться условиями расстановки лап в зависимости от операции. Как правило, значительная ширина захвата лапы  $b_{\max}$  определяется ее жесткостью и прочностными характеристиками и находится в пределах до 400, реже 500 мм для стрелчатых лап и до 200 мм для односторонних лап [11]. Крылья лапы, превышающие указанную ширину (как в нашем случае), могут быть также рассчитаны, но при условии получения необходимой жесткости, иначе при их движении в слое почвы появится неровное дно борозды и снизится эффективность заглабления. Для обеспечения требуемой жесткости следует увеличивать толщину используемого материала, а также учитывать повышенную металлоемкость общей конструкции устройства.

В процессе движения лап со значительной шириной захвата в слое почвы на малой глубине (до 10 см) лезвия их крыльев обволакиваются корнями сорных растений, к тому же происходит частичное налипание земли и, как следствие, лапа выглубляется из почвы. Наименьшая ширина захвата  $B_{min}$  большинства типов полольных лап (стрельчатых и односторонних) определяется из условия

$$B_{min} > 3l, \quad (1)$$

где  $l$  – величина перекрытия между лапами переднего и заднего рядов [11].

Необходимо также отметить, что при эксплуатации рабочих органов стреловидной формы, имеющих малую ширину захвата лапы, возможно быстрое забивание рабочего органа (и соответственно почвообрабатывающей машины в целом) землей и сорняками из-за большого количества стоек, расположенных между собой на незначительном расстоянии друг от друга.

С учетом имеющихся недостатков применяемых рабочих органов нами предлагается односторонняя подрезающая лапа в виде крыла серповидной формы, которая имеет ширину захвата 480 мм, при этом величина перекрытия между двумя смежными лапами составляет 80–90 мм, что соответствует представленному выражению. Такая ширина захвата должна обеспечить качественную обработку почвы и уничтожение сорняков, а также будет способствовать уменьшению количества стоек рабочих органов в почвообрабатывающей машине.

Угол раствора крыльев полольных лап, обозначаемый в литературе как  $2\gamma$ , прежде всего зависит от состояния почвы и ее типа. При малом угле раствора лапа в процессе работы оставляет значительное количество неподрезанных сорняков. При этом, если лапа имеет очень большой угол  $2\gamma$ , ее лезвие чаще будет обволакиваться растительными остатками с налипанием почвы с неизбежностью выглубления.

С целью получения небольших перекрытий необходимо предусматривать при расчетах наибольшие значения угла  $2\gamma$  с учетом допускаемых условий работы, при которых обеспечивается скользящее резание без обволакивания и залипания лезвия.

Для подрезающих лап, производящих резание сорняков на глубинах 10–12 см и выше, угол  $2\gamma$  следует увеличить в связи с тем, что при увеличении глубины обработки уменьшается нависание корешков сорных растений на лезвия, при этом в плотных слоях почвы лезвия лучше и значительно быстрее очищаются. Для лап, применяемых на большинстве современных культиваторов, оптимальный угол находится в пределах 60–65°.

Исходя из данного условия и с учетом того, что ширина односторонней серповидной лапы с заданным радиусом  $R$  равна 500 мм, закреплена на стойке посредством упругого элемента (демпфера), угол  $\gamma$  от основания крыла до ее конца в состоянии покоя изменяется от 30 до 90°. При обработке почвы в зависимости от сопротивления почвы и размеров корневищ сорных растений угол  $\gamma$  изменяется в меньшую сторону. Значение угла  $\gamma$ , как и тягового сопротивления, имеет случайный характер. Именно непрерывное изменение угла  $\gamma$  обеспечивает лучшее рыхление почвы и подрезание сорных растений путем образования колебаний крыла рабочего органа. Кривизна режущей кромки под радиусом  $R$  обеспечивает более эффективное скользящее резание почвы и сорных растений.

Угол крошения, обозначаемый как  $\beta$ , для плоскорезущих рабочих органов выбирают в пределах 15–18°. При этом, если значения углов  $\beta$  лап, работающих на глубине 5–7 см, больше рекомендуемых, происходит смещение почвы и оголение дна борозды. В свою очередь, для универсальных лап значение угла  $\beta$  находится в пределах 28–30° [10, 11]. Для работы в условиях повышенной влажности, что актуально для Северо-Запада России, когда необходимо интенсивное рыхление почвы, угол  $\beta$  следует

увеличивать до 30–32°. Дальнейшее изменение угла  $\beta$  в большую сторону нецелесообразно, иначе при работе лапы происходит образование борозды. На агрегатах, предназначенных для сплошной поверхностной обработки почвы при повышенных скоростях (более 8 км/ч), следует применять лапы с углом  $\beta$  не более 25°. Лапы с большими углами достаточно сильно откидывают почву вверх. Анализ результатов исследований показывает, что для всех почвообрабатывающих рабочих органов оптимальный угол крошения почвы изменяется от 20 до 30°. С учетом описанных требований угол крошения долота стойки рабочего органа выбираем 30°.

Значения ширины  $b_1$  в начале и  $b_2$  в конце крыла лапы рабочего органа для наименьшего смещения почвы выбирают таким образом, чтобы они были наименьшими [10, 11]. При определенном угле  $\beta$  ширина крыла  $b_1$  (исходя из условий прочности) должна составлять 200–210 мм, а ширина  $b_2$  будет определяться исходя из соотношения  $b_2 \approx \frac{1}{4}b_1$ . Таким образом, ширину крыла  $b_2$  принимаем 50 мм.

Толщину крыла определяют исходя из требований жесткости, а также назначения и ширины захвата лапы. Общепринятым материалом для изготовления полольных лап является сталь 65Г. В настоящее время на рынке металлов появились новые виды сталей шведского производства, которые имеют более высокие прочностные и ударные характеристики, например сталь Hardox® 450, предназначенная для изготовления широкого спектра изделий и конструкций, подвергаемых износу. Дополнительные 50 единиц твердости по Бринеллю (по сравнению с российской маркой 400) наделяют сталь Hardox® 450 повышенным сопротивлением к вмятинам и стойкостью к абразивному истиранию.

Исходя из рекомендаций [11] при ширине захвата плоскорежущей лапы более 300 мм и средней глубине обработки 14–15 см используют металл толщиной 8–10 мм и выше. В нашем случае толщину односторонней режущей лапы принимаем 12–14 мм (лист 14 мм, сталь Hardox® 450).

Высоту  $H_c$  стойки, на которой будет закреплена лапа, от опорной поверхности до нижней плоскости рамы вычисляют по формуле

$$H_c = h_1 + h_2 + a, \quad (2)$$

где  $h_1$  – расстояние между поверхностью почвы и нижней плоскостью рамы, мм;

$h_2$  – наибольшая высота слоя почвы, мм;

$a$  – установленная (максимальная) глубина обработки, мм.

В процессе движения почвообрабатывающего орудия объем почвы и остатков сорной растительности, заключенный в пространстве между поверхностью обрабатываемой почвы и нижней плоскостью рамы, будет оптимальным при расстоянии  $h_1$ , равном 250–300 мм.

Наибольшую высоту обрабатываемого слоя почвы можно рассчитать по формуле

$$h_2 = a/4. \quad (3)$$

С учетом выражений (2) и (3) высота стойки рабочего органа для рыхления почвы находится из уравнения

$$H_c = \frac{4h_1 + 5a}{4}. \quad (4)$$

От угла заточки зависит сопротивление рабочего органа и качество обработки. Угол заточки лапы  $i$  выбирают исходя из определенного ранее угла крошения  $\beta$  и в среднем берут в пределах от 15 до 20°. Толщина лезвия после заточки не должна превышать 0,3 мм. В нашем случае резание осуществляется по заданному радиусу кривизны крыла, поэтому заточка лезвия должна быть 20°.

При изготовлении лапы должны иметь обтекаемую форму, не иметь вогнутостей и граней на рабочей поверхности. Места перегиба скругляют радиусом, величину которого определяют на основании уже выбранной толщины металла.

Предварительное расчетное удельное тяговое сопротивление рабочего органа во время весенней обработки поля при влажности 22–25% и скорости движения 5,5–7,5 км/ч будет в пределах 1,6–2,4 кН при глубине обработки 5–10 см и в пределах 2,5–3,0 кН – при глубине обработки 10–15 см.

Схема рабочего органа для обработки почвы и уничтожения сорных растений представлена на рисунке.

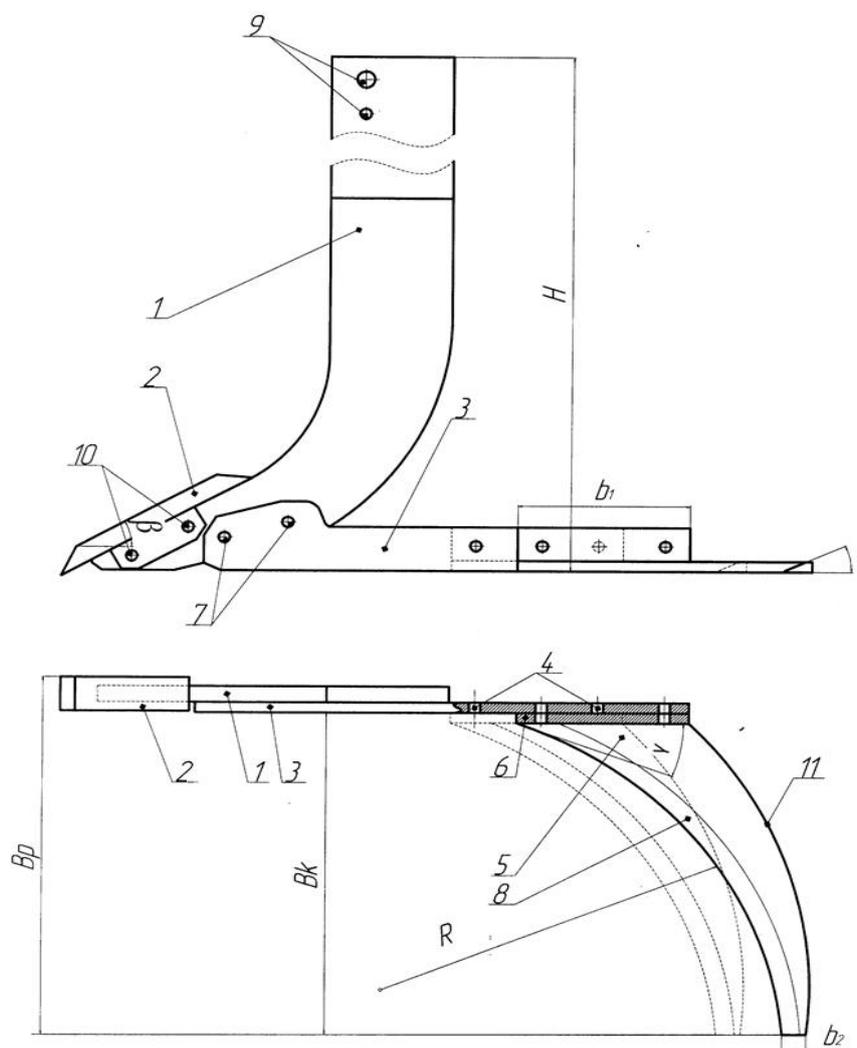


Схема рабочего органа для обработки почвы и уничтожения сорных растений: 1 – стойка; 2 – долото; 3 – упругий элемент (демпфер); 4 – отверстия для крепления крыла к упругому элементу; 5 – крыло; 6 – вертикальная пластина крыла; 7 – отверстия для крепления упругого элемента к стойке; 8 – режущая кромка крыла; 9 – отверстия для крепления стойки к раме агрегата; 10 – отверстия для крепления долота к стойке; 11 – задняя кромка крыла;  $\beta$  – угол крошения рабочего органа;  $i$  – угол заточки крыла;  $\gamma$  – угол раствора крыла;  $R$  – радиус окружности режущей кромки крыла;  $H$  – высота рабочего органа;  $b_1$  – ширина в начале крыла;  $b_2$  – ширина в конце крыла;  $B_k$  – ширина захвата крыла;  $B_p$  – ширина захвата рабочего органа

На основании изложенного материала была сформирована система конструктивных параметров рабочего органа для обработки почвы и уничтожения сорных растений, которая представлена в таблице.

**Конструктивные параметры рабочего органа для обработки почвы  
и уничтожения сорных растений**

Наименование параметра рабочего органа	Единица измерения	Значение
Глубина обработки почвы	см	5–15 см
Ширина захвата рабочего органа $B_p$	мм	540
Высота стойки $H$	мм	880
Толщина стойки	мм	25
Угол крошения (долота) $\beta$	град.	30
Ширина захвата крыла $B_k$	мм	480
Толщина крыла	мм	14
Угол раствора в начале крыла $\gamma$	град.	30
Угол заточки крыла $i$	град.	20
Радиус кривизны режущей кромки крыла $R$	град.	500
Ширина в начале и конце крыла $b_1/b_2$	мм	210/50
Упругий элемент: длина/ширина/толщина	мм	500/60/14

Рабочий орган представляет собой серпообразную (или серповидную) одностороннюю лапу (крыло), установленную на стойке через упругий элемент (см. рис.).

Лезвие серпообразной односторонней лапы располагается на вогнутой части с фаской, за счет чего корневая система сорных растений легче подрезается с одновременной обработкой почвы на глубину до 15 см.

Форма лапы – криволинейный четырехугольник.

Основная функциональная часть односторонней лапы – лезвие.

Форма сечения – односторонний клин (стамесочный профиль), правый или левый.

При установившемся скоростном режиме работы на заданной глубине происходит рыхление рабочим органом почвы, одновременно с этим режущая кромка 8 крыла 5, установленного на стойке 1 рабочего органа, подрезает корни однолетних и многолетних сорняков, имеющих мощную корневую систему (например, борщевика Сосновского), в слое (пласте) почвы. При этом происходит скользящее резание по всей длине крыла 5, так как величина угла резания не является постоянной и увеличивается к концу крыла 5. Режущей кромкой 8 корни сорных растений за счет минимального угла резания в начале крыла 5, который получается за счет угла  $\gamma = 30^\circ$  между пластиной 6 и касательной к режущей кромке 8 крыла 5, вдавливаются в пласт почвы и перерезаются. Часть непере-резанных корней сорняков скользит вдоль режущей кромки 8 крыла 5. При этом режущая кромка крыла 5, выполненная в виде дуги окружности радиуса  $R$ , производит окончательное подрезание оставшихся сорняков. Малая толщина полосы крыла 5 усиливает эффективность подрезания. Разрезанные части сорняков и пожнивных остатков сходят с крыла 5 и остаются на поверхности почвы. Кроме этого, наличие упругого элемента 3, установленного на рабочем органе, обеспечивает создание автоколебаний, что препятствует налипанию на крыло 5 почвы и корней сорных растений и, как следствие, улучшает процессы рыхления и резания.

Выполнение четырех отверстий 4 в упругом элементе 3 и двух отверстий в пластине 6 позволяет устанавливать крыло 5 в двух положениях в зависимости от типа почвы.

### **Выводы**

Проведенный анализ различных технологических операций поверхностной и мелкой обработки почвы и уничтожения сорной растительности позволил прийти к выводу, что существующие конструкции рабочих органов не всегда и не в полной мере обеспечивают требуемое качество.

По результатам проведенных исследований обоснованы базовые конструктивные параметры рабочего органа для поверхностной и мелкой обработки почвы и уничтожения сорных растений, имеющих мощную корневую систему в органическом севообороте.

Особенности конструкции рабочего органа заключаются в применении одностороннего крыла серпообразной формы, прикрепленного к стойке посредством упругого элемента, наличие которого обеспечивает появление автоколебаний для предотвращения налипания на крыло почвы и корней растений, а также улучшения процесса подрезания и рыхления. Предложенная форма крыла позволяет исключить возможность скопления несрезанных корней сорняков на конце крыла и обволакивание крыла этими скоплениями.

Таким образом, использование разработанного рабочего органа позволит повысить качество обработки почвы благодаря полному подрезанию и уничтожению сорной растительности, имеющей мощную корневую систему, и рыхлению почвы без ее выноса на поверхность.

---

**Список источников**

1. Василенко В.В., Борзило В.С. Зона рыхления почвы культиваторной лапой // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12, № 4. С. 48–52. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-4-48-52.
2. Зарипова Н.А., Союнов А.С. Основы моделирования процессов взаимодействия элементов рабочего органа щелевателя с почвой // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития, сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО Омский ГАУ (19 апреля 201 г., Омск). Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. С. 28–30.
3. Казаков Ю.Ф., Медведев В.И., Иванов В.М. К разработке рабочих органов, приспособляющихся к изменяющимся почвенным условиям // Биологизация земледелия – основа воспроизводства плодородия почвы: сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН Леонида Геннадьевича Шашкарова (19–20 апреля 2018 г., Чебоксары). Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», 2018. С. 294–299.
4. Михайлов Е.В., Волик Б.А., Теслюк Г.В. и др. Методика обоснования конструктивной схемы стрельчатой лапы на основе биологического прототипа // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2019. Т. 3, № 19. С. 37–45. DOI: 10.31388/2078-0877-19-3-37-45.
5. Никонов М.В. Силовые воздействия на культиваторную лапу в процессе работы и возможности их оценки // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 177–181.
6. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почвы: монография. Киев: Феникс, 2008. 266 с.
7. Пархоменко Г.Г. Параметрическая оптимизация криволинейного рабочего органа для послыйной безотвальной обработки почвы // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 3. С. 12–18.
8. Первушин В.Ф., Салимзянов М.З. Общие закономерности воздействия рабочих органов сельскохозяйственных машин на почву // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Бориса Дмитриевича Зоннова (11–13 декабря 2020 г., Ижевск). Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. С. 216–223.
9. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. Москва: Машиностроение, 1977. 328 с.
10. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 2-х т.; под редакцией инж. А.В. Красниченко. Москва: ГНТИ машиностроительной литературы, 1961. Т. 2. 862 с.
11. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 4-х т.; под редакцией инж. М.И. Клецкина. Москва: Машиностроение, 1967. Т. 2. 2-е изд., перераб. и доп. 830 с.

12. Шевченко О.А., Трубилин Е.И. Совершенствование процесса основной обработки почвы путем модернизации плоскорезающего рабочего органа плуга // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2015 год (12 апреля 2016 г., Краснодар). Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 2016. С. 248–251.

13. Dobrinov A.V., Trifanov A.V., Chugunov S.V. Analysis and estimate of efficiency technological methods the destruction of Sosnowsky hogweed in the north-west region of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. Series 3. IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 723(3). P. 032087. DOI: 10.1088/1755-1315/723/3/032087.

14. Dzhaborov N.I., Dobrinov A.V., Eviev V.A. Evaluation of the energy parameters and agrotechnical indicators of aggregate for deep subsurface tillage // Journal of Physics: Conference Series. 2019. 1210:012036. DOI: 10.1088/1742-6596/1210/1/012036.

15. Jabborov N.I., Sergeev A.V., Eviev V.A., Ochirov N.G. Modeling of the accumulation of kinetic energy in elastic elements and change in the constructive parameters of a dynamic soil-processing working part // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2021. Vol. 16(6). Pp. 623–629.

16. Myalo V.V., Myalo O.V., Demchuk E.V., Mazyrov V.V. Basic Parameters Substantiation of the Cultivator Working Body for the Continuous Tillage in the System of Ecologically Safe Resource-Saving Agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions, EST 2018. Institute of Physics Publishing, 2019. Vol. 224. P. 012023. DOI: 10.1088/1755-1315/224/1/012023/.

## References

1. Vasilenko V.V., Borzilo V.S. Zona rykhleniya pochvy kul'tivatornoj lapoj [Zone of soil loosening with cultivator blades]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural Machines and Technologies*. 2018;12(4):48-52. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-4-48-52. (In Russ.).

2. Zaripova N.A. Soyunov A.S. Osnovy modelirovaniya protsessov vzaimodejstviya elementov rabocheho organa shchelevatelya s pochvoj [Fundamentals of modeling the processes of interaction between the elements of the working body of the paraplough with the soil]. Nauchnoe i tekhnicheskoe obespechenie APK, sostoyanie i perspektivy razvitiya: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 100-letiyu FGBOU VO Omskiy GAU [Scientific and technical support of the Agro-Industrial Complex, state and development prospects. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of Omsk State Agrarian University]. Omsk: Omsk State Agrarian University Press; 2018:28-30. (In Russ.).

3. Kazakov Yu.F., Medvedev V.I., Ivanov V.M. K razrabotke rabochikh organov, prisposoblivayushchikhsya k izmenyayushchimsya pochvennyim usloviyam [To the development of working bodies adapting to changing soil conditions]. *Biologizatsiya zemledeliya – osnova vosпроизводства plodorodiy pochvy*. Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 60-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora, akademika RAE Leonida G. Shashkarova [Biologization of agriculture is the basis for the reproduction of soil fertility. Proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences Leonid G. Shashkarov]. Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy Press; 2018:294-299. (In Russ.).

4. Mikhailov E.V., Volik B.A., Tesluk G.V., et al. Metodika obosnovaniya konstruktivnoj skhemy strel'chatoj lapy na osnove biologicheskogo prototipa [Method of reasoning the construction scheme of multiple blade on the basis of the biological prototypes]. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету = Proceedings of Tavria State Agrotechnological University*. 2019;3(19):37-45. DOI: 10.31388/2078-0877-19-3-37-45.

5. Nikonov M.V. Silovye vozdeystviya na kul'tivatornyuyu lapu v protsesse raboty i vozmozhnosti ikh otsenki [Power influences on the cultivator's blade in operation and the possibilities of their estimation]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2015;3:177-181. (In Russ.).

6. Panov I.M., Vetokhin V.I. Fizicheskie osnovy mekhaniki pochvy: monografiya [Physical foundations of soil mechanics]. Kyiv: Feniks Press; 2008. 266 p. (In Russ.).

7. Parkhomenko G.G. Parametricheskaya optimizatsiya krivolineynogo rabocheho organa dlya posloynnoj bezotval'noj obrabotki pochvy [Parametric optimization of a curvilinear working element for graded soil-free tillage]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 2018;(3):12-18. (In Russ.).

8. Pervushin V.F., Salimzyanov M.Z. Obshchie zakonomernosti vozdeystviya rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin na pochvu [General regularities of the impact of the working bodies of agricultural machines on the soil]. Nauchnoe obespechenie inzhenerno-tekhnicheskoy sistemy APK: problemy i perspektivy. Materialy Natsional'noj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 60-letiyu raboty kafedry ekspluatatsii i remonta mashin agroinzhenernogo fakul'teta, 90-letiyu doktora khimicheskikh nauk, professora, zasluzhennogo deyatelya nauki UR G.A. Korableva i 85-letiyu kandidata tekhnicheskikh nauk, professora, zasluzhennogo rabotnika sel'skogo khozyaystva UR, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya RF B.D. Zonova [Scientific support of the engineering and technical system of the Agro-Industrial Complex: prob-

lems and prospects. Proceedings of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Department of Operation and Repair of Machines of the Agroengineering Faculty, the 90th anniversary of Doctor of Chemical Sciences, Professor, Honored Scientist of the UR G.A. Korablev and the 85th anniversary of Candidate of Engineering Sciences, Professor, Honored Worker of Agriculture of the UR, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation B.D. Zonov]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy Press; 2020:216-223. (In Russ.).

9. Sineokov G.N., Panov I.M. Teoriya i raschet pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Theory and calculation of tillage machines]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1977. 328 p. (In Russ.).

10. Spravochnik konstruktora sel'skokhozyaystvennykh mashin v dvukh tomakh [Handbook of the designer of agricultural machines in two volumes]. Pod redaktsiej inzh. A.V. Krasnichenko. Moscow: GNTI Machine-building Literature Press; 1961. 862 p. (In Russ.).

11. Spravochnik konstruktora sel'skokhozyaystvennykh mashin v chetyrekh tomakh [Handbook of the designer of agricultural machines in four volumes]. Pod redaktsiej inzh. M.I. Kletskin. Moscow: Mashinostroenie Press; 1967. Vol. 2. 830 p. (In Russ.).

12. Shevchenko O.A., Trubilin E.I. Sovershenstvovanie protsessa osnovnoj obrabotki pochvy putem modernizatsii ploskorezhushchego rabocheho organa pluga [Improving the process of basic tillage by upgrading the subsurface cultivator]. Nauchnye obespechenye agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statej po materialam 71-j nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2015 god [Scientific support of the Agro-Industrial Complex. Collection of papers of the 71st scientific and practical conference of students on the results of research for 2015]. Krasnodar: Kuban State Agrarian University Press; 2016:248-251. (In Russ.).

13. Dobrinov A.V., Trifanov A.V., Chugunov S.V. Analysis and estimate of efficiency technological methods the destruction of Sosnowsky hogweed in the north-west region of Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. Series 3. IOP Publishing Ltd. 2021;723(3):032087. DOI: 10.1088/1755-1315/723/3/032087.

14. Dzhaborov N.I., Dobrinov A.V., Eviev V.A. Evaluation of the energy parameters and agrotechnical indicators of aggregate for deep subsurface tillage. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019:012036. DOI:10.1088/1742-6596/1210/1/012036.

15. Jabborov N.I., Sergeev A.V., Eviev V.A., Ochirov N.G. Modeling of the accumulation of kinetic energy in elastic elements and change in the constructive parameters of a dynamic soil-processing working part. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2021;16(6):623-629.

16. Myalo V.V., Myalo O.V., Demchuk E.V., Mazyrov V.V. Basic Parameters Substantiation of the Cultivator Working Body for the Continuous Tillage in the System of Ecologically Safe Resource-Saving Agriculture. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions, EST 2018. Institute of Physics Publishing, 2019. 224:012023. DOI: 10.1088/1755-1315/224/1/012023/.

### Информация об авторах

Н.И. Джабборов – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела «Технологии и технические средства производства продукции растениеводства», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», nozimjon-59@mail.ru.

А.В. Добринов – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела «Технологии и технические средства производства продукции растениеводства», Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», a.v.dobrinov@yandex.ru.

### Information about the authors

N.I. Jabborov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Researcher, the Department of Technologies and Technical Means for Crop Products Manufacturing, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, Saint Petersburg, Russia, nozimjon-59@mail.ru.

A.V. Dobrinov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Senior Researcher, the Department of Technologies and Technical Means for Crop Products Manufacturing, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – Branch of FSBSI “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, Saint Petersburg, Russia, a.v.dobrinov@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 08.12.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 04.02.2022.

The article was submitted 08.12.2021; approved after revision 28.01.2022; accepted for publication 04.02.2022.

© Джабборов Н.И., Добринов А.В., 2022

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.372

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_34

### Методика оценки тягово-сцепных свойств трехосного полноприводного трактора и влияния его колебаний, воздействующих на оператора

Андрей Викторович Ворохобин<sup>1✉</sup>, Юрий Федорович Устинов<sup>2</sup>, Владимир Алексеевич Жулай<sup>3</sup>

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

<sup>2, 3</sup>Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

<sup>1</sup>dogruzka@rambler.ru✉

**Аннотация.** В настоящее время в связи с ростом энергонасыщенности сельскохозяйственных тракторов происходит повышение уровня колебаний, которые передаются от крюковой нагрузки на ведущие колеса и остова и негативно воздействуют на оператора транспортного средства. При этом тяговые свойства трактора снижаются, а условия работы оператора ухудшаются. Вследствие этого большой интерес представляет изучение вопроса о целесообразности производства трехосных полноприводных сельскохозяйственных тракторов. Для этой цели сотрудники Федерального научного агроинженерного центра ВИМ провели испытания трактора МТЗ с дополнительным ведущим мостом. Оборудование трактора МТЗ с дополнительным мостом позволяет третьему мосту копировать поверхность почвы в продольном и поперечном направлениях. Тяговые испытания проводились на поле, подготовленном под посев, стерне и снежной целине. Результаты исследований на вышеуказанных фонах показали, что тяговые свойства трактора МТЗ с дополнительным мостом удалось повысить соответственно на 58, 63 и 70%. Лучшие результаты показал опытный трехосный полноприводный трактор при догрузке третьего моста балластом 500 кг. Предложена методика оценки эффективности добавления третьего моста с учетом коэффициента использования сцепного веса, в основе которой лежит определение удельного показателя сравнения сцепных свойств тракторов, представляющего собой отношение буксования движителей соответственно двухосного и трехосного трактора для одного и того же значения коэффициента использования сцепного веса. Полученный удельный показатель позволяет сравнивать сцепные свойства тракторов с разным количеством ведущих осей без выравнивания их сцепных весов. Различия между экспериментальными и расчетными значениями удельных показателей сцепных свойств находятся в пределах 2–3%. Кроме того, установлено, что дополнительный третий мост гасит до 15–20% колебаний, передающихся от крюковой нагрузки на ведущие колеса и остова, а также оператора транспортного средства.

**Ключевые слова:** трактор, дополнительный ведущий мост, буксование, тягово-сцепные свойства, сцепной вес, вертикальные колебания

**Для цитирования:** Ворохобин А.В., Устинов Ю.Ф., Жулай В.А. Методика оценки тягово-сцепных свойств трехосного полноприводного трактора и влияния его колебаний, воздействующих на оператора // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 34–39. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_34](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_34)–39.

## TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

### Methodology for assessing traction and coupling capacity of a three-axle all-wheel drive tractor and the impact of its vibrations on the operator

Andrey V. Vorokhobin<sup>1✉</sup>, Yuriy F. Ustinov<sup>2</sup>, Vladimir A. Zhulai<sup>3</sup>

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

<sup>2, 3</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>dogruzka@rambler.ru✉

**Abstract.** Currently, due to the increase in the energy saturation of agricultural tractors, the level of vibrations is also increasing. These vibrations are transmitted from the hook bar assembly to the driving wheels and the frame and negatively affect the vehicle operator. At the same time, the tractor's traction capacity decreases, and the operator's working conditions become worse. As a result, it is of great interest to study the feasibility of producing three-axle all-wheel drive agricultural tractors. For this purpose, researchers of Federal Scientific Agroengineering Center VIM tested the MTZ tractor with an additional drive axle. Due to adding extra bridge into the MTZ tractor the third bridge copy the soil surface in the longitudinal and transverse directions. Traction tests were carried out on a field prepared

for sowing, on a stubble field and virgin snow. Study findings on the above backgrounds showed that the traction capacity of the MTZ tractor with an additional bridge increased by 58, 63 and 70%, respectively. Performance indicators of three-axle all-wheel drive tractor were the best when the third bridge was loaded with 500 kg ballast. A method is proposed for estimation of efficiency of the third bridge, taking into account the coefficient of use of hitch weight, which is based on the determination of the specific indicator for comparing the coupling capacity of tractors, which is the ratio of the slipping of the movers of a two-axle and three-axle tractors, respectively, for the same value of the coefficient of use of the hitch weight. The obtained specific indicator makes it possible to compare the coupling capacity of tractors with different number of driving axles without leveling their hitch weights. Differences between experimental and calculated values of specific indicators of coupling capacity are in the range of 2-3%. It was found that the additional third bridge dampens up to 15-20% of vibrations transmitted from the hook load to the driving wheels and the frame, as well as the vehicle operator.

**Keywords:** tractor, additional drive axle, slipping, traction and coupling capacity, hitch weight, vertical vibrations

**For citation:** Vorokhobin A.V., Ustinov Yu.F., Zhulai V.A. Methodology for assessing traction and coupling capacity of a three-axle all-wheel drive tractor and the impact of its vibrations on the operator. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):34-39. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_34-39](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_34-39).

**П**оследние годы в мировом тракторостроении отмечен стремительный рост энергонасыщенности сельскохозяйственных тракторов при одновременном изменении количественного соотношения между гусеничными и колесными тракторами в пользу последних [4, 6, 7, 8].

Однако наряду с общеизвестными преимуществами, вытекающими из этого процесса, есть и негативные явления, главными из которых являются недостаточные сцепные свойства для реализации мощности двигателя при работе на пониженных скоростях, даже для тракторов с колесной формулой 4К4. Кроме того, возникают повышенные колебания от крюковой нагрузки, которые передаются на ведущие колеса и остов и негативно воздействуют на оператора транспортного средства. В этой связи представляют большой интерес исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на изучение вопроса о целесообразности применения трехосных полноприводных тракторов [1, 5, 9, 10].

Помимо этого, в настоящее время возникли противоречия между требованиями агротехники и тяговой концепцией трактора.

Для повышения производительности машинно-тракторного агрегата можно использовать следующие способы:

- увеличение ширины захвата сельскохозяйственных машин;
- повышение скорости движения;
- совмещение операций, применение комбинированных агрегатов и др.

При реализации вышеуказанных способов возникают определенные трудности:

- скорость движения зачастую ограничивается агротехническими требованиями;
- применение широкозахватных комбинированных агрегатов приводит к увеличению ширины захвата, удельного сопротивления рабочих машин и уплотнению почвы;
- возможности дальнейшего роста коэффициента использования сцепного веса трактора близки к полному исчерпанию, а увеличение веса машинно-тракторных агрегатов ведет к нарушению требований агротехники.

Все это обуславливает необходимость создания дополнительной движущей силы агрегатов, а также активизации его технологической части. Способами реализации дополнительной движущей силы могут быть:

- использование привода вала отбора мощности (ВОМ) тракторов опорных колес рабочих машин (например, плугов или прицепов);
- применение в технологических машинах рабочих органов – движителей, что обеспечивает снижение удельного сопротивления;
- пристыковка к трактору на жесткой или шарнирной основе дополнительной технологической тележки (дополнительного ведущего моста) с активно приводными колесами через синхронный ВОМ.

Таким образом, исследование эффективности применения дополнительного ведущего моста к тракторам классической компоновочной схемы представляет интерес.

С целью изучения влияния числа ведущих осей на тягово-сцепные показатели тракторов в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ совместно с Минским тракторным заводом разработано специальное приспособление для подсоединения к трактору МТЗ дополнительного ведущего моста [2, 3]. Соединение дополнительного ведущего моста с трактором осуществляется через шарнирное устройство, позволяющее ему копировать поверхность почвы в продольном и поперечном направлениях. К месту крепления коробки передач третьего моста присоединен одноступенчатый редуктор с муфтой свободного хода, обеспечивающий автоматическое включение колес третьего моста в работу при 2–3% буксовании колес второго моста.

Тяговые испытания трактора с дополнительным ведущим мостом в сравнении с трактором без моста проводились на следующих почвенных фонах: поле, подготовленное под посев, стерня и снежная целина. Эксплуатационный сцепной вес опытного трактора без моста был равен 3450 кг, а трехосного трактора-макета – 5300 кг [2, 3]. Лучшие тягово-мощностные показатели макета отмечены на всех фонах при догрузке третьего моста балластом 500 кг.

Рассмотрим методику оценки эффективности использования третьего моста с учетом коэффициента использования сцепного веса. В качестве критерия оценки улучшения сцепных свойств трактора принято относительное увеличение тягового усилия трактора-макета по сравнению с серийным трактором [5]

$$K_p = \frac{P_{кр.н.м}}{P_{кр.н}}, \quad (1)$$

где  $P_{кр.н.м}$  – номинальное тяговое усилие трактора-макета;

$P_{кр.н}$  – номинальное тяговое усилие серийного трактора.

Относительное увеличение тягового усилия трактора-макета по сравнению с серийным трактором составило:

- на стерне – 58%;
- на поле, подготовленном под посев, – 63%;
- на снежной целине – 70% [2, 3].

Предлагаемая методика позволяет сравнивать значения суммарного улучшения тяговых показателей трактора-макета с показателями серийного образца, так как это улучшение достигнуто не только за счет установки третьего ведущего моста, но и за счет значительного увеличения сцепного веса. Кроме того, выявлено, что на 15–20% снижаются колебания, которые передаются на ведущие колеса и остов трактора и негативно воздействуют на оператора.

Для определения степени улучшения тягово-сцепных свойств и снижения вертикальных колебаний, действующих на оператора, от применения третьего ведущего моста необходимо сравнивать кривые буксования трехосного трактора-макета и серийного трактора, построенные не в функции силы тяги, а в функции коэффициента использования сцепного веса [5]

$$\varphi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G_{сц}}, \quad (2)$$

где  $P_{кр}$  – тяговое усилие трактора;

$G_{сц}$  – сцепной вес трактора.

Для сравнения тягово-сцепных свойств трехосного и двухосного полноприводных тракторов рассмотрим следующее выражение для определения тягового усилия трактора, предложенного в работе [5]:

$$P_{кр} = F\tau_{max} \left( 1 - \frac{k}{\delta l} \left( 1 - e^{-\frac{\delta l}{k}} \right) \right), \quad (3)$$

где  $F$  – площадь контакта движителей с грунтом;

$l$  – длина контакта движителей с грунтом;

$\tau_{max}$  – максимальное касательное напряжение сдвига;

$e$  – основание натурального логарифма;

$K$  – постоянная, характеризующая изменение формы характеристики сдвига.

Раскладывая показательную функцию в ряд Тейлора и ограничиваясь первыми тремя членами разложения, получим

$$P_{кр} = \frac{\delta Fl\tau_{max}}{2K}. \quad (4)$$

Считая опорную поверхность колеса прямоугольником с длиной  $l$  и шириной  $b$ , найдем, что  $F = 2bl$ . С учетом этого выражение (4) принимает следующий вид:

$$\varphi_{кр} = \frac{\delta\tau_{max} bl^2}{KG_{сц}}. \quad (5)$$

Улучшение сцепных свойств от введения третьего ведущего моста можно оценить отношением тангенсов углов наклона прямолинейных участков зависимостей  $\delta = f(\varphi_{кр})$  соответственно для двухосного и трехосного тракторов

$$\psi = \frac{\operatorname{tg}\alpha_2}{\operatorname{tg}\alpha_3} = \frac{\delta_2}{\delta_3}, \quad (6)$$

где  $\psi$  – удельный показатель сравнения сцепных свойств;

$\delta_2$  и  $\delta_3$  – буксование движителей соответственно двухосного и трехосного тракторов для одного и того же значения  $\varphi_{кр}$  на прямоугольном участке зависимостей  $\delta = f(\varphi_{кр})$  (в дальнейшем индекс 2 относится к двухосному трактору, а индекс 3 – к трехосному).

Для произвольно взятого значения  $\varphi_{кр}$  на прямолинейном участке кривой  $\delta = f(\varphi_{кр})$  можно записать с учетом выражения (5):

$$\frac{\delta_2 b_2 l_2^2}{G_{сц 2}} = \frac{\delta_3 b_3 l_3^2}{G_{сц 3}}. \quad (7)$$

Принимая ширину шин  $b$  одинаковой для всех колес, получим

$$\psi = \frac{\delta_2}{\delta_3} = \frac{l_3^2 G_{сц 2}}{l_2^2 G_{сц 3}} \approx 2,25 \frac{G_{сц 2}}{G_{сц 3}}. \quad (8)$$

Для варианта использования трактора на стерне удельный показатель сравнения сцепных свойств, подсчитанный по формуле (8), будет равен 1,46.

$$\psi = 2,25 \cdot \frac{3450}{5300} = 1,46.$$

Значения удельных показателей сравнения сцепных свойств трактора от введения третьего моста при работе на различных почвенных фонах приведены в таблице.

**Расчетные значения удельных показателей сравнения сцепных свойств трактора от введения третьего моста**

Почвенный фон	Удельный показатель сравнения сцепных свойств
Поле, подготовленное под посев	1,41
Стерня	1,46
Снежная целина	1,53

Различия между экспериментальными и расчетными значениями удельных показателей сравнения сцепных свойств составляют 2–3%, т. е. находятся в пределах погрешности эксперимента, что позволяет считать сходимость удовлетворительной.

В пределах прямолинейного участка кривой буксования можно с достаточной для практики точностью прогнозировать сцепные свойства трехосного трактора по данным тяговой характеристики двухосного трактора, если известны их сцепные веса, а шины однотипны. Рассмотренный удельный показатель позволяет сравнивать сцепные свойства тракторов с разным количеством ведущих осей без выравнивания их сцепных весов.

Таким образом, на основании результатов исследований можно сделать вывод, что за счет демпфирующих свойств дополнительного третьего моста вертикальные колебания от крюковой нагрузки, передающиеся на ведущие колеса и остов и негативно воздействующие на оператора транспортного средства, снижаются на 15–20%.

**Список источников**

1. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 667 с.
2. Кабаков Н.С., Чурсин Л.И., Рожков Е.С. Тяговые показатели трактора МТЗ-52 с приставным ведущим мостом // Тракторы и сельхозмашины. 1970. № 11. С. 39–40.
3. Кабаков Н.С., Чурсин Л.И. Тяговые показатели трактора-макета с тремя ведущими мостами в зимних условиях // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1970. № 12. С. 13–14.
4. Кононов А.М. О реализации тяги и проходимости универсальных энергонасыщенных тракторов класса 1.4 // Тракторы и сельхозмашины. 1974. № 6. С. 1–3.
5. Поливаев О.И., Ворохобин А.В. Теория тракторов и автомобилей: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 232 с.
6. Поливаев О.И., Иванов В.П. Повышение тягово-динамических свойств МЭС за счет совершенствования приводов ведущих колес: монография. Москва: Русайнс, 2021. 184 с.
7. Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 282 с.
8. Поливаев О.И., Костиков О.М. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 280 с.
9. Синяков В.Г. Оценка условий труда операторов на тракторах // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1991. № 10. С. 23–25.
10. Халфин М.А., Халфин С.М. Условия труда на сельскохозяйственных тракторах // Техника и оборудование для села. 1990. № 10. С. 3–5.

**References**

1. Zan'ko N.G., Malayan K.R., Rusak O.N. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Uchebnik dlya vuzov [Life safety. Textbook for higher education]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2012. 667 p. (In Russ.).
2. Kabakov N.S., Chursin L.I., Rozhkov E.S. Tyagovye pokazateli traktora MTZ-52 s pristavnym vedushchim mostom [Traction indicators of the MTZ-52 tractor with an attached drive axle]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 1970;11:39-40. (In Russ.).
3. Kabakov N.S., Chursin L.I. Tyagovye pokazateli traktora-maketa s tremya vedushchimi mostami v zimnikh usloviyakh [Traction characteristics of a model tractor with three driving axles in winter conditions]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya socialisticheskogo sel'skogo khozyajstva = Agricultural Engineering and Farm Electrification*. 1970;12:13-14. (In Russ.).
4. Kononov A.M. O realizatsii tyagi i prokhozimosti universal'nykh energonasyschennykh traktorov klassa 1.4 [On the realization of traction and flotation of universal energy-saturated 1.4 class tractors]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 1974;6:1-3. (In Russ.).
5. Polivaev O.I., Vorokhobin A.V. Teoriya traktorov i avtomobilej. Uchebnik [Theory of tractors and automobiles. Textbook]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2021. 232 p. (In Russ.).
6. Polivaev O.I., Ivanov V.P. Povyshenie tyagovo-dinamicheskikh svojstv MES za schet sovershenstvovaniya privodov vedushchikh koles: monografiya [Increasing traction-dynamic properties of the mobile energy unit (MEU) by improving the drive wheels. Monograph. Moscow: Rusains Press; 2021. 184 p. (In Russ.).
7. Polivaev O.I., Kostikov O.M., Vorokhobin A.V., Vedrinsky O.S. Konstruktsiya traktorov i avtomobilej. Uchebnoe posobie [Construction of tractors and cars. Study guide]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2020. 282 p. (In Russ.).
8. Polivaev O.I., Kostikov O.M. Ispytanie sel'skokhozyajstvennoj tekhniki i energo-silovykh ustanovok. Uchebnoe posobie [Testing of agricultural machinery and energy power plants. Study guide]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2017. 280 p. (In Russ.).
9. Sinyakov V.G. Otsenka uslovij truda operatorov na traktorakh [Assessment of the working conditions of operators of tractors]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 1991;10:23-25. (In Russ.).
10. Khalfin M.A., Khalfin S.M. Usloviya truda na sel'skokhozyajstvennykh traktorakh [Working conditions of agricultural tractors]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 1990;10:3-5. (In Russ.).

**Информация об авторах**

A.V. Vorokhobin – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», dogruzka@rambler.ru.

Ю.Ф. Устинов – доктор технических наук, профессор кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», ustinov@vgasu.vrn.ru.

В.А. Жулай – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», zhulai@vgasu.vrn.ru.

**Information about the authors**

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

Yu.F. Ustinov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Construction Equipment and Engineering Mechanics named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, Ustinov@vgasu.vrn.ru.

V.A. Zhulai, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Construction Equipment and Engineering Mechanics named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, zhulai@vgasu.vrn.ru.

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 21.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 16.02.2022; approved after revision 21.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Ворохобин А.В., Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., 2022

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 621.8.031:631.312

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_40

### Силовой анализ механизма навески пахотного агрегата

Владимир Васильевич Василенко<sup>1</sup>, Сергей Владимирович Василенко<sup>2✉</sup>,

Алексей Николаевич Кузнецов<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>tuli-fruli@mail.ru✉

**Аннотация.** Развитие и совершенствование почвообрабатывающих орудий всегда сопровождается полевыми испытаниями новой техники, в ходе проведения которых требуется измерение тягового сопротивления нового орудия. При этом если орудие является навесным, возникают сложности измерения, так как усилие передается тремя звеньями механизма навески. Сведения о силе тягового сопротивления навесного орудия также необходимы для обоснования правильного расположения звеньев навесной системы трактора при конструировании новых моделей и их агрегатировании с трактором. Недавно появившаяся возможность тензометрического измерения сил, действующих в процессе обработки почвы на звенья навесной системы, позволяет оперативно определять тяговое сопротивление и догружающий момент, возникающие при заданном размещении звеньев навесного механизма. Приводится пример графоаналитического расчета силы тягового сопротивления и догружающего момента с целью определения оптимального положения силового звена для уменьшения нагрузок в звеньях и шарнирах, а также для уменьшения буксования колес трактора. Метод расчета включает построение в масштабе механизма навесной системы, нанесение в другом масштабе векторов сил в звеньях механизма, графическое сложение сил и определение оптимального направления вектора силы тяги трактора. Также приведен пример анализа механизма навески трактора К-701 при вспашке плугом на глубину 32 см. При правильном соединении трактора с плугом исчезает догружающий момент, уменьшается тяговое сопротивление плуга и остается единственный вектор силы тяги по аналогии с тросовым соединением. В рассмотренном примере расчета при перестановке тяговых цапф на плуге с высоты 0,63 м до 0,54 м по отношению к лезвию переднего лемеха догружающий момент размером 11 830 Нм исчезает, а суммарное усилие в нижних тягах навесной системы снижается с 52 960 Н до 46 830 Н.

**Ключевые слова:** тяговое сопротивление, вектор силы, догружающий момент, расположение тяговых цапф, центр сопротивления

**Для цитирования:** Василенко В.В., Василенко С.В., Кузнецов А.Н. Силовой анализ механизма навески пахотного агрегата // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 40–47. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_40](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_40)–47.

## TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

### Analysis of the forces acting on the linkage mechanism of the plowing unit

Vladimir V. Vasilenko<sup>1</sup>, Sergey V. Vasilenko<sup>2✉</sup>, Aleksey N. Kuznetsov<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>tuli-fruli@mail.ru✉

**Abstract.** The development and improvement of tillage tools is always accompanied by field tests of new equipment, during which it is required to measure the traction resistance of a new tool. At the same time, if the tool is mounted, measurement difficulties arise, since the force is transmitted by three links of the linkage mechanism. Information on the traction resistance of the mounted tool is also necessary to substantiate the correct location of the links of the tractor linkage system when designing new models and aggregating them with the tractor. The recently appeared possibility of tensometric measurement of the forces acting on the links of the linkage system in the process of tillage makes it possible to determine the traction resistance and the additional loading moment that occur at a given location of the links of the linkage mechanism. An example of a graphical-analytical calculation of the traction resistance force and additional loading moment is given in order to determine the optimal position of the power link to reduce the loads in the links and hinges, as well as to reduce tractor wheels slipping. The calculation method includes the construction of the linkage system mechanism on a scale,

drawing the force vectors in the links of the mechanism on a different scale, graphical summation of forces and determining the optimal direction of the tractor traction force vector. An example of the analysis of the linkage mechanism of the K-701 tractor when plowing with a plow to a depth of 32 cm is given. When the tractor is properly connected to the plow, the additional loading moment disappears, the traction resistance of the plow decreases, and the only vector of traction force remains, by analogy with a cable bond. In the considered calculation example, when rearranging the traction trannions on the plow from a height of 0.63 m to 0.54 m in relation to the blade of the front plow share, the additional loading moment of 11 830 Nm disappeared completely, and the total force in the lower links of the mounted system decreased from 52 960 N to 46 830 N.

**Keywords:** tractor traction resistance, force vector, loading moment, location of traction trannions, center of resistance

**For citation:** Vasilenko V.V., Vasilenko S.V., Kuznetsov A.N. Analysis of the forces acting on the linkage mechanism of the plowing unit. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):40-47. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_40-47](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_40-47).

## Введение

Как известно, вспашка почвы сопряжена со значительными нагрузками на тяговое средство, что требует больших энергетических, материально-технических и трудовых затрат. Снижение тягового сопротивления плугов было и остается актуальной задачей научных изысканий. При этом главное внимание уделяется геометрии и расстановке рабочих органов, но и корректность соединения плуга с трактором играет немаловажную роль. Известны недостатки регулирования тяг навесной системы, которые проявляются в работе перегрузкой передних опорных колес плуга или его неустойчивым ходом по глубине вплоть до выхода из почвы, появлением боковых нагрузок и уводом трактора в сторону.

В процессе совершенствования технологического процесса часто требуется применение дополнительных рабочих органов, например расширительных щитков на плуге [2, 9]. При этом для оценки эффективности нового орудия требуется знать его тяговое сопротивление, условия надежного заглубления и стабильного хода на заданной глубине обработки почвы [1, 10, 13].

Для эффективного использования орудия на различных типах почв и при различной глубине обработки требуется определение направления вектора силы сопротивления орудия и способы его регулирования [3, 15]. Однако трехточечная навесная система тракторов передает усилие от трактора на навесное орудие по трем звеньям, и направление вектора силы тяги, как и его величина, далеко не очевидны. Поэтому закономерно, что при испытаниях новых навесных орудий до последнего времени применяли сложные дополнительные конструкции в навесных системах или промежуточные прицепные блоки для измерения силы тягового сопротивления. Если на навесном орудии три точки соединения с тракторными тягами установлены с неизменяющимися координатами, то управлять вектором силы тяги невозможно. На большинстве тракторов шарниры трех тяг тоже не переставляются, за исключением некоторых зарубежных моделей, у которых верхняя тяга имеет несколько точек установки.

Сравнительно недорогой способ регулирования вектора силы тяги предложили ученые Воронежского государственного лесотехнического университета [6, 7, 8]. Предложенный способ заключается в том, что расстояние по вертикали между верхней и двумя нижними точками присоединения навесного орудия к трактору можно сделать регулируемым для любого навесного орудия. Для этого в конструкцию трактора добавляется приспособление с гидравлическим цилиндром [4, 14]. Оператор может без остановки агрегата изменять при помощи гидроцилиндра место расположения мгновенного центра вращения звеньев механизма навески, в результате чего вектор силы тяги меняет свое направление, заглубляя безопорное орудие [11, 12, 17]. Экспериментальный вариант навесной системы обеспечил дисковому орудью более высокую производительность, лучшее качество работы и более высокую надежность технологического процесса [5, 16].

### Постановка задачи

Появившаяся в последние годы возможность тензометрического измерения сил, действующих в тягах навесной системы трактора, позволяет оперативно определять силу сопротивления орудия и догружающий момент, принуждающий его к заглоблению, не прибегая к использованию промежуточной прицепной тележки.

Рассмотрим графоаналитический способ определения силы тягового сопротивления, догружающего момента и оптимальной высоты расположения тяговых цапф на раме плуга. Обычно на небольших плугах до пяти рабочих корпусов применяется жесткая навеска с неподвижным навесным треугольником и жесткой продольной тягой. Такие плуги имеют только одно опорное колесо и не могут в полной мере копировать микрорельеф почвы. Они принудительно удерживают горизонтальность рамы и при неправильной установке цапф либо выходят из почвы всеми корпусами сразу, либо стараются заглобнуться, проминая колесом глубокую колею.

При работе с многокорпусными навесными плугами (6–8 корпусов) применяется подвижная система навески, у которой треугольник соединен с рамой шарнирно, а продольная тяга является составной, слегка провисающей при эксплуатации. В данном случае у таких плугов недостатки расстановки цапф влияют только на передние корпуса и передние колеса. У первого из этих двух типов навесной системы силовой анализ звеньев более сложный. Именно для него мы и проведем графоаналитический анализ нагрузок.

В качестве примера рассмотрим следующую ситуацию. Трактор К-701 работает с плугом, у которого жесткая система навески. При глубине вспашки  $a = 32$  см зафиксированы средние величины сил в трех звеньях: в двух нижних тягах по 26 480 Н на растяжение и в верхней тяге 6 130 Н на сжатие. Требуется определить тяговое сопротивление плуга, догружающий момент и оптимальную высоту размещения тяговых цапф на плуге.

### Графоаналитический анализ и результаты

Сначала вычерчивается в масштабе схема навесной системы и так же в масштабе расставляются силы, действующие в звеньях.

На рисунке 1 показана схема жесткой навесной системы для случая нормального соединения плуга с трактором, когда на виде сверху его центр сопротивления совпадает с осью симметрии трактора, то есть нижние тяги расположены симметрично с одинаковыми углами наклона  $\beta_n$  правой и  $\beta_l$  левой тяг в горизонтальной плоскости и углами  $\alpha_n$  и  $\alpha_l$  на виде сбоку. Центральная тяга расположена по направлению движения и наклонена в вертикальной плоскости под углом  $\alpha_v$ . Все углы измеряются относительно продольной оси трактора.

Целью анализа является определение тягового сопротивления плуга, догружающего момента, если он есть, и оптимального значения высоты установки тяговых цапф в точках  $A_1$  и  $A_2$ .

Поскольку все три тяги навесной системы расположены симметрично относительно продольной оси трактора, анализ можно начинать сразу с продольно-вертикальной плоскости. В принятых масштабах наносятся точки приложения сил и размещаются векторы этих сил: суммарной силы  $P_n$  в нижних тягах и силы  $P_v$  в верхней тяге (рис. 2).

Суммарная сила  $P_n$  вычисляется по выражению

$$P_n = P_n \cdot \cos \beta_n + P_l \cdot \cos \beta_l, \quad (1)$$

где  $P_n$  – суммарная сила в двух нижних тягах, Н;

$P_n$  и  $P_l$  – силы в правой и левой тягах, Н;

$\beta_n$  и  $\beta_l$  – углы наклона тяг в горизонтальной плоскости.

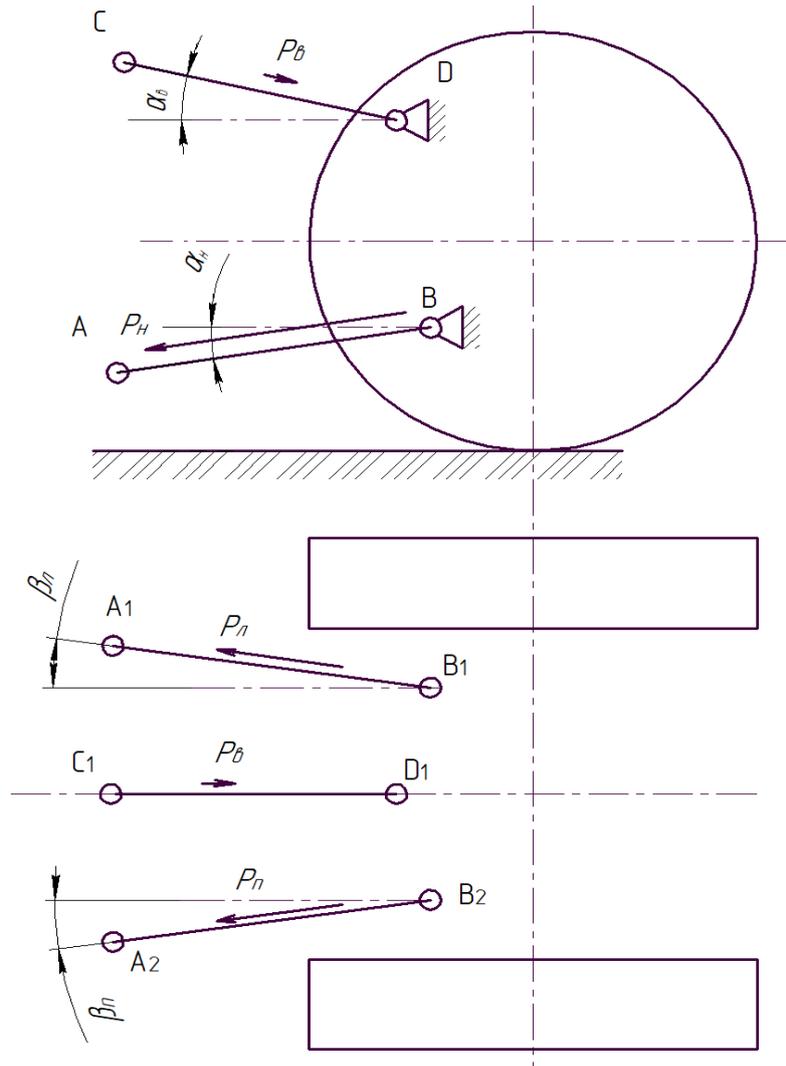


Рис. 1. Расположение тяг навесной системы трактора при вспашке почвы

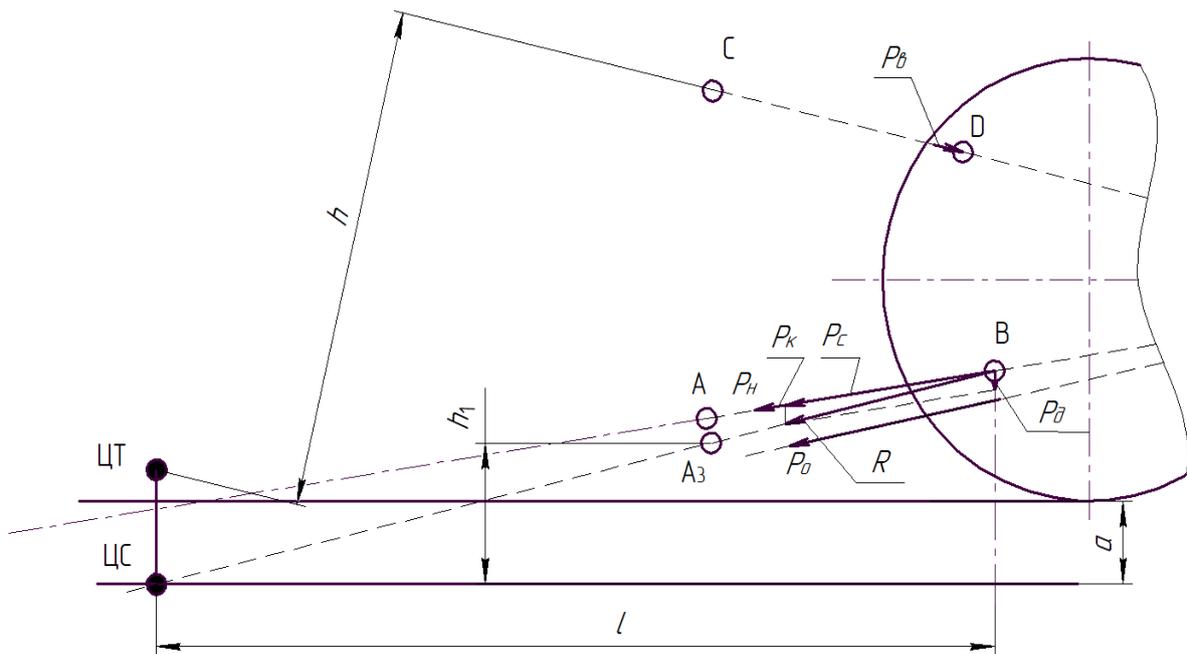


Рис. 2. Построение вектора силы сопротивления плуга

Силы  $P_n$  и  $P_в$ , с которыми плуг действует на трактор, направлены в разные стороны, поэтому они создают не только тяговое сопротивление  $P_c$ , но и догружающий момент между шарнирами В и D силами  $P_в$  и  $P_k$ . При этом, если значения углов  $\alpha_в$  и  $\alpha_n$  примерно равны, то величины сил  $P_в$  и  $P_k$  тоже будут одинаковыми.

Появление опрокидывающего, или догружающего, момента в навесной системе является вредным фактором. Он не увеличивает тяговое сопротивление навесного орудия, но создает в тягах и шарнирах навесной системы повышенную напряженность, которая сокращает их срок службы. Кроме того, под действием догружающего момента трактор передает часть своего веса на колеса плуга, которые глубже погружаются в почву и, как следствие, увеличивают сопротивление плуга, при этом трактор теряет свой сцепной вес и увеличивает пробуксовку колес. Поэтому неслучайно существует подвижная система навески, которая исключает появление силы в верхней тяге, но зато требует точного определения высоты расположения тяговых цапф (точка А) на раме навесного орудия.

Сложив графически силу  $P_в$ , измеренную тензометрически, и силу  $P_n$ , вычисленную по выражению (1), в точке пересечения их линий действия, получим общий вектор  $P_o$  и перенесем его по линии действия ближе к шарниру В. Вектор  $P_o$  оказывается меньше, чем вектор  $P_n$ , так как исчезли силы  $P_в$  и  $P_k$ . Осталась только сила тягового сопротивления  $P_o$ , но она не совпадает с нижними тягами ни по высоте расположения, ни по направлению.

Далее для идеального агрегатирования надо было бы перенести шарниры крепления нижних тяг на тракторе и на плуге до совпадения с линией действия вектора  $P_o$ . Но если на большинстве моделей плугов и существует регулировка расположения тяговых цапф по высоте, то на тракторах вертикальная перестановка нижних тяг отсутствует, соответственно их надо оставлять на прежних позициях на уровне точки В. При этом исключить появление догружающего момента можно путем создания такого же момента в обратном направлении, что на практике реализуется за счет перестановки тяговых цапф ниже на плуге.

Новое расположение цапф определяется следующим образом.

Передвинем параллельным переносом вектор  $P_o$  в точку В и пристроим к нему добавочный вектор  $P_d$ , действием которого плуг сопротивляется подъему трактором его передней части.

Находим величину этого дополнительного вектора. Момент силы  $P_d$  относительно центра тяжести ЦТ плуга должен быть равен моменту силы  $P_в$  относительно того же центра:

$$P_d \cdot l = P_в \cdot h, \quad (2)$$

где  $P_d$  – дополнительная вертикальная сила, действующая на нижние тяги навесной системы трактора, Н;

$l$  – расстояние от центра тяжести плуга до шарниров нижних тяг на тракторе, м;

$P_в$  – сила в верхней тяге тракторной навесной системы, Н;

$h$  – расстояние от центра тяжести плуга до линии действия силы  $P_в$ , м.

По уравнению (2) определяем дополнительную силу  $P_d$ , складываем ее графически с силой  $P_o$ , приложенной в точке В, и получаем результирующий вектор  $R$ , на линии действия которого должны находиться тяговые цапфы плуга.

Искомое положение цапф на рисунке 2 обозначено точкой  $A_3$ . В случае, когда плуг правильно спроектирован, центр тяжести и центр сопротивления будут располагаться приблизительно на одной вертикали.

Поскольку оптимальное направление вектора силы тяги должно проходить через центр сопротивления, можно проверить правильность представленных построений, проведя линию действия результирующего вектора  $R$  до уровня глубины обработки почвы. Он проходит через центр сопротивления, тогда как вектор зарегистрированной в измерениях силы  $P_n$  уходит далеко назад, что и вызывает появление догружающего момента.

### Выводы

По результатам тензометрических измерений сил в тягах навесной системы трактора графоаналитическим способом можно определить оптимальное расположение тяг навесной системы, при котором:

- исчезает догружающий момент;
- уменьшается тяговое сопротивление плуга;
- остается единственный вектор силы тяги по аналогии с тросовым соединением.

В приведенном примере расчета при перестановке тяговых цапф на плуге с высоты 0,63 до 0,54 м по отношению к лезвию переднего лемеха догружающий момент размером 11 830 Нм полностью исчезает, а суммарное усилие в нижних тягах навесной системы снижается с 52 960 Н до 46 830 Н.

---

### Список источников

1. Василенко В.В., Посметьев В.И., Василенко С.В. и др. Регулирование устойчивости навесного плуга // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 125–129. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.2.125.
2. Виткалов И.А., Костенко А.А., Василенко В.В. и др. Способы увеличения углов оборота почвенных пластов при вспашке // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 68-й студенческой научной конференции. Ч. IV. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 384–391.
3. Латышева М.А. Исследование влияния регулировочных параметров стандартных навесных устройств тракторов на заглубляющую способность дисковых рабочих органов лесных безопорных орудий // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. № 41. С. 173–181.
4. Латышева М.А. Многозвенная навесная система трактора для агрегатирования его с лесными дисковыми орудиями // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 137–146.
5. Латышева М.А. Результаты экспериментального исследования гидравлического приспособления к навесным устройствам трактора // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1092–1113.
6. Механизм навески трактора: пат. 2542761 Рос. Федерация. № 2013155880; заявл. 16.12.2013; опубл. 27.02.2015, Бюл. № 6. 4 с.
7. Механизм навески трактора: пат. 2547769 Рос. Федерация. № 2013149770/13; заявл. 06.11.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10. 3 с.
8. Навесная система: пат. 2551169 Рос. Федерация. № 2013137530/13; заявл. 09.08.2013; опубл. 20.05.2015, Бюл. № 14. 4 с.

9. Отвальный плуг для полного оборота пластов: пат. на полезную модель 180446 Рос. Федерация. № 2018106155; заявл. 19.02.2018; опубл. 14.06.2018, Бюл. № 17. 4 с.
10. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Обоснование выбора схемы устройства к навесному механизму трактора при его агрегатировании с дисковыми орудиями // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 94. С. 385–394.
11. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Оценка влияния мгновенного центра вращения навесного механизма трактора на заглубляющую способность дисковых рабочих органов // Воронежский научно-технический вестник. 2014. Т. 3, № 2(8). С. 38–47.
12. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Повышение заглубляющей способности дисковых рабочих органов лесных орудий за счет совершенствования конструкций навесного механизма агрегируемого трактора // Воронежский научно-технический вестник. 2013. Т. 2, № 4(6). С. 84–93.
13. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. и др. Основные причины недостаточной эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов и пути ее повышения // Воронежский научно-технический вестник. 2015. Т. 4. № 3-3(13). С. 45–59. DOI: 10.12737/14008.
14. Посметьев В.И., Зеликов В.А., Латышева М.А. Приспособление к навесному устройству трактора при агрегатировании его с дисковыми орудиями // Воронежский научно-технический вестник. 2014. Т. 3, № 4(10). С. 129–137.
15. Посметьев В.И., Латышева М.А. Анализ эффективности навесных устройств тракторов при агрегатировании их с дисковыми орудиями // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 2-2(13-2). С. 64–68. DOI: 10.12737/11032.
16. Посметьев В.И., Латышева М.А., Посметьев В.В. Результаты экспериментального исследования приспособления к навесным устройствам серийных тракторов // Воронежский научно-технический вестник. 2015. Т. 4, № 3-3(13). С. 31–45. DOI: 10.12737/14007.
17. Посметьев В.И., Малюкова М.А., Никонов В.О. Расчет устойчивости рыхлителя на этапе заглубления с учетом мгновенного центра вращения звеньев его оборудования // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2015. № 1. С. 303–308.

## References

1. Vasilenko V.V., Posmetiev V.I., Vasilenko S.V., et al. Regulirovanie ustojchivosti navesnogo pluga [Regulation of stability of the running depth of a mounted plow]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universite = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2016;2(49):125-129. DOI: 10.17238/ issn2071-2243. 2016.2.125. (In Russ.).
2. Vitkalov I.A., Kostenko A.A., Vasilenko V.V., et al. Sposoby uvelicheniya uglov oborota pochvennykh plastov pri vspashke [Ways to increase the angles of rotation of soil layers during plowing]. *Molodezhnyj vektor razvitiya agrarnoj nauki: materialy 68-j studencheskoj nauchnoj konferentscii. Ch. IV [Youth vector of development of agrarian science: proceedings of the 68th student scientific conference. Part IV]*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2017:384-391. (In Russ.).
3. Latysheva M.A. Issledovanie vliyaniya regulirovochnykh parametrov standartnykh navesnykh ustrojstv traktorov na zaglublyayushchuyu sposobnost' diskovykh rabochikh organov lesnykh bezopornykh orudij [Investigation of the effect of control parameters of standard devices mounted on tractors deepened ability of disk working bodies of forest unsupported tools]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa = Actual Problems of the Forestry Complex*. 2015;41:173-181. (In Russ.).
4. Latysheva M.A. Mnogozvennaya navesnaya sistema traktora dlya agregatirovaniya ego s lesnymi diskovymi orudiyami [Multi-link linkage system of the tractor to mount it with disk forest tools]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*. 2015;1-1:137-146. (In Russ.).
5. Latysheva M.A. Rezul'taty eksperimental'nogo issledovaniya gidravlicheskogo prispособleniya k navesnym ustrojstvam traktora [Results of experimental studies of a hydraulic tool for ancillary equipment tractor]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;104:1092-1113. (In Russ.).
6. Mekhanizm naveski traktora [Tractor mounting hinge mechanism]: patent 2542761 Ros. Federatsiya. № 2013155880; заявлено 16.12.2013; опубликовано 27.02.2015, Byul. № 6 = Patent 2542761 Russian Federation. No. 2013155880, claimed 16.12.2013; published 27.02.2015, Bulletin 6. 4 p. (In Russ.).
7. Mekhanizm naveski traktora [Tractor mounting hinge mechanism]: patent 2547769 Ros. Federatsiya. № 2013149770/13; заявлено 06.11.2013; опубликовано 10.04.2015, Byul. № 10 = Patent 2547769 Russian Federation. No. 2013149770/13, claimed 06.11.2013; published 10.04.2015, Bulletin 10. 3 p. (In Russ.).
8. Navesnaya sistema [Hinged system]: patent. 2551169 Ros. Federatsiya. № 2013137530/13; заявлено 09.08.2013; опубликовано 20.05.2015, Byul. № 14 = Patent 2551169 Russian Federation. No. 2013137530/13, claimed 09.08.2013; published 20.05.2015, Bulletin 14. 4 p. (In Russ.).
9. Otval'nyj plug dlya polnogo oborota plastov [Moldboard plow for a full turnover of layers]: patent na poleznuyu model' 180446 Ros. Federatsiya. № 2018106155; заявлено 19.02.2018; опубликовано 14.06.2018, Byul. № 17 = Utility Model Patent 180446 Russian Federation. No. 2018106155; claimed 19.02.2018; published 14.06.2018, Bulletin 17. 4 p. (In Russ.).

10. Posmetiev V.I., Zelikov V.A., Latysheva M.A. Obosnovanie vybora skhemy ustrojstva k navesnomu mekhanizmu traktora pri ego agregirovanii s diskovymi orudiyami [Justification of the choice of the scheme of the device to the hinged mechanism of the tractor when it is aggregated with disk tools]. *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2013;94:385-394. (In Russ.).
11. Posmetiev V.I., Zelikov V.A., Latysheva M.A. Otsenka vliyaniya mgnovennogo centra vrashcheniya navesnogo mekhanizma traktora na zaglublyayushchuyu sposobnost' diskovykh rabochikh organov [Assessment of the impact of the instantaneous center of rotation mounted on tractor attachment mechanism on the deepening ability of disk working bodies]. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik = Voronezh Scientific and Technical Journal*. 2014;2(8):38-47. (In Russ.).
12. Posmetiev V.I., Zelikov V.A., Latysheva M.A. Povyshenie zaglublyayushchej sposobnosti diskovykh rabochikh organov lesnykh orudij za schet sovershenstvovaniya konstruktsij navesnogo mekhanizma agregiruемого traktora [Increase of deepening capacity of disk working bodies of forest tools due to improvement of designs of the hinged mechanism of the aggregated tractor]. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik = Voronezh Scientific and Technical Journal*. 2013;4(6):84-93. (In Russ.).
13. Posmetiev V.I., Zelikov V.A., Latysheva M.A., et al. Osnovnye prichiny nedostatochnoj effektivnosti lesnykh pochvoobrabatyvayushchikh agregatov i puti ee povysheniya [Main reasons of the insufficient efficiency of forest tillage machines and ways of its improving]. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik = Voronezh Scientific and Technical Journal*. 2015;3-3(13):45-59. DOI: 10.12737/14008. (In Russ.).
14. Posmetiev V.I., Zelikov V.A., Latysheva M.A. Prispособlenie k navesnomu ustrojstvu traktora pri agregirovanii ego s diskovymi orudiyami [Adaptation to the hitch of the tractor when aggregating it with disk tools]. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik = Voronezh Scientific and Technical Journal*. 2014;4(10):129-137. (In Russ.).
15. Posmetiev V.I., Latysheva M.A. Analiz effektivnosti navesnykh ustrojstv traktorov pri agregirovanii ikh s diskovymi orudiyami [Analysis of the effectiveness of hitch tractor unitized them with disc tools]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika = Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*. 2015;2-2(13-2):64-68. DOI: 10.12737/11032. (In Russ.).
16. Posmetiev V.I., Latysheva M.A., Posmetiev V.V. Rezul'taty eksperimental'nogo issledovaniya prispособleniya k navesnym ustrojstvam serijnykh traktorov [The results of an experimental study of the adaptation of the hitch of serial tractors]. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik = Voronezh Scientific and Technical Journal*. 2015;3-3(13):31-45. DOI: 10.12737/14007. (In Russ.).
17. Posmetiev V.I., Malyukova M.A., Nikonov V.O. Raschet ustojchivosti rykhlytelya na etape zaglubleniya s uchetom mgnovennogo tsentra vrashcheniya zven'ev ego oborudovaniya [Calculation of stability during rippers recessed with due regard to instantaneous rotation center of its equipment links]. *Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Vysokie tekhnologii. Ekologiya = Scientific Newsletter of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. High-tech Solutions. Ecology*. 2015;1:303-308. (In Russ.).

### Информация об авторах

V.B. Василенко – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», vladva.vasilenko@yandex.ru, smachin@agroeng.vsau.ru.

S.B. Василенко – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», tuli-fruli@mail.ru.

A.H. Кузнецов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», smachin@agroeng.vsau.ru.

### Information about the authors

V.V. Vasilenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, vladva.vasilenko@yandex.ru, smachin@agroeng.vsau.ru.

S.V. Vasilenko, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, tuli-fruli@mail.ru.

A.N. Kuznetsov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, smachin@agroeng.vsau.ru.

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 21.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 16.02.2022; approved after revision 21.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Василенко В.В., Василенко С.В., Кузнецов А.Н., 2022

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.362.3

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_48

### Влияние размещения сортировальных решет на эффективность фракционного разделения зернового вороха

Алексей Михайлович Гиевский<sup>1</sup>, Владимир Иванович Оробинский<sup>2</sup>, Алексей Викторович Чернышов<sup>3</sup>, Наталья Митрофановна Дерканосова<sup>4</sup>, Михаил Константинович Харитонов<sup>5</sup>

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

<sup>3</sup>lexa-c@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментальных исследований, выполненных на неочищенном комбайновом ворохе озимой пшеницы сорта Алая заря с целью определения эффективности разделения зернового вороха на фуражную и семенную фракции при различных схемах размещения сортировальных решет в решетном стане. Экспериментальная установка состояла из двухаспирационной пневмосистемы с отдельными осадочными камерами для каждой аспирации и решетного модуля с двумя последовательно работающими решетными станами с шариковой очисткой отверстий решет от зававшего зерна. Установка позволяла полностью моделировать процесс работы универсальной зерноочистительной машины, при этом предусматривалась возможность регулирования частоты колебания станов и угла наклона отдельно колосовых и сортировальных решет в горизонтальной плоскости. Результаты работы решетной очистки при размещении сортировальных решет в один, два и три яруса оценивали полнотой выделения фуражных фракций, которые поступали в отдельные сборники. Установлено, что получение семенного материала с использованием универсальных воздушно-решетных машин при удельной подаче более 0,45 кг/(с·дм) возможно при оборудовании решетного стана двумя и тремя ярусами параллельно работающих сортировальных решет. При размещении сортировальных решет в два яруса полнота выделения фуражной фракции составляла 83% при длине решет в каждом ярусе 2,82 м и удельной производительности не более 1,8 т/(ч·дм). Для очистки вороха на семенные цели показано преимущество использования трехъярусной схемы размещения сортировальных решет, при которой полнота выделения фуражной фракции достигала 80% уже при длине сортировальных решет в каждом ярусе 1,88 м и удельной производительности не более 1,8 т/(ч·дм), а при добавлении в каждый ярус третьего решета полнота выделения фуражных фракций превышала 90%.

**Ключевые слова:** послеуборочная обработка зерна, зерноочистительная машина, решетный стан, сортировальные решета, зерновой ворох, полнота выделения

**Для цитирования:** Гиевский А.М., Оробинский В.И., Чернышов А.В., Дерканосова Н.М., Харитонов М.К. Влияние размещения сортировальных решет на эффективность фракционного разделения зернового вороха // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 48–56. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_48-56](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_48-56).

## TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

### Influence of sorting sieves location on the efficiency of fractional separation of the grain heap

Aleksey M. Gievsky<sup>1</sup>, Vladimir I. Orobinsky<sup>2</sup>, Aleksey V. Chernyshov<sup>3</sup>,  
Natalia M. Derkanosova<sup>4</sup>, Mikhail K. Kharitonov<sup>5</sup>

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

<sup>3</sup>lexa-c@yandex.ru

**Abstract.** The authors present the results of experimental studies performed on an unrefined combine heap of winter wheat of the Alaya Zarya variety in order to determine the efficiency of separating the grain heap into feed and seed fractions with various schemes of sorting sieves placing in a sieve mill. The experimental setup consisted of a two-aspiration pneumatic system with separate settling chambers for each aspiration and a sieve module with two sequentially operating sieve mills with ball cleaning of sieve holes from trapped grain. The installation made it possible to fully simulate the operation of a universal grain cleaning machine, as well as regulate the oscillation frequency of the mills and the angle of inclination of the separate feeder and sorting sieves

in the horizontal plane. The results of the sieve cleaning when placing sorting sieves in one, two and three tiers were evaluated by the completeness of the separation of feed fractions that were submitted in separate collector boxes. It has been defined that it is possible to obtain seed material using universal air-sieve machines with a specific feed of more than 0.45 kg/(s·dm) when the sieve mill is equipped with two and three tiers of parallel working sorting sieves. When placing sorting sieves in two tiers, the completeness of the separation of the feed fraction was 83% with the length of the sieves in each tier of 2.82 m and a specific productivity of no more than 1.8 t/(h·dm). To clean the heap for seed purposes it is more preferable to use a three-tier layout of sorting sieves, in this case the completeness of feed fractions separation reached 80% already with the length of the sorting sieves in each tier of 1.88 m and a specific productivity of no more than 1.8 t/(h·dm), and when adding a third sieve to each tier, the completeness of feed fractions separation increased to 90%.

**Keywords:** post-harvest grain processing, grain cleaning machine, sieve mill, sorting sieves, grain heap, completeness of separation

**For citation:** Gievsky A.M., Orobinsky V.I., Chernyshov A.V., Derkanosova N.M., Kharitonov M.K. Influence of sorting sieves location on the efficiency of fractional separation of the grain heap. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):48-56. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_48-56](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_48-56).

## Введение

Современные поточные зерно- и семяочистительные линии в своем большинстве укомплектованы технологическим оборудованием зарубежных производителей и реализуют двухэтапную технологию подготовки семян [1, 3, 4, 5, 6, 14], которая предусматривает последовательный пропуск всего зернового вороха через машины с однотипными рабочими органами с выделением определенной части примесей и фуражной фракции машинами в зависимости от их назначения или места в поточной линии. Вместе с тем следует отметить, что широко применяемые в последние годы технологии возделывания зернобобовых культур и техническое обеспечение уборочных работ позволили существенно сократить содержание примесей и незерновых компонентов в исходном комбайновом ворохе. Учитывая последнее обстоятельство, можно предположить наличие возможности подготовки семян зернобобовых культур путем однократного пропуска через универсальную высокоэффективную воздушно-решетную машину с требуемой полнотой выделения фуражной фракции. В связи с вышеизложенным разработана универсальная двухаспирационных воздушно-решетных семяочистительных машин, работающих по принципу фракционной технологии очистки, производительность которых при подготовке семян будет увеличена в 1,5–1,8 раза, является одной из основных задач на этапах послеуборочной обработки и подготовки семян [2, 12, 15].

В современных универсальных двухаспирационных воздушно-решетных машинах разделение зернового вороха происходит в основном по геометрическим размерам (длине, ширине, толщине) и аэродинамическим свойствам (особенностям поведения зерновок в воздушном потоке) [3, 8, 9].

За счет различий в размерных характеристиках решетной очистки можно потенциально выделять от 50 до 80% фуражной фракции, в связи с чем эффективная работа решетной очистки является одной из основных составляющих, обеспечивающих высокое качество работы универсальных двухаспирационных воздушно-решетных семяочистительных машин [7, 10, 11, 13, 16].

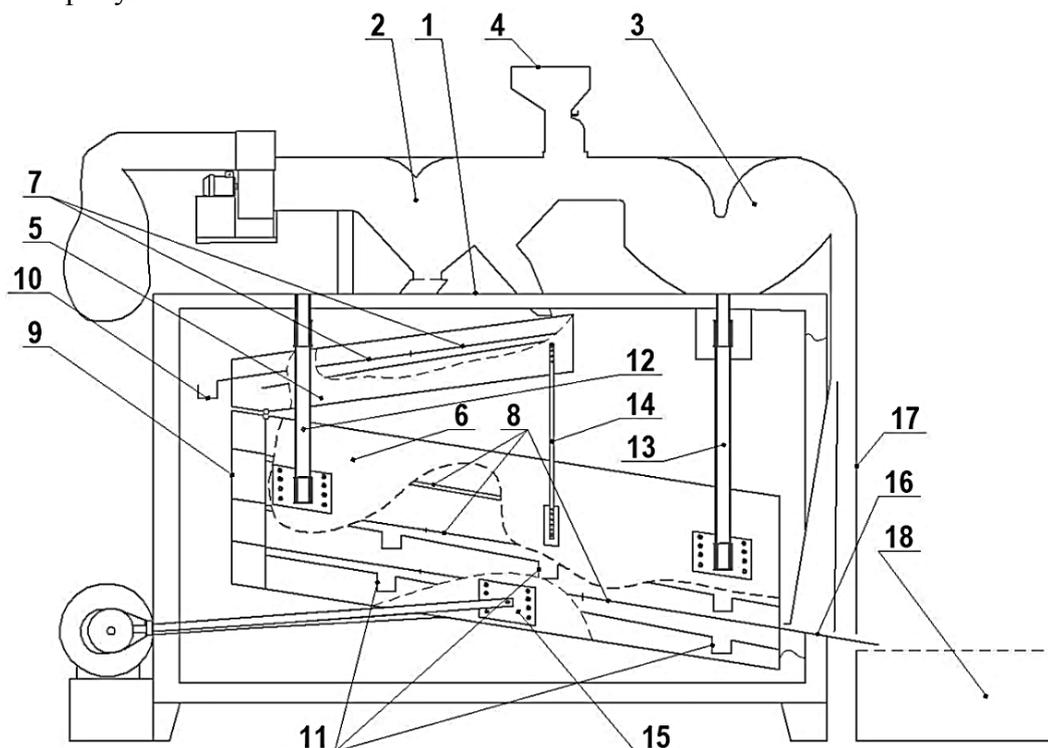
Целью проведенного исследования являлось повышение эффективности работы решетной очистки за счет обоснования рациональной схемы размещения сортировальных решет в стане.

### Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета.

В качестве зернового материала использовали неочищенный комбайновый ворох озимой пшеницы сорта Алая заря.

Исследование проводили на экспериментальной установке, схема которой приведена на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема экспериментальной установки:** 1 – рама; 2 – пневмосепарирующий канал дорешетной аспирации; 3 – двухаспирационная пневмосистема; 4 – загрузочное устройство; 5 – верхний решетный стан; 6 – нижний решетный стан; 7 – колосовые решета; 8 – сортировальные решета; 9 – делитель зернового вороха; 10 – лоток для вывода крупных примесей; 11 – лотки для вывода мелких примесей и фуражной фракции; 12 – передняя подвеска; 13 – задняя подвеска; 14 – подвеска, и меняющая угол наклона верхнего решетного стана; 15 – привод решетного стана; 16 – сетчатая поверхность; 17 – пневмосепарирующий канал послерешетной аспирации; 18 – сборник очищенного зерна

Экспериментальная установка состояла из рамы 1, на которой были расположены различные элементы, такие как двухаспирационная пневмосистема 3, включающая пневмосепарирующий канал дорешетной 2 и послерешетной 17 аспирации, загрузочное устройство 4, верхний 5 и нижний 6 решетный станы, которые подвешивались на подвесках 12 и 13, а привод осуществлялся при помощи механизма 15. В верхнем решетном стане в один ярус устанавливались последовательно два колосовых решета 7, в качестве которых использовались решетчатые полотна с круглыми пробивными отверстиями диаметром 8,0 мм. Нижний решетный стан в своем составе имел только сортировальные решета 8, которые размещались в зависимости от схемы опыта в один, два или три яруса.

Количество решетчатых полотен с продолговатыми отверстиями, которые использовались в качестве сортировальных решет, изменялось от одного до трех.

Рабочая длина каждого полотна составляла 0,94 м.

Для пропорционального разделения зернового вороха, очищенного от крупных примесей колосовыми решетами верхнего стана, между ярусами сортировальных решет использовали делитель 9.

Делитель зернового вороха 9 был выполнен в соответствии с техническим решением по патенту РФ № 2708970. Основу делителя составлял корпус с передней, задней и боковыми стенками. Вертикальные перегородки, размещенные через одинаковые расстояния между передней и задней стенками, образовывали открытые сверху и снизу разновеликие секции. Количество секций делителя кратно числу ярусов сортироваль-

ных решет нижнего стана. Передняя стенка каждой секции на двух или трех уровнях по высоте имела окна с перегородкой в нижней части в виде скатного лотка выпуклой формы, что обеспечивало их размещение внахлест на соответствующем ярусе решет нижнего стана. Интервал расположения окон по высоте соответствовал высоте установки сортировальных решет в стане.

Для вывода крупных примесей с колосовых решет, а также мелкой примеси и фуражной фракции с каждого сортировального решета установлены соответственно лотки 10 и 11, а для вывода очищенного зерна – сборник 18.

На экспериментальной установке предусматривалась возможность изменения угла наклона колосовых и сортировальных решет в горизонтальной плоскости.

Очистка решет осуществлялась шариковыми очистителями.

Длину сортировальных решет изменяли путем перекрытия пробивных отверстий на решетных полотнах глухой поверхностью, которая закреплялась на рамке соответствующего яруса, частоту колебаний стана – в пределах от 250 до 400 мин<sup>-1</sup> за счет применения частотного преобразователя марки СТА-А2.

Измерения проводили с помощью механического тахометра марки ТЧ10-Р.

Угол наклона сортировальных решет устанавливали путем ступенчатого изменения длины подвесок стана 13 со стороны схода вороха с сортировальных решет 8, а измерения проводили лазерным дальномером BOSCH GLM 100 С Professional.

Характеристики исходного вороха озимой пшеницы сорта Алая заря определяли с помощью рассева лабораторного РЛ-1 с наборами решет с продолговатыми отверстиями. Средняя толщина зерновок составила 2,51 мм при среднеквадратическом отклонении 0,76 мм и массе 1000 семян 36,2 г.

Результаты работы решетной очистки при размещении сортировальных решет в один, два и три яруса оценивали полнотой выделения фуражных фракций сортировальными решетками.

Полноту выделения фуражной фракции вороха с толщиной  $b < b_{cp}$  определяли по формуле

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\sum M_{cp}}{M_{on} \cdot P_{b < b_{cp}}^*} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $M_{cp}$  – масса фуражных фракций вороха, выделенных сортировальными решетками, кг;

$M_{on}$  – общая масса вороха, прошедшего через установку за время опыта, кг;

$P_{b < b_{cp}}^*$  – доля фуражных фракций вороха с толщиной  $b < b_{cp}$  в исходном ворохе;

$b$  – толщина зерновки, мм;

$b_{cp}$  – средняя толщина зерновки, мм.

Общую массу вороха, прошедшего через установку за время опыта, определяли как сумму очищенного зерна и всех выделенных фракций из выражения

$$M_{on} = M_{окд} + M_{окл} + M_{оо} + \sum M_{cp} + M_{np} + M_{кр} + M_{оф}, \quad (2)$$

где  $M_{окд}$  – масса вороха, выделенного в осадочную камеру канала дорешетной очистки за время опыта, кг;

$M_{окл}$  – масса вороха, выделенного в осадочную камеру канала послерешетной очистки за время опыта, кг;

$M_{оо}$  – масса легковесных примесей, выделенных в сборник за время опыта, кг;

$\sum M_{cp}$  – масса фуражных фракций вороха, выделенных всеми сортировальными решетками, кг;

$M_{np}$  – масса мелких фракций вороха, выделенных подсевными решетками, кг;

$M_{кр}$  – масса крупных фракций вороха, выделенных колосовыми решетками, кг;

$M_{оф}$  – масса основной фракции вороха, выделенного за время опыта, кг.

После разборки образца основной фракции полноту выделения фуражных фракций сортировальными решетками находили по формуле

$$\varepsilon_{cp} = \left(1 - \frac{P_{b < b_{cp}}^o}{P_{b < b_{cp}}^*}\right) \cdot 100, \% \quad (3)$$

где  $P_{b < b_{cp}}^o$  – доля фуражных фракций вороха в основной фракции после очистки.

Полноту выделения фуражных фракций вороха отдельным сортировальным решетом оценивали как

$$\varepsilon_{cp}^i = \frac{M_{cp}^i}{M_{on} \cdot P_{b < b_{cp}}^* \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cp}^{i-1}}{100}\right)} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где  $M_{cp}^i$  – масса фуражных фракций вороха, выделенных  $i$ -м сортировальным решетом, кг;

$\varepsilon_{cp}^{i-1}$  – полнота выделения фуражных фракций вороха впереди стоящим решетом (по направлению перемещения вороха в решетном стане), %.

### Результаты и их обсуждение

Проведенные ранее исследования на таких культурах, как пшеница, рожь, овес и ячмень [12, 16] позволили определить рациональные углы установки колосовых и сортировальных решет по отношению к горизонту.

Для колосовых решет угол наклона составил  $7^\circ$ , а для сортировальных решет –  $9^\circ$ . В связи с этим был сделан вывод о целесообразности размещения решет в разных станах.

Также была определена рациональная частота колебаний решетных станов, которая составила  $340 \text{ мин}^{-1}$  при амплитуде колебаний  $0,003 \text{ м}$  и установке в качестве сортировальных решет полотен с пробивными отверстиями прямоугольного сечения.

Результаты работы решетной очистки при размещении сортировальных решет в один, два и три яруса представлены на рисунке 2.

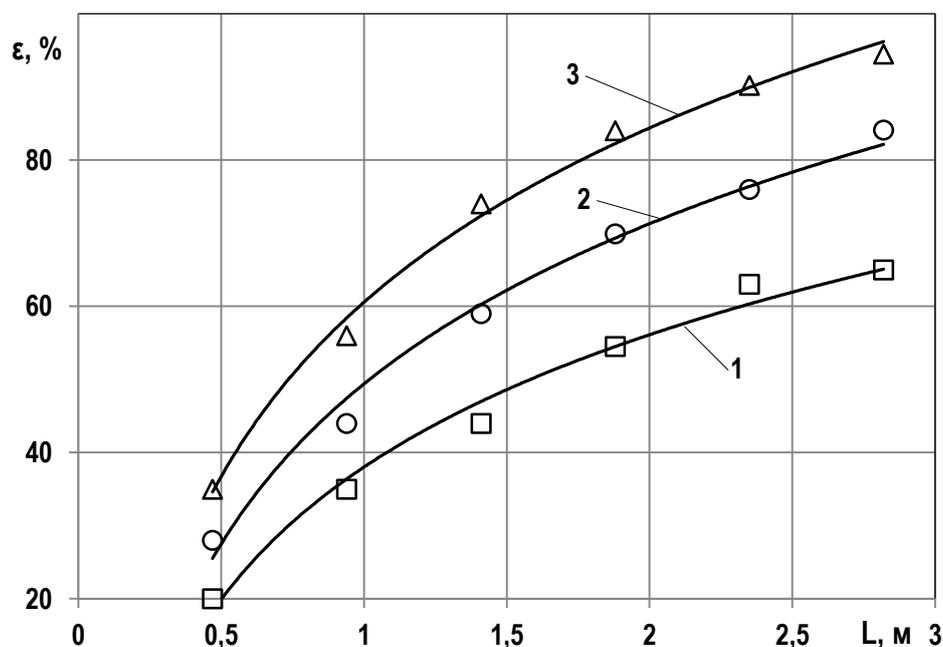


Рис. 2. Зависимость полноты разделения на фракции от длины сортировальных решет при их размещении в один (1), два (2) и три (3) яруса

Минимальная полнота выделения фуражной фракции отмечена при рабочей длине сортировальных решет 0,47 м во всех схемах их размещения:

- в одноярусной – свыше 20,0%;
- в двухъярусной – 28,0%;
- в трехъярусной – 35,0%.

В одноярусной схеме размещения сортировальных решет длиной 0,94 м в нижнем решетном стане полнота выделения фуражной фракции составляла 35,0%.

При добавлении в ярус второго полотна и суммарной длине сортировальных решет 1,88 м отмечено увеличение полноты выделения фуражной фракции до 54,5%; при установке третьего решетного полотна и суммарной длине сортировальных решет 2,82 м полнота выделения фуражных фракций повышалась до 65,0%, что достаточно для очистки зерна на товарные цели.

Таким образом, двухъярусная схема размещения сортировальных решет позволила повысить полноту выделения фуражной фракции до 83,0% при длине 2,82 м, что достаточно для очистки зерна на семенные цели. При длине решет более 1,50 м и их размещении в два яруса полнота выделения уже соответствует товарной очистке, как и при длине решет 2,82 м в одноярусной схеме размещения.

Полнота выделения фуражной фракции достигала 80,0% уже при длине сортировальных решет 1,88 м в каждом ярусе при использовании трехъярусной схемы расположения решет, а при добавлении в каждый ярус третьего сортировального полотна превысила 90,0%.

При использовании в трехъярусной схеме в каждом ярусе сортировальных решет длиной 1,0 м полнота выделения фуражных фракций составляла 60,0%, что является достаточным для очистки зерна на товарные цели. Удовлетворительные показатели по полноте выделения мелких примесей и фуражной фракции, необходимые для предварительной очистки, наблюдались в случае использования трехъярусной схемы расположения сортировальных решет при их минимальной длине 0,47 м.

Следует отметить, что такие результаты были достигнуты при следующих показателях решетного стана:

- удельная подача вороха озимой пшеницы –  $q = 0,4$  кг/(с·дм) или  $Q = 1,4$  т/(ч·дм);
- угол наклона сортировальных решет к горизонту –  $\alpha = 9,0^\circ$ ;
- амплитуда колебаний –  $A = 0,03$  м;
- частота колебаний –  $n = 340$  мин<sup>-1</sup>.

На рисунке 3 представлены графические зависимости изменения полноты выделения фуражных фракций от удельной подачи по всем трем схемам последовательного размещения трех решетных полотен общей рабочей длиной в каждом ярусе, равной 2,82 м.

Анализ приведенных на рисунке 3 зависимостей показал, что подготовка семян воздушно-решетной семяочистительной машиной возможна при удельной подаче более 0,45 кг/(с·дм) только в случае использования двух- и трехъярусных схем расположения сортировальных решет. Так, в двухъярусной схеме расположения сортировальных решет общей рабочей длиной в каждом ярусе 2,82 м полнота выделения фуражных фракций достигала максимального значения, равного 85,0%, а в трехъярусной схеме расположения сортировальных решет – почти 95,0%.

Одноярусная схема размещения сортировальных решет может быть рекомендована только для универсальных воздушно-решетных машин, которые используются для подготовки зерна на товарные цели. Допустимая удельная подача при такой схеме не должна превышать 0,5 кг/(с·дм). Что касается использования машин с двухъярусной схемой расположения сортировальных решет, то в данном случае удельная нагрузка возрастает до 0,80–0,85 кг/(с·дм), или в 1,66–1,70 раза.

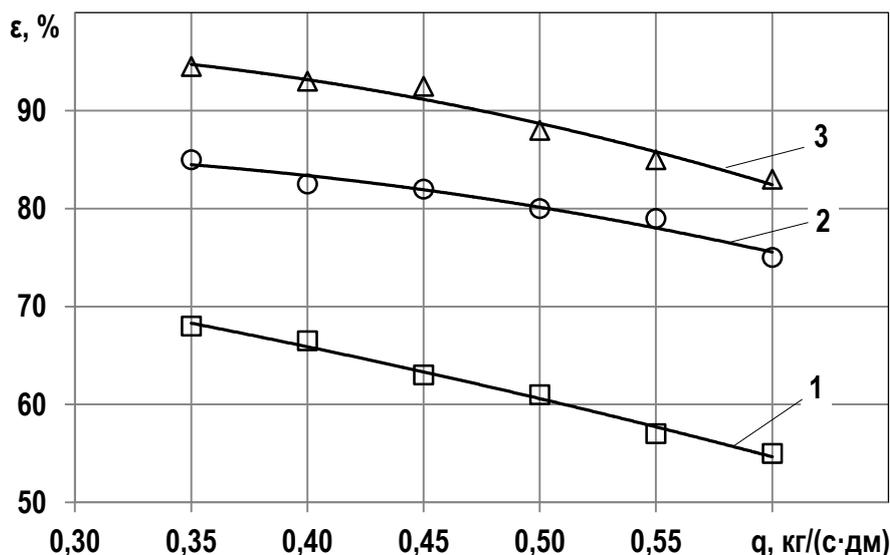


Рис. 3. Зависимости изменения полноты выделения фуражных фракций от удельной подачи при длине решет в каждом ярусе, равной 2,82 м, и размещении сортировальных решет в один (1), два (2) и три (3) яруса

Применение машин с трехъярусной схемой расположения сортировальных решет для очистки зерна на товарные цели позволит увеличить удельную нагрузку до 1,35–1,45 кг/(с·дм), или в 2,70–2,90 раза. При ширине решетного стана 1,5 м производительность машины может достигать 75–80 т/ч, что, в свою очередь, потребует увеличения площади колосовых решет за счет добавления еще одного яруса в верхний стан.

При подготовке семян пшеницы производительность универсальных воздушно-решетных машин с шириной воздушной и решетной очисток, равной 1,5 м, при использовании трехъярусной схемы размещения сортировальных решет и расположении в каждом ярусе в длину трех полотен может достигать 30–32,5 т/ч.

#### Выводы

Получение семенного материала с использованием универсальных воздушно-решетных машин при удельной подаче более 0,45 кг/(с·дм) возможно при оборудовании решетного стана двумя и тремя ярусами параллельно работающих сортировальных решет.

Двухъярусная схема размещения сортировальных решет позволяет получить полноту выделения фуражной фракции 83% при длине решет в каждом ярусе 2,82 м и удельной производительности не более 1,8 т/(ч·дм).

Трехъярусная схема расположения решет позволяет повысить полноту выделения фуражной фракции до 80% уже при длине сортировальных решет в каждом ярусе 1,88 м и удельной производительности не более 1,8 т/(ч·дм), а при добавлении в каждый ярус третьего сортировального решета – до 90% и выше.

При фракционном разделении зернового вороха пшеницы производительность универсальных воздушно-решетных машин, в которых ширина воздушной и решетной очисток равна 1,5 м, может достигать 30,0–32,5 т/ч при трехъярусной схеме размещения сортировальных решет и расположении в каждом ярусе в длину трех полотен.

#### Список источников

1. Бурков А.И., Андреев В.Л. Технология очистки семян зерновых культур с фракционированием на решетках и раздельной обработкой воздушным потоком // Научные труды ВИМ. 2002. Т. 141. С. 103–111.
2. Гиевский А.М., Гулевский В.А., Оробинский В.И. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин // Вестник федерального государственного образовательного учре-

- ждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2018. № 3(85). С. 12–16. DOI: 10.26897/1728-7936-2018-3-12-16.
3. Ермолев Ю.И., Московский М.Н., Шелков М.В. и др. Фракционные технологии и технические средства для качественной семенной очистки зерна // Агромаркет. 2006. № 5. С. 24–25.
4. Ермолев Ю.И., Шелков М.В., Бутовченко А.В. Новые технологии очистки семян на базе универсального зерноочистительного агрегата // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 9. С. 14–15.
5. Ермолев Ю.И., Шелков М.В., Бутовченко А.В. Современные технологии и технические средства для очистки семенного зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. № 3. С. 29–32.
6. Зюлин А.Н., Дринча В.М., Ямпиллов С.С. Фракционные технологии очистки семян зерновых // Земледелие. 1998. № 6. С. 39.
7. Косилов Н.И., Лапшин И.П. Обеспечение устойчивости движения решетных станков при модернизации зерноочистительных машин // Техника в сельском хозяйстве. 2003. № 6. С. 12–14.
8. Кочкин М.Ю. Совершенствование процесса сепарации зернового материала в зерноочистительном агрегате: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Ростов-на-Дону, 2010. 19 с.
9. Сaitov В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их основных рабочих органов и пневмосистем с фракционной сепарацией: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Чебоксары, 2014. 40 с.
10. Фоминых А.В., Чумаков В.Г., Шевцов И.В. и др. Методика расчета процесса просеивания проходных частиц в круглые отверстия решет // Аграрный вестник Урала. 2010. № 7(73). С. 80–81.
11. Фоминых А.В., Чумаков В.Г., Шевцов И.В. и др. Оптимизация процесса сепарирования на колосовых // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 9. С. 26–28.
12. Харитонов М.К., Гиевский А.М., Оробинский В.И. и др. Повышение эффективности работы решетной очистки зерноочистительных машин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т.13, № 1(64). С. 19–27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.19.
13. Badretdinov I., Mudarisov S., Tuktarov M., et al. Mathematical modeling of the grain material separation in the pneumatic system of the grain-cleaning machine // Journal of Applied Engineering Science. 2019. Vol. 17(4). P. 529–534. DOI: 10.5937/jaes17-22640.
14. Butovchenko A., Doroshenko A., Kol'cov A., Serdyuk V. Comparative analysis of the functioning of sieve modules for grain cleaning machines // E3S Web Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019). Russia, Krasnodar Krai, Gelendzhik District, Divnomorskoe Village, Raduga Resort. 2019. Vol. 135. No. 01081. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501081>.
15. Kharitonov M.K., Gievsky A.M., Orobinsky V.I., et al. Studying the design and operational parameters of the sieve module of the grain cleaning machine // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Stavropol: IOP Publishing Ltd, 2020. Vol. 488. No. 012021. DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012021.
16. Saitov V.E., Farafonov V.G., Saitov A.V. Experimental substantiation of the effective height of a grain falling by a stream of liquid in an ergot release device // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Kurgan, 2019. Vol. 341. No. 012123. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012123.

## References

1. Burkov A.I., Andreev V.L. Tekhnologiya ochistki semyan zernovykh kul'tur s fraktsionirovaniem na reshetakh i razdel'noj obrabotkoj vozdushnym potokom [Technology of grain crop seed purification with fractionation on sieves and separate air flow treatment]. *Nauchnye trudy VIM = VIM Scholarly works*. 2002;141:103-111. (In Russ.).
2. Gievskiy A.M., Gulevskiy V.A., Orobinskiy V.I. Puti povysheniya proizvoditel'nosti universal'nykh zernoochistitel'nykh mashin [Ways of increasing performance of universal grain cleaning machines]. *Vestnik federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Goryachkina" = Vestnik of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"*. 2018;3(85):12-16. DOI: 10.26897/1728-7936-2018-3-12-16. (In Russ.).
3. Ermoliev Yu.I., Moskovskiy M.N., Shelkov M.V., et al. Fraktsionnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya kachestvennoj seменной ochistki zerna [Fractional technologies and technical means for high-quality seed grain cleaning]. *Agromarket = Agromarket*. 2006;5:24-25. (In Russ.).
4. Ermoliev Yu.I., Shelkov M.V., Butovchenko A.V. Novye tekhnologii ochistki semyan na baze universal'nogo zernoochistitel'nogo agregata [New technologies of grain cleaning on the base of a versatile grain cleaning unit]. *Traktory i sel'skokhozyajstvennyye mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 2007;9:14-15. (In Russ.).
5. Ermoliev Yu.I., Shelkov M.V., Butovchenko A.V. Sovremennyye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya ochistki seменного зерна [Modern technologies and technical means for seed grain cleaning]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural Machinery and Technologies*. 2012;3:29-32. (In Russ.).
6. Zyulin A.N., Drincha V.M., Yampilov S.S. Fraktsionnye tekhnologii ochistki semyan zernovykh [Fractional technologies of grain seed cleaning]. *Zemledelie = Arable Farming*. 1998;6:39. (In Russ.).
7. Kosilov N.I., Lapshin I.P. Obespechenie ustojchivosti dvizheniya reshetnykh stanov pri modernizatsii zernoochistitel'nykh mashin [Ensuring the stability of the movement of sieve mills during grain cleaning machines modernization]. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve = Technology in Agriculture*. 2003;6:12-14. (In Russ.).
8. Kочкин М.Ю. Sovershenstvovanie protsessa separatsii zernovogo materiala v zernoochistitel'nom agregate [Improving the process of separation of grain material in a grain-cleaning unit]: avtoreferat dissertatsii ... kandidata tekhnicheskikh nauk = Author's Abstract of Candidate of Engineering Sciences: 05.20.01. Rostov-on-Don; 2010. 19 p. (In Russ.).

9. Saitov V.E. Povyshenie effektivnosti funkcionirovaniya zernoochistitel'nykh mashin putem sovershenstvovaniya ikh osnovnykh rabochikh organov i pnevmosistem s fraktsionnoj separatsiej [Improving efficiency of grain cleaning machines by upgrading their main working bodies and pneumatic systems of fractional separation]: avtoreferat dissertatsii ... doctora tekhnicheskikh nauk = Author's Abstract of Doctor of Engineering Sciences: 05.20.01. Cheboksary; 2014. 40 p. (In Russ.).

10. Fominykh A.V., Chumakov V.G., Shevtsov I.V., et al. Metodika rascheta protsessa proseivaniya prokhodovykh chastits v kruglye otverstiya reshet [The method of calculating the process of grain particles screening through round holes of sieves]. *Agrarnyj Vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2010;7(73):80-81. (In Russ.).

11. Fominykh A.V., Chumakov V.G., Shevtsov I.V., et al. Optimizatsiya protsessa separirovaniya na kolosovykh [Optimization of the separation process of spiked cereals] // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khhozyajstva = Mechanization and Electrification of Agriculture*. 2011;9:26-28. (In Russ.).

12. Kharitonov M.K., Gievsky A.M., Orobinsky V.I., et al. Povyshenie effektivnosti raboty reshetnoj ochistki zernoochistitel'nykh mashin [Improving the efficiency of screen-type separation in grain cleaning machines]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(1):19-27. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.19. (In Russ.).

13. Badretdinov I., Mudarisov S., Tuktarov M., et al. Mathematical modeling of the grain material separation in the pneumatic system of the grain-cleaning machine. *Journal of Applied Engineering Science*. 2019;17(4):529-534. DOI:10.5937/jaes17-22640.

14. Butovchenko A., Doroshenko A., Kol'cov A., Serdyuk V. Comparative analysis of the functioning of sieve modules for grain cleaning machines. *E3S Web Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019)*. Russia, Krasnodar Krai, Gelendzhik District, Divnomorskoe Village, Raduga Resort. 2019;135:01081. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501081>.

15. Kharitonov M.K., Gievsky A.M., Orobinsky V.I., et al. Studying the design and operational parameters of the sieve module of the grain cleaning machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Stavropol: IOP Publishing Ltd. 2020;488:012021. DOI: 10.1088/1755-1315/488/1/012021.

16. Saitov V.E., Farafonov V.G., Saitov A.V. Experimental substantiation of the effective height of a grain falling by a stream of liquid in an ergot release device. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Kurgan. 2019;341:012123. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012123.

#### Информация об авторах

А.М. Гиевский – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aleksej.gievskij@mail.ru](mailto:aleksej.gievskij@mail.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», [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

А.В. Чернышов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [lexa-c@yandex.ru](mailto:lexa-c@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9302-9934>.

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

М.К. Харитонов – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [hari0007jntckbua@icloud.com](mailto:hari0007jntckbua@icloud.com).

#### Information about the authors

A.M. Gievsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aleksej.gievskij@mail.ru](mailto:aleksej.gievskij@mail.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, [main@agroeng.vsau.ru](mailto:main@agroeng.vsau.ru).

A.V. Chernyshov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [lexa-c@yandex.ru](mailto:lexa-c@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9302-9934>.

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

M.K. Kharitonov, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [hari0007jntckbua@icloud.com](mailto:hari0007jntckbua@icloud.com).

Статья поступила в редакцию 11.11.2021; одобрена после рецензирования 24.12.2021; принята к публикации 20.01.2022.

The article was submitted 11.11.2021; approved after revision 24.12.2021; accepted for publication 20.01.2022.

© Гиевский А.М., Чернышов А.В., Харитонов М.К., 2022

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 62-69

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_57

**Улучшение условий работы оператора трактора  
с двигателем воздушного охлаждения**

**Юрий Федорович Устинов<sup>1</sup>, Владимир Алексеевич Жулай<sup>2</sup>, Андрей Викторович Ворохобин<sup>3✉</sup>**

<sup>1, 2</sup>Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

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

<sup>3</sup>dogruzka@rambler.ru✉

**Аннотация.** При разработке новых и модернизации серийных образцов с.-х. машин особую актуальность приобретает создание благоприятных условий для механизаторов, производительность труда которых в значительной степени зависит от условий окружающей среды и непосредственно от комфорта в рабочей зоне. До настоящего времени в кабинах тракторов и других с.-х. машин не полностью обеспечиваются параметры микроклимата в соответствии с существующими ГОСТами. Создание благоприятного температурного режима в кабинах тракторов в условиях зимней эксплуатации имеет немаловажное значение, так как направлено на снижение числа простудных заболеваний водителя и повышение его работоспособности. Анализ опубликованных научных работ показал, что наиболее распространены отопительные устройства, использующие тепловыделение двигателя, одним из недостатков которых является опасность отравления оператора отработавшими газами в случае нарушения из-за коррозии или прогара герметичности поверхности, разделяющей поток отработавших газов с воздушным потоком в кабине. Для устранения этого недостатка сотрудниками ВГТУ и ВГАУ разработаны и испытаны макеты отопительных устройств, использующих тепло отработавших газов двигателя непосредственно для подогрева воздуха, поступающего в кабину, или использующие тепло отработавших газов для подогрева промежуточного теплоносителя (воды, антифриза, масла гидросистемы) с последующей подачей в радиатор отопителя. По данным лабораторных стендовых испытаний теплопроизводительность предложенного отопителя находится в интервале от 1404 до 2296 Вт. Проведенные полевые испытания трактора с опытным двигателем воздушного охлаждения показали, что при температуре наружного воздуха от –16 до –18 °С температура воздуха в кабине составляла +15–20 °С, а теплопроизводительность – 1218–1334 Вт. Создаваемые таким образом условия в кабине оператора соответствуют единым требованиям, предъявляемым к конструкциям тракторов.

**Ключевые слова:** трактор, двигатель с воздушным охлаждением, обогрев кабины, теплообменник, отопитель, условия труда

**Для цитирования:** Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Ворохобин А.В. Улучшение условий работы оператора трактора с двигателем воздушного охлаждения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 57–62. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_57-62](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_57-62).

TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS  
IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Improvement of working conditions of the operator  
of the tractor with an air-cooled engine**

**Yuriy F. Ustinov<sup>1</sup>, Vladimir A. Zhulai<sup>2</sup>, Andrey V. Vorokhobin<sup>3✉</sup>**

<sup>1, 2</sup>Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

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

<sup>3</sup>dogruzka@rambler.ru✉

**Abstract.** During the development of new and modernization of serial samples of agricultural machines, the creation of favorable conditions for machine operators, whose labor productivity largely depends on environmental conditions and directly on comfort in the working area, is of particular relevance. Up until now, the microclimate parameters are not fully provided in the cabins of tractors and other agricultural machines in accordance with existing federal standards. The creation of a favorable temperature regime in tractor cabs in winter operation is of no small importance, as it is aimed at reducing the number of colds of the driver and increasing his performance capability. An analysis of published scientific papers has shown that the most common heating devices are those using engine heat release, one of the disadvantages of which is the danger of poisoning the operator with exhaust gases in the case of a violation of the tightness of the surface separating the exhaust gas flow with the air flow in the cabin due to corrosion or burnout. To eliminate this disadvantage, scientific researchers of Voronezh State Technical University and Voronezh State Agrarian University have developed and tested models of heating devices that use the heat of

the engine exhaust gases directly to heat the air entering the cabin, or use the heat of the exhaust gases to heat the intermediate coolant (water, antifreeze, hydraulic oil) with subsequent supply to the radiator of the heater. According to laboratory engine bench tests, the heating capacity of the proposed heater is in the range from 1 404 to 2 296 W. Conducted field tests of a tractor with an experimental air-cooled engine showed that at an outdoor temperature of  $-16 \dots -18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , the cabin air temperature was  $+15 \dots 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , and the heating capacity was 1 218-1 334 W. The conditions created in the operator's cabin meet the uniform requirements for tractor designs.

**Keywords:** tractor, heater, air-cooled engine, cabin heating, heat exchange unit, cab heater, working conditions

**For citation:** Ustinov Yu.F., Zhulai V.A., Vorokhobin A.V. Improvement of working conditions of the operator of the tractor with an air-cooled engine. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):57-62. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_57-62](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_57-62).

**Р**ост технической энерговооруженности сельскохозяйственного производства, внедрение прогрессивных технологий, появление большого количества современной сложной техники требуют более надежной защиты работающих операторов от воздействия вредных производственных факторов. Особую важность при разработке новых и модернизации серийных образцов сельскохозяйственных машин приобретает создание благоприятных условий труда механизаторов, производительность труда которых в значительной степени зависит от условий окружающей среды и непосредственно от комфорта рабочей зоны. Неблагоприятные условия труда операторов сельскохозяйственных машин (шум, вибрация, запыленность воздуха, повышенные/ пониженные температуры воздуха в кабине и др.), являются главной причиной снижения производительности труда, быстрой утомляемости, профессиональных заболеваний и текучести кадров механизаторов.

Условия труда операторов мобильных сельскохозяйственных агрегатов пока относятся к числу неблагоприятных. До настоящего времени в кабинах тракторов и других сельскохозяйственных машин не полностью обеспечиваются параметры микроклимата в соответствии с существующими ГОСТами и нормативными документами [1, 2].

В летнее время температура в кабинах превышает температуру наружного воздуха из-за солнечной радиации, притока тепла от двигателя и других факторов, а в зимнее – наоборот, находится ниже показателей комфорта, что приводит к повышенной утомляемости, ухудшению внимания и, как следствие, является фактором снижения производительности труда и увеличения вероятности ошибочных действий при выполнении технологических операций.

Создание благоприятного температурного режима в кабинах тракторов в условиях зимней эксплуатации имеет немаловажное значение, так как направлено на снижение вероятности простудных заболеваний (в результате переохлаждения организма водителя) и повышение его работоспособности.

В настоящее время известно большое количество разнообразных отопительных устройств, рекомендуемых для отопления кабин мобильных средств. Так, в работе [4] приводится обзор 470 описаний изобретений к авторским свидетельствам СССР и патентам США, ФРГ, Англии и Франции.

Все многообразие описанных в работе [9] отопительных устройств по принципу получения тепла может быть разделено на три группы:

- к первой группе, наиболее распространенной, относятся отопительные устройства с использованием тепловыделения двигателя;
- ко второй – устройства, преобразующие механическую энергию двигателя машины в тепловую;
- к третьей – автономные устройства, энергетические установки которых обособлены от двигателя машины.

По результатам анализа функционирования отопительных устройств различных групп можно сделать вывод, что наиболее экономичной, не требующей дополнительного расхода топлива при работе двигателя машины, является группа отопительных устройств, использующих тепловыделение двигателя. Отопительные устройства второй и третьей групп требуют дополнительного расхода дизельного топлива. Расход дизель-

ного топлива в установках, преобразующих механическую энергию двигателя в тепловую (дросселирование масла, электрокалориферы и др.), для получения теплового потока в 1 кВт при существующих удельных расходах топлива дизеля 175–185 г/л.с.·ч составляет 230–245 г/ч, в автономных бензиновых отопителях для получения того же теплового потока расход бензина составляет 175–190 г/ч [4, 7, 8].

На тракторах и самоходных машинах, оснащенных двигателями водяного охлаждения, принцип использования для отопления кабин тепловыделений собственного двигателя прочно вошел в практику. Наличие гидравлической связи между рубашкой охлаждения двигателя и радиатором отопителя позволяет успешно решать эту задачу. Однако создание отопительных устройств, использующих тепловыделения воздушного охлаждения для отопления кабин, сопряжено с определенными трудностями.

В течение ряда лет проводились работы по изысканию возможности использования теплоизбытков двигателей воздушного охлаждения для обогрева кабины оператора транспортного средства.

Были изготовлены и испытаны следующие виды отопительных устройств:

а) использующих тепло отработавших газов двигателя непосредственно для подогрева воздуха, поступающего в кабину;

б) использующих тепло отработавших газов для подогрева промежуточного теплоносителя (воды, антифриза, масла гидросистемы) с последующей подачей в радиатор отопителя.

Преимущество отопительных устройств, использующих тепло отработавших газов непосредственно для подогрева воздуха, поступающего в кабину, перед устройствами, использующими тепло отработавших газов для подогрева промежуточного теплоносителя с последующей подачей его в радиатор отопителя, очевидно. Даже без анализа теплотехнических показателей этих отопительных устройств видны преимущества конструкций, напрямую использующих тепло отработавших газов двигателя, а именно: отсутствие насоса, емкости для теплоносителя, радиатора. Следовательно, отопительные устройства, выполненные по данной схеме, должны быть более надежными в эксплуатации и более компактными.

Основным недостатком отопительных устройств, работающих по схеме, в которой тепло отработавших газов используется непосредственно для подогрева воздуха кабины, является опасность отравления отработавшими газами в случае нарушения герметичности поверхности, разделяющей поток отработавших газов от потока воздуха, поступающего в рабочую зону. Нарушение герметичности возможно в результате коррозии или прогара разделяющей поверхности [11, 12]. Этот недостаток устраняется в опытной установке, представленной на рисунке.

Внутри переоборудованного выхлопного коллектора 1 вводится специальное теплообменное устройство (тепловая камера). Эта камера состоит из двух коаксиально расположенных труб 3 и 4 с радиальным зазором 1,5–3,0 мм, заглушенных с одного торца. С другого торца внешняя труба 3 по окружности приваривается к внутренней трубе 4. При выполнении сварочных работ важно обеспечить герметичность сварных соединений. Объем между трубками 3 и 4 через штуцер 10 на 1/4 заполняется легколетучей малотоксичной жидкостью (ацетон, этиловый спирт, перфтордибутиловый эфир и др.) и вакуумируется. К наружной поверхности трубы 3 приваривается фланец 8.

Переоборудование серийного коллектора в опытном образце заключается в следующем:

- со стороны, противоположной газоподводящим каналам, вырезается часть коллектора и вместо удаленной части приваривается труба 2 с внутренним диаметром 110–115 мм и фланцем 7;

- теплообменное устройство вставляется во внутреннюю полость коллектора и крепится посредством соединения фланцев 7 и 8. Во избежание потерь мощности дви-

гателя проходное сечение для отработавших газов в переоборудованном коллекторе должно быть не менее сечения стандартного коллектора;

- подвод воздуха внутрь теплообменного устройства осуществляется посредством воздухоподводящей трубы 5. Коаксиальность трубы 5 по отношению к внутренней трубе 4 обеспечивается воздухоотводящим патрубком 6 и специальными гофрированными пластинами 9, увеличивающими поверхность теплообмена.

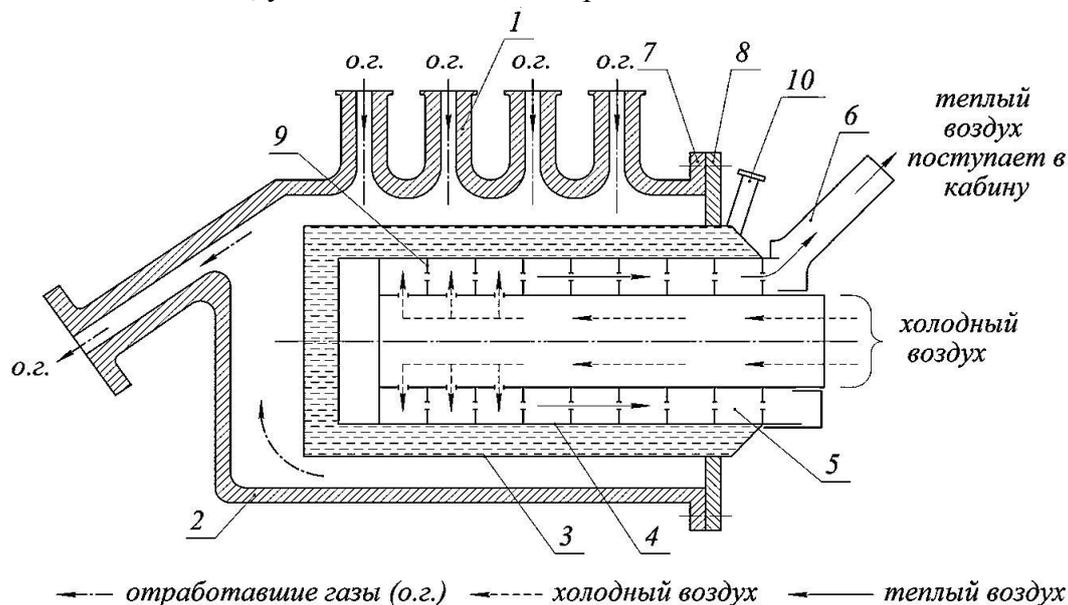


Рис. 1. Опытная установка отопительного устройства

Предложенное отопительное устройство работает следующим образом.

Отработавшие газы двигателя, проходя через коллектор, омывают наружную трубу 3 тепловой камеры. По мере нагревания стенок трубы начинается кипение легколетучей жидкости в кольцевом пространстве между трубами 3 и 4. Поскольку внутренней трубой 4 омывается холодный воздух, нагнетаемый из кабины вентилятором по трубе 5, то температура стенок трубы 4 будет ниже температуры паров легколетучей жидкости. В результате разности температур пары жидкости конденсируются на поверхности трубы 4, отдавая тепло стенкам. От стенок трубы 4 тепло отбирается потоком воздуха, проходящим в кольцевом зазоре между трубами 4 и 5. Через воздухоотводящий патрубок 6 нагретый воздух поступает в кабину трактора. Процесс передачи тепла в данном теплообменнике аналогичен тому, что происходит в тепловых гравитационных трубах.

В случае разгерметизации по каким-либо причинам объема, ограниченного трубами 3 и 4, происходит выброс жидкости в полость коллектора или в пространство между трубами 4 и 5. При выбросе легколетучей жидкости из тепловой камеры нарушается механизм переноса тепла от стенок трубы 3 к стенкам корпуса трубы 4. Пространство между стенками трубы вследствие неплотности заполняется неподвижной газовой средой, имеющей низкий коэффициент теплопроводности, в результате чего стенки трубы 4 охлаждаются, и в кабину начинает поступать холодный воздух.

Условия значительно ухудшаются при разгерметизации трубы 4, так как в этом случае пары легколетучей жидкости, попадая в поток холодного воздуха, конденсируются и выносятся в кабину в виде капель. Насыщение объема кабины парами жидкости не представляет опасности для здоровья тракториста, поскольку для заправки тепловой вставки применяются малотоксичные вещества (предельно допустимая концентрация ацетона при работе в течение смены –  $200 \text{ мг/м}^3$ , этилового спирта –  $1000 \text{ мг/м}^3$ , перфтордибутилового эфира –  $1000 \text{ мг/м}^3$ ). Кроме того, эти жидкости обладают резким за-

пахом. Появление запаха и поступление холодного воздуха в кабину свидетельствуют о нарушении нормальной работы отопителя [3, 5, 6].

В таблице приведены результаты испытаний отопительного устройства, которое было смонтировано на опытном двигателе с воздушным охлаждением, установленном на тормозном стенде.

**Результаты стендовых испытаний двигателя с воздушным охлаждением, снабженного разработанным отопительным устройством**

Номера опытов	Режим загрузки двигателя, кВт (л.с.)	Загрузка двигателя, %	Температура воздуха на входе в отопитель, °С	Температура воздуха на выходе из отопителя, °С	Количество воздуха, поступающего из отопителя, м <sup>3</sup> /ч	Теплопроизводительность отопителя, Вт
1	Холостой ход	0	+10	53	85	1120
2	6,1 (8,3)	16,6	+10	67	85	1404
3	12,1 (16,5)	33,0	+10	81	83	1624
4	18,4 (25,0)	50,0	+10	97	83	1910
5	24,5 (33,3)	66,5	+10	121	83	2296

Теплопроводность отопителя определялась в лабораторных условиях по методике НАТИ [7] и составляла:

- при режиме холостого хода – 1120 Вт;
- при нагрузке от 16,6 до 66,5% – 1404–2296 Вт.

Проведены также испытания отопительного устройства на тракторах в дорожно-полевых условиях без крюковой нагрузки [10]. Стены кабины были металлическими, однослойными, без теплоизоляционного материала. Площадь неплотностей составляла 280 см<sup>2</sup>. Теплопроизводительность находилась в пределах 1218–1334 кВт. При температуре наружного воздуха от –16 до –18 °С, скорости движения трактора 15 км/ч и скорости ветра 4–5 м/с температура воздуха в кабине составляла +15–20 °С, что обеспечивает комфортные условия труда оператора и соответствует современным требованиям [1, 2].

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить возможности создания безопасного и эффективного отопительного устройства, использующего тепло отработавших газов двигателя для непосредственного подогрева воздуха, поступающего в кабину трактора.

**Список источников**

1. ГОСТ 12.2.120-2005. Система стандартов безопасности труда. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности. Москва: Стандартинформ, 2010. 11 с.
2. ГОСТ 12.2.120-2015. Система стандартов безопасности труда. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных машин. Москва: Стандартинформ, 2018. 13 с.
3. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 667 с.
4. Михайлов В.А., Валасик Е.В. Системы отопления кабин самоходных машин: обзор. Москва: [Б. и.], 1973. 45 с.
5. Михайлов В.Н. [сост.] и др. Охрана труда в сельском хозяйстве: справочник. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1988. 542 с.
6. Михайлов Л.А., Соломин В.П., Михайлов А.Л. и др. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Питер, 2006. 302 с.
7. Михайлов М.В., Гусева С.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин. Москва: Машиностроение, 1977. 230 с.

8. Поливаев О.И., Ворохобин А.В. Теория тракторов и автомобилей: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 232 с.
9. Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 282 с.
10. Поливаев О.И., Костиков О.М. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 280 с.
11. Синяков В.Г. Оценка условий труда операторов на тракторах // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1991. № 10. С. 23–25.
12. Халфин М.А., Халфин С.М. Условия труда на сельскохозяйственных тракторах // Техника и оборудование для села. 1990. № 10. С. 3–5.

#### References

1. GOST 12.2.120-2005 Kabiny i rabochie mesta operatorov traktorov i samohodnykh sel'skokhozyajstvennykh mashin. Obshchie trebovaniya bezopasnosti [Occupational safety standards system. Cabs and operator's workplaces of tractors and powered agricultural machines. General safety requirements]. Moscow: Standartinform Press; 2010. 11 p. (In Russ.).
2. GOST 12.2.120-2015. Kabiny i rabochie mesta operatorov traktorov i samohodnykh sel'skokhozyajstvennykh mashin. Obshchie trebovaniya bezopasnosti [Occupational safety standards system. Cabs and operator's workplaces of tractors and powered agricultural machines. General safety requirements]. Moscow: Standartinform Press; 2018. 13 p. (In Russ.).
3. Zan'ko N.G., Malayan K.R., Rusak O.N. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: uchebnik dlya vuzov [Life safety: textbook for higher education]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2012. 667 p. (In Russ.).
4. Mikhailov V.A., Valasik E.V. Sistemy otopeniya kabin samohodnykh mashin: obzor [Heating systems of cabins of self-propelled machines: an overview]. Moscow: [No place]; 1973. 45 p. (In Russ.).
5. Mikhailov V.N. [contributing editor], et al. Okhrana truda v sel'skom khozyajstve: spravochnik. 4-e izd., pererab. i dop. [Labor protection in agriculture: handbook. 4th ed., revised and enlarged]. Moscow: Agropromizdat Press; 1988. 542 p. (In Russ.).
6. Mikhailov L.A., Solomin V.P., Mikhailov A.L., et al. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: uchebnik dlya vuzov [Life safety: textbook for higher education]. Saint Petersburg: Peter Press; 2006. 302 p. (In Russ.).
7. Mikhailov M.V., Guseva S.V. Mikroklimat v kabinakh mobil'nykh mashin [Microclimate in the cabins of mobile machines]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1977. 230 p. (In Russ.).
8. Polivaev O.I., Vorokhobin A.V. Teoriya traktorov i avtomobilej: uchebnik [Theory of tractors and automobiles: textbook]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2021. 232 p. (In Russ.).
9. Polivaev O.I., Kostikov O.M., Vorokhobin A.V., Vedrinsky O.S. Konstruktsiya traktorov i avtomobilej: uchebnoe posobie [Construction of tractors and cars: study guide]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2020. 282 p. (In Russ.).
10. Polivaev O.I., Kostikov O.M. Ispytanie sel'skokhozyajstvennoj tekhniki i energo-silovykh ustanovok. Uchebnoe posobie [Testing of agricultural machinery and energy power plants. Study guide]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2017. 280 p. (In Russ.).
11. Sinyakov V.G. Otsenka uslovij truda operatorov na traktorakh [Assessment of the working conditions of operators of tractors]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 1991;10:23-25. (In Russ.).
12. Khalfin M.A., Khalfin S.M. Usloviya truda na sel'skokhozyajstvennykh traktorakh [Working conditions of agricultural tractors]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 1990;10:3-5. (In Russ.).

#### Информация об авторах

Ю.Ф. Устинов – доктор технических наук, профессор кафедры строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», [ustinov@vgasu.vrn.ru](mailto:ustinov@vgasu.vrn.ru).

В.А. Жулай – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», [zhulai@vgasu.vrn.ru](mailto:zhulai@vgasu.vrn.ru).

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

#### Information about the authors

Yu.F. Ustinov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Construction Equipment and Engineering Mechanics named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, [ustinov@vgasu.vrn.ru](mailto:ustinov@vgasu.vrn.ru).

V.A. Zhulai, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Construction Equipment and Engineering Mechanics named after Professor N.A. Ulyanov, Voronezh State Technical University, [zhulai@vgasu.vrn.ru](mailto:zhulai@vgasu.vrn.ru)

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

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 21.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 16.02.2022; approved after revision 21.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Устинов Ю.Ф., Жулай В.А., Ворохобин А.В., 2022

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 629.11.013.42:62-9

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_63

**Анализ действительной криволинейной  
траектории движения колесной машины**

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

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

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

<sup>1</sup>aifkm\_belyaev@mail.ru✉

**Аннотация.** Для исследования криволинейного движения колесной машины по деформируемому основанию, в том числе для описания траекторий, очерчиваемых ее характерными точками, применяют, несмотря на множественные допущения и упрощения, очень сложный математический аппарат, дающий приближенные, а иногда и не совсем объективные результаты. Поэтому с целью повышения точности и упрощения расчетов, более полного учета характеристик случайного процесса предлагается параметры траектории определять экспериментально с использованием соответствующей поверенной регистрирующей аппаратуры, отработанной методики расчета выходных характеристик в условиях, обеспечивающих стационарность входных и выходных случайных процессов, а также применить объективный способ обработки информации в виде непрерывной кривой или дискретных значений. Получены выходные параметры случайного процесса поворота колесного трактора на деформируемой почве, представленные углом поворота внутреннего по отношению к центру поворота колеса, курсовым углом остова трактора, и путем, пройденным серединой заднего моста, фиксированными в дискретные моменты времени в виде случайных последовательностей чисел, составляющих непрерывные множества. Аппроксимация экспериментальных данных результатов измерений траектории кривой поворота с использованием программных пакетов системы компьютерной алгебры Maple позволила получить таблично заданную функцию зависимостей координат траекторий движения в декартовой системе. Нелинейная аппроксимация данных таблично заданной функции кривой дала явный вид функции, описываемой аналитической формулой, позволяющей оценить кинематические и динамические характеристики поворота колесной машины в зависимости от конструктивных и эксплуатационных параметров, а также исследовать ее движение по заданной траектории.

**Ключевые слова:** колесная машина, криволинейная траектория, поворот, экспериментальные исследования, аппроксимация

**Для цитирования:** Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Высоцкая И.А. Анализ действительной криволинейной траектории движения колесной машины // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 63–70. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_63](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_63)–70.

TECHNOLOGIES AND MECHANICAL MEANS  
IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Analysis of the actual curvilinear motion  
trajectory of a wheeled vehicle**

**Aleksandr N. Belyaev<sup>1✉</sup>, Vladimir P. Shatsky<sup>2</sup>, Tatiana V. Trishina<sup>3</sup>, Irina A. Vysotskaya<sup>4</sup>**

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

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

<sup>1</sup>aifkm\_belyaev@mail.ru✉

**Abstract.** To study the curvilinear motion of a wheeled vehicle on a deformable base, as well as to describe the trajectories outlined by its characteristic points, a very complex mathematical apparatus is used, despite multiple assumptions and simplifications, which gives approximate, and sometimes not entirely objective, results. Therefore, in order to improve the accuracy and simplify the calculations, to take more fully into account the

characteristics of the random process, it is proposed to obtain the trajectory parameters experimentally using the appropriate verified recording equipment, implementing the developed methodology for determining the output characteristics under conditions ensuring the stationarity of the input and output random processes, and using an objective method of processing information in the form of a continuous curve or discrete values. The output parameters of the random process of a wheeled tractor turning on deformable soil are obtained experimentally, represented by the angle of rotation of the inner wheel with respect to the center of rotation, the heading angle of the tractor frame, the path traversed by the middle of the rear axle, fixed at discrete moments in the form of random sequences of numbers that make up continuous sets. The approximation of experimental data of the results of measurements of the trajectory of the curve of turning using software packages of the Maple computer algebra system allowed us to obtain a tabular function of the dependencies of the coordinates of the motion trajectories in the Cartesian reference system. The nonlinear approximation of the data of a tabular curve function gave an explicit form of the function described by an analytical formula providing evaluation of the kinematic and dynamic characteristics of a wheeled vehicle turning depending on the design and operational parameters, as well as to study its motion along the given trajectory.

**Keywords:** wheeled vehicle, curvilinear trajectory, turning, experimental studies, approximation

**For citation:** Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Vysotskaya I.A. Analysis of the actual curvilinear motion trajectory of a wheeled vehicle. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):63-70. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_63-70](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_63-70).

**Д**ля анализа и проектирования сложных технических систем, наряду с теоретическими математическими моделями, достаточно широко применяются экспериментальные факторные математические модели [6, 14].

Экспериментальная факторная модель строится на основе результатов, полученных при проведении на реальном техническом объекте или на его копии-модели физических экспериментов, реализация которых, однако, является дорогостоящим и трудоемким процессом, требующим огромных временных и материальных затрат, и их выполнение обосновано лишь тогда, когда, ввиду сложности изучаемых систем и не типичных условий функционирования, получить необходимую точность их математического описания только теоретическими методами не представляется возможным [3, 7, 12, 13].

Так, например, не обеспечивается требуемая точность математического описания теоретическими методами криволинейного движения колесного трактора на деформируемом опорном основании [3]. Поэтому при функциональном проектировании сложных технических систем, каковыми и являются колесные машины, экспериментальные факторные математические модели нашли достаточно широкое применение наряду с теоретическими математическими моделями [6, 14, 17, 18].

Изучение криволинейного движения колесной машины по деформированному основанию не может быть полностью основано на теоретических аспектах, так как в основу аналитических исследований положено условие, что она совершает кинематически правильный поворот, при котором все колеса катятся без скольжения, а их мгновенные центры поворотов совпадают [7, 12, 13]. Однако даже при движении на малых скоростях все это не соответствует действительности, и уже имеются большие расхождения между расчетными и фактическими траекториями [3], а с увеличением скорости движения все большее влияние на кинематику поворота оказывают динамические факторы, и действительная траектория движения машины все больше отличается от теоретической, радиусы кривизны ее растут. Так, например, на поле, подготовленном под посев, были проведены эксперименты с колесным трактором класса 2 со всеми ведущими, одинакового размера, колесами при совершении кругового беспетлевого поворота передними управляемыми колесами [8, 11, 15].

Теоретический минимальный радиус поворота при движении на участке установившегося движения (с постоянной скоростью и постоянным углом поворота направляющих колес), согласно техническим характеристикам [8], должен быть  $R_{min} = 5,061$  м. Действительные же радиусы кривизны установившегося поворота одиночного трактора были следующими:

- при скорости движения  $V = 1,0$  м/с –  $R_D = 5,26$  м (на 3,8% выше теоретического);

- при скорости движения  $V = 1,67$  м/с –  $R_D = 5,48$  м (на 7,6% выше теоретического) [3].

С повышением скорости движения действительный радиус увеличился на 0,22 м (на 4,0%). Для того же трактора в составе навесного комбинированного агрегата получено, что при скорости движения  $V = 0,68$  м/с –  $R_D = 5,29$  м (на 4,33% выше теоретического); при скорости движения  $V = 1,37$  м/с –  $R_D = 5,83$  м (на 13,2% выше теоретического). С повышением скорости движения действительный радиус увеличился на 0,54 м, или на 9,26%.

Как видно из приведенных примеров, расчетные траектории поворота отклоняются от действительных, особенно на более высоких скоростях движения и при наличии на навесных системах орудий, весьма существенно.

Основным фактором, влияющим на изменение радиуса кривизны траектории, является центробежная сила инерции, действующая на остов машины в боковом направлении и вызывающая в условиях мягких грунтов сминание и сдвиг почвы направляющими колесами (экскавационно-бульдозерный эффект). Таким образом, изучение кинематики поворота колесных машин на деформированном основании не может быть полностью основано на теоретических положениях, так как процессы, происходящие в контакте колеса машины с почвой, описать математически практически невозможно без существенных допущений и без определения расчетным и опытным путем множества эмпирических коэффициентов.

Обоснование методики и подход к проведению так называемого пассивного эксперимента при криволинейном движении колесного трактора в реальных условиях эксплуатации с варьированием различных факторов, изменением фазовых координат и выходных параметров под влиянием внешних возмущающих воздействий, носящих случайный характер, лежащего в основе метода статистических испытаний, результаты которого используются в настоящих исследованиях, достаточно подробно изложены в работе [3].

Для получения математических моделей многих реальных технических объектов обычно пассивный физический эксперимент проводится в нормальных условиях функционирования, которые характерны тем, что в большинстве случаев варьировать независимыми случайными фазовыми координатами и выходными факторами оказывается невозможно, их изменение обусловлено влиянием внешних возмущающих воздействий, носящих случайный характер, значениями параметров и ходом протекания процесса управлять нельзя [11].

На рисунке 1 представлены фрагменты осциллограмм [3] по итогам реализации пассивного эксперимента при круговом беспетлевом повороте колесного трактора на деформируемой почве, в ходе которого и фазовые координаты, и выходные параметры представляли собой случайные процессы, обусловленные воздействием микропрофиля опорной поверхности на колеса.

Экспериментально определяли значения следующих выходных параметров траектории поворота передними управляемыми колесами трактора класса 2 со всеми ведущими одинакового размера колесами [8, 13, 15]:

- $\alpha$  – угол поворота внутреннего по отношению к центру поворота колеса;
- $\beta$  – курсовой угол остова трактора;
- $l_c$  – путь, пройденный серединой заднего моста.

Эти значения фиксированы в дискретные моменты времени  $t$  в виде случайных последовательностей чисел, составляющих непрерывные множества при:

- поступательной скорости движения  $V = 1,67$  м/с;
- угловой скорости поворота управляемых колес  $\omega_1 = 0,28$  1/с;
- колее  $B = 1,8$  м;
- продольной базе  $L = 2,6$  м [8] (табл. 1).

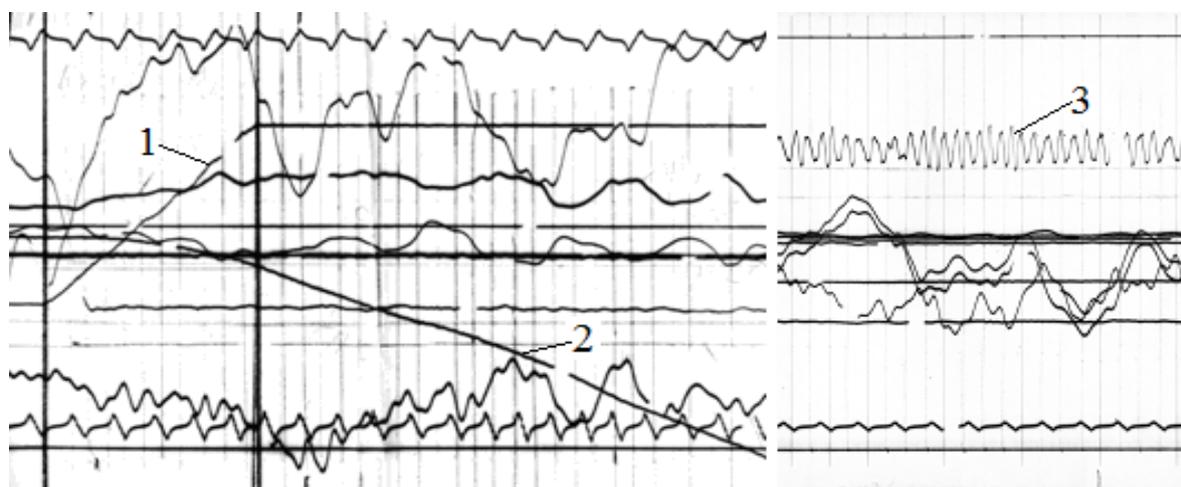


Рис. 1. Фрагмент осциллограмм записей параметров траектории поворота передними управляемыми колесами трактора класса 2: 1 – угол поворота переднего колеса; 2 – курсовой угол движения остова трактора; 3 – отметки чисел оборотов путеизмерительного колеса

Таблица 1. Экспериментальные параметры траектории поворота передними управляемыми колесами трактора класса 2

$\alpha$ , град.	0	5	10	15	20	25	32	32	32
$\beta$ , град.	0	0	0	2	4	6,5	9	11,5	18,5
$l_c$ , м	0	0,602	1,2	1,731	2,113	2,552	2,791	3,230	3,939
$\alpha$ , град.	32	32	32	32	32	32	32	32	32
$\beta$ , град.	25,5	33	42	49	60	69	78	85	90
$l_c$ , м	4,658	5,579	6,346	7,041	7,879	8,77	9,569	10,246	10,975

Хотя методика экспериментальных исследований по получению криволинейной траектории предусматривала выполнение полного цикла кругового беспетлевого поворота, принимались во внимание результаты до поворота остова на  $90^\circ$  от первоначальной прямолинейной траектории движения перед началом маневра; для оставшейся «правой» части участка установившегося поворота и участка выхода из поворота считали траекторию абсолютно «зеркальной» траектории, полученной для «левой» части установившегося поворота и входа в поворот, что вполне приемлемо, так как на установившемся этапе поворота траектория представляет кривую с постоянным радиусом  $R_d$ , а при выходе из поворота более динамически нагруженное состояние сменяется менее нагруженным.

В качестве объекта исследования при проведении вычислительных экспериментов выступает теоретическая математическая модель, являющаяся основой для построения экспериментальной факторной модели, для получения которой, в первую очередь, необходимо определить ее структуру и численные значения параметров.

Исходя из этого аппроксимация экспериментальных данных результатов измерений с использованием программных пакетов комплекса системы компьютерной алгебры Maple [6], дала таблично заданную функцию координат кривой траектории движения при повороте в декартовой системе  $(x_i, y_i)$ , где  $i = 1, \dots, N$ ,  $N$  – количество точек измерения.

Для получения достоверной информации о физических свойствах объекта, необходимой при построении математической модели, выбран некоторый интервал дискретизации независимой переменной  $i = 1, \dots, 18$ .

Представленные в таблице 2 зависимости координат траекторий движения  $(x_i, y_i)$  были получены для экспериментальных данных таблицы 1.

Таблица 2. Координаты «левой» ветви экспериментальной траектории поворота

$x_i, \text{ м}$	0	0	0	0,0185	0,045	0,0948	0,132	0,22	0,445
$y_i, \text{ м}$	0	0,6	1,2	1,729	2,1088	2,546	2,783	3,214	3,889
$x_i, \text{ м}$	0,755	1,256	1,785	2,2907	3,0181	3,849	4,632	5,3089	6,0289
$y_i, \text{ м}$	4,537	5,3089	5,896	6,336	6,756	7,0745	7,2408	7,3	7,3

Абсциссы «правой» ветви кривой траектории кругового беспетлевого поворота определялись по формуле

$$x_i' = x_{max} - x_i, \quad (1)$$

где  $x_{max}$  – максимальная абсцисса поворота, м;

$x_i$  – текущие абсциссы «левой» ветви кривой траектории поворота, м.

Соответствующие абсциссам  $x_i'$  ординаты  $y_i' = y_i$  (табл. 3).

Таблица 3. Координаты «правой» ветви экспериментальной траектории поворота

$x_i', \text{ м}$	6,0289	6,749	7,336	8,2088	9,0397	9,767	10,273	10,8018	11,3028
$y_i', \text{ м}$	7,3	7,3	7,2408	7,0745	6,756	6,336	5,896	5,3089	4,537
$x_i', \text{ м}$	11,613	11,838	11,926	11,963	12,0128	12,0393	12,0578	12,0578	12,0578
$y_i', \text{ м}$	3,889	3,214	2,783	2,546	2,1088	1,73	1,2	0,6	0

График по результатам экспериментальных точек таблиц 2 и 3 представлен на рисунке 2, кривая 1.

Вероятностная математическая модель объекта получается в результате оценки вероятностных характеристик всех исследуемых случайных процессов посредством полученных выборок значений факторов и выходных параметров [16].

Так как на начальном участке поворота касательная к графику траектории кривой поворота вертикальна при  $x = 0$ , то при малых значениях  $x$  она описывается аппроксимирующей аналитической функцией [5, 10]

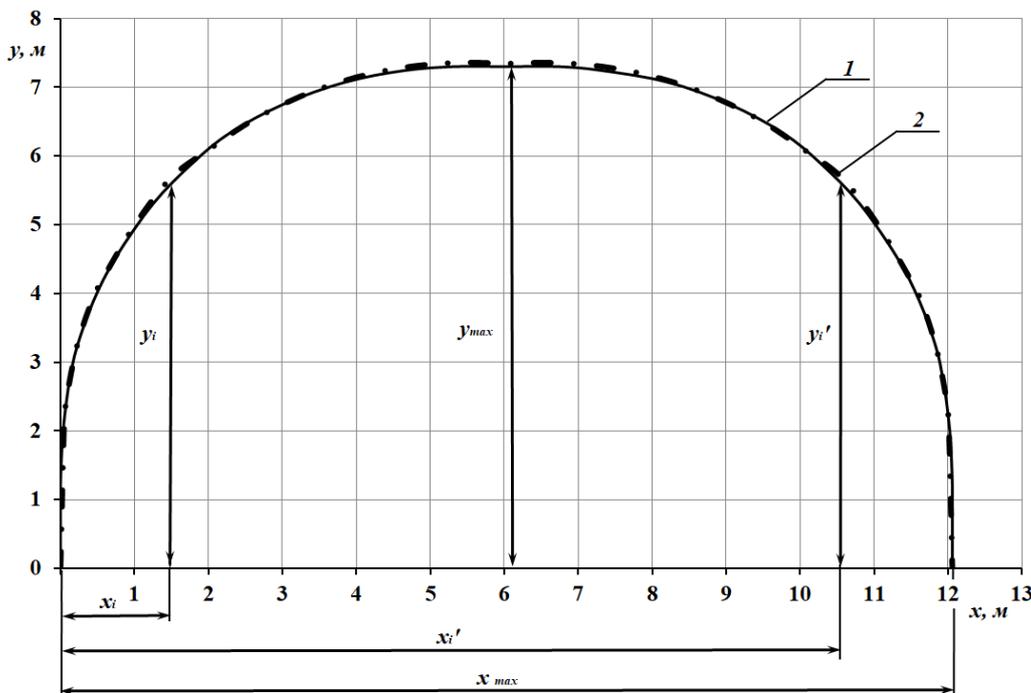
$$y(x) = px^q, \quad (2)$$

где  $p$  и  $q$  – вполне определенные постоянные,  $0 < q < 1$ .

Полная аппроксимирующая функция поворота, ввиду того что при увеличении  $x$  она достигает максимума и начинает убывать, была предложена в следующем виде:

$$y(x) = px^q - m_1x^n + m_2x, \quad (3)$$

где  $n, m_1, m_2$  – вполне определенные постоянные, при этом  $n > 1, m_1 < 0, m_2 > 0$ .



**Рис. 2. Экспериментальные кривые траектории поворота:**  
1 – таблично заданная функция; 2 – аппроксимирующая функция

Для указанного выше массива экспериментальных точек была получена следующая функция [5, 9, 10]:

$$y(x) = 4,75 x^{0,27} - 0,06 x^2 + 0,3x,$$

график которой представлен на рисунке 2, кривая 2. Максимальная погрешность аппроксимации составляет  $2 \cdot 10^{-3}$  м.

В результате проведенных исследований получена экспериментальная факторная математическая модель в виде аналитической зависимости, определяющей действительную траекторию движения колесной машины по деформированному основанию.

Основные ее преимущества:

- модель является статической;
- представляет собой сравнительно простую функциональную зависимость;
- дает адекватное описание установленных зависимостей в области факторного пространства, в котором организован эксперимент.

Полученная аналитическая действительная траектория позволяет оценивать кинематические и динамические характеристики колесной машины при исследовании ее движения по известной траектории [1, 2, 4, 19, 20] при криволинейном движении в зависимости от таких конструктивных и эксплуатационных параметров, как:

- скорость движения;
- продольная база;
- ширина колеи;
- углы поворотов колес.

**Список источников**

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Москва: Наука, 1988. 640 с.
2. Беляев А.Н. Определение сил при повороте трактора // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 4. С. 22–23.
3. 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-научоград, 2019. 440 с.
4. Болотин С.В., Карапетыан А.В., Кугушев Е.И., Трещев Д.В. Теоретическая механика: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. Москва: Издательский центр «Академия», 2010. 432 с.
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. Москва: Наука, 1961. 871 с.
6. Гамаюнов П.П., Вихоев Н.К. Факторный анализ одноцелевого функционирования динамических систем // Концепт. 2015. № 35. С. 26–30.
7. 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.
8. Дурманов А.С., Коцарь Ю.А., Головащенко Г.А., Плужников С.В. Тракторы РТМ-160 и РТМ-160У. Конструкция, эксплуатация и техническое обслуживание. Саратов: Научная книга, 2006. 155 с.
9. Дьяконов В.П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. Москва: ДМК-Пресс, 2011. 800 с.
10. Дьяконов В.П. Энциклопедия компьютерной алгебры. Москва: ДМК-Пресс, 2009. 1264 с.
11. Виноградов К.Н., Дурманов А.С., Киселев Н.И. и др. Обоснование параметров и конструкции универсально-пропашного трактора повышенной эффективности. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1978. 164 с.
12. Скотников В.А., Мащенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчет трактора и автомобиля; под. ред. В.А. Скотникова. Москва: Агропромиздат, 1986. 383 с.
13. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. 2-е изд., доп. и перераб. Москва: Машиностроение, 1990. 352 с.
14. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Минск: Дизайн ПРО, 1997. 640 с.
15. Федоренко В.Ф., Гольяпин В.Я., Мишулов Н.П. Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства за рубежом (по материалам международной выставки «Agritechnica-2015»). Москва: Росинформагротех, 2016. 217 с.
16. Эвиев В.А., Очиров Н.Г., Муджиков Б.В. Влияние стохастического характера внешней нагрузки на производительность МТА // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 1. С. 11–12.
17. Belyaev A.N., Kozlov V.G., Vysotskaya I.A., Trishina T.V. Computation of Vehicle Motion Path upon Entering Turn // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2019. Vol. 9, no. 1. Pp. 4527–4531.
18. Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Vysotskaya I.A. Determining the theoretical trajectory of the centre of tractor's mass when turning in a combined way // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production. Bristol. 2021. No. 012073.
19. Field R.V., Hurtago E.J. Modeling of dynamic forces of a tractor in the MATLAB-Simulink program environment. New York: Society of Automotive Engineers, 2003. 112 p.
20. Klee H., Allen R. Simulation of Dynamic Systems with MATLAB and Simulink. Taylor & Francis Group, LLC, 2018. 853 p.

**References**

1. Artobolevsky I.I. Teoriya mekhanizmov i mashin [Theory of mechanisms and machines]. Moscow: Nauka Press; 1988. 640 p. (In Russ.).
2. Belyaev A.N. Opredelenie sil pri povorote traktora [Determination of forces when turning a tractor]. *Tekhnika v sel'skom khozyajstve = Technique in Agriculture*. 2012;(4):22-23. (In Russ.).
3. Belyaev A.N. Povyshenie effektivnosti raboty mashinno-traktornykh agregatov na baze integral'nykh universal'no-propashnykh kolesnykh traktorov [Improving the efficiency of machine-tractor units based on integral universal row-crop wheeled tractors]: dissertatsiya ... doctora tekhnicheskikh nauk = Doctoral Dissertation in Engineering Sciences: 05.20.01. Michurinsk-naukograd; 2019. 440 p. (In Russ.).
4. Bolotin S.V., Karapetyan A.V., Kugushev E.I., Treshchev D.V. Teoreticheskaya mekhanika: uchebnyk dlya studentov uchrezhdenij vysshego professional'nogo obrazovaniya [Theoretical mechanics: textbook for students of institutions of higher professional education]. Moscow: Akademiya Press; 2010. 432 p. (In Russ.).
5. Vygodskiy M.Ya. Spravochnik po vysshej matematike [Handbook of Higher Mathematics]. Moscow: Nauka Press; 1961. 871 p. (In Russ.).
6. Gamayunov P.P., Vikhorev N.K. Faktornyj analiz odnotselevogo funktsionirovaniya dinamicheskikh sistem [Factorial analysis of single-purpose functioning of dynamic systems]. *Koncept = The Koncept Journal*. 2015;35:26-30. (In Russ.).

7. Gus'kov V.V., Velev N.N., Atamanov Yu.E., et al. Traktory. Teoriya: uchebnik dlya vuzov po special'nosti "Avtomobili i traktory" [Tractors. Theory: textbook for universities in the specialty "Cars and tractors"]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1988. 374 p. (In Russ.).
8. Durmanov A.S., Kotsar' Yu.A., Golovashchenko G.A., Pluzhnikov S.V. Traktory RTM-160 i RTM-160U. Konstruktsiya, ekspluatatsiya i tekhnicheskoe obsluzhivanie [RTM-160 and RTM-160U tractors. Design, operation and maintenance]. Saratov: Nauchnaya Kniga Press; 2006. 155 p. (In Russ.).
9. Diakonov V.P. Maple 10/11/12/13/14 v matematicheskikh raschetakh [Maple 10/11/12/13/14 in mathematical calculations]. Moscow: DMK-Press; 2011. 800 p. (In Russ.).
10. Diakonov V.P. Entsiklopediya komp'yuternoj algebrы [Encyclopedia of computer algebra]. Moscow: DMK-Press; 2009. 1264 p. (In Russ.).
11. Vinogradov K.N., Durmanov A.S., Kiselev N.I., et al. Obosnovanie parametrov i konstruktsii universal'no-propashnogo traktora povyshennoj effektivnosti [Substantiation of the parameters and design of a universal-row tractor of increased efficiency]. Voronezh: Voronezh State University Press; 1978. 164 p. (In Russ.).
12. Skotnikov V.A., Mashchensky A.A., Solonsky A.S. Osnovy teorii i rascheta traktora i avtomobilya [Foundations of the theory and calculation of a tractor and a car]. Moscow: Agropromizdat Press; 1986. 383 p. (In Russ.).
13. Smirnov G.A. Teoriya dvizheniya kolesnykh mashin. 2-e izdanie, dop. i pererab. [Theory of motion of wheeled vehicles. 2nd edition, revised and enlarged]. Moscow: Mashinostroenie Press; 1990. 352 p. (In Russ.).
14. Tarasik V.P. Matematicheskoe modelirovanie tekhnicheskikh sistem [Mathematical modeling of engineering systems]. Minsk: Dizajn PRO Press; 1997. 640 p. (In Russ.).
15. Fedorenko V.F., Gol'tyapin V.Ya., Mishurov N.P. Tendentsii mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyajstva za rubezhom (po materialam mezhdunarodnoj vystavki "Agritechnica-2015") [Trends in machine-technological modernization of agriculture abroad on the basis of results of the International exhibition "Agritechnica-2015"]. Moscow: Rosinformagrotekh Press; 2016. 217 p. (In Russ.).
16. Eviyev V.A., Ochirov N.G., Mudzhikov B.V. Vliyaniye stokhasticheskogo kharaktera vneshnej nagruzki na proizvoditel'nost' MTA [Influence of stochastic external loading conditions on the performance of machine and tractor unit]. *Traktory i sel'khoz mashiny = Tractors and Agricultural Machinery*. 2014;1:11-12. (In Russ.).
17. Belyaev A.N., Kozlov V.G., Vysotskaya I.A., Trishina T.V. Computation of Vehicle Motion Path upon Entering Turn. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 2019;9(1):4527-4531.
18. Belyaev A.N., Shatsky V.P., Trishina T.V., Vysotskaya I.A. Determining the theoretical trajectory of the centre of tractor's mass when turning in a combined way. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production*. Bristol; 2021:012073.
19. Field R.V., Hurtago E.J. Modeling of dynamic forces of a tractor in the MATLAB-Simulink program environment. New York: Society of Automotive Engineers; 2003. 112 p.
20. Klee H., Allen R. Simulation of Dynamic Systems with MATLAB and Simulink. Taylor & Francis Group, LLC; 2018. 853 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.  
В.П. Шацкий – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», agroeng.vsau.ru.  
Т.В. Тришина – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», tata344@rambler.ru.  
И.А. Высоцкая – кандидат физико-математических наук, преподаватель кафедры математики ФГКВОО ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, i.a.trishina@gmail.com.

#### Information about the authors

A.N. Belyaev, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, aifkm\_belyaev@mail.ru.  
V.P. Shatsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, agroeng.vsau.ru.  
T.V. Trishina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, tata344@rambler.ru.  
I.A. Vysotskaya, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Lecturer, the Dept. of Mathematics, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, i.a.trishina@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 12.12.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 08.02.2022.

The article was submitted 12.12.2021; approved after revision 28.01.2022; accepted for publication 08.02.2022.

© Беляев А.Н., Шацкий В.П., Тришина Т.В., Высоцкая И.А., 2022

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 330.15

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_71

**Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения  
удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса**

Ольга Анатольевна Куницкая<sup>1✉</sup>, Александр Владимирович Помигуев<sup>2</sup>,  
Дмитрий Николаевич Афоничев<sup>3</sup>, Владимир Игоревич Григорьев<sup>4</sup>,  
Ирина Николаевна Дмитриева<sup>5</sup>, Глеб Владимирович Григорьев<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия

<sup>2</sup>Филиал ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации в г. Сызрани, Сызрань, Россия

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

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5, 6</sup>Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>1</sup>ola.ola07@mail.ru✉

**Аннотация.** Альтернативная энергетика в настоящее время является актуальным направлением научных исследований и опытно-конструкторских разработок. Прежде всего ее развитие связано с экологической проблемой – борьбой с глобальным потеплением. Принято считать, что экономическая эффективность альтернативных источников энергии без учета их экологической эффективности уступает традиционным источникам энергии. Однако при необходимости обеспечения энергией удаленных, рассредоточенных потребителей, традиционные дизельные генераторы или привод от вала отбора мощности трактора могут оказаться значительно дороже, чем рассмотренные в статье альтернативные варианты энергоснабжения. В странах со значительным количеством небольших хозяйств, разбросанных на значительной территории, не имеющих доступа к централизованным электрическим сетям, автономные источники энергии имеют широкое распространение. По самым скромным подсчетам в России на сегодняшний день заброшено около 50 млн га земель сельскохозяйственного назначения, которые постепенно возвращаются к использованию в сельском хозяйстве, но в местах их расположения уже нет централизованного электроснабжения в связи с вымиранием сопутствующих населенных пунктов (деревень и сел). При переработке сельскохозяйственной продукции образуются отходы биомассы, которые могут быть успешно использованы в качестве энергоносителя. Технические средства солнечной энергетике, значительно развившиеся за последние годы, также могут являться весомой энергетической составляющей автономного энергоснабжения. И, наконец, технические средства микрогидроэлектростанций, которые предназначены для преобразования кинетической энергии водного потока в электрическую, позволяют получать в теплое время года необходимую для автономного энергоснабжения электрическую энергию. Под термином «микро» подразумевается, что данная гидроэлектростанция устанавливается на малых водных объектах, технологических протоках или перепадах высот систем водоподготовки.

**Ключевые слова:** автономное энергоснабжение, газогенерирующие системы, солнечные электростанции, микрогидроэлектростанции, энергия малых рек, турбина

**Для цитирования:** Куницкая О.А., Помигуев А.В., Афоничев Д.Н., Григорьев В.И., Дмитриева И.Н., Григорьев Г.В. Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 71–81. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_71-81](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_71-81).

ELECTROTECHNOLOGIES AND ELECTRIC EQUIPMENT  
IN AGRICULTURE (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Alternative energy sources for autonomous power supply  
of remote facilities in agriculture and forestry**

Olga A. Kunitskaya<sup>1✉</sup>, Aleksander V. Pomiguyev<sup>2</sup>, Dmitry N. Afonichev<sup>3</sup>, Vladimir I. Grigoriev<sup>4</sup>,  
Irina N. Dmitrieva<sup>5</sup>, Gleb V. Grigoriev<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup>Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation in Syzran, Syzran, Russia

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

<sup>4</sup>Saint Petersburg State Economic University, Saint Petersburg, Russia

<sup>5, 6</sup>Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

<sup>1</sup>ola.ola07@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Alternative energy is currently an essential area of scientific research and experimental works. Its development is primarily associated with the environmental problem of global warming. It is generally accepted that the economic efficiency of alternative energy sources, without taking into account their environmental efficiency, is inferior to traditional energy sources. However, if it is necessary to provide energy to remote, geographically dispersed consumers, then traditional diesel generators or a tractor power take-off drive can be much more expensive than the alternative power supply options discussed in this article. In countries with a large number of small farms scattered over great areas without the access to centralized electrical networks, autonomous energy sources are widespread. According to the most conservative estimates, about 50 million hectares of agricultural land have been abandoned in Russia by now, but they are gradually returning to agricultural use. However, there is no longer a centralized power supply in their locations due to the extinction of adjacent settlements (villages and rural communities). When processing agricultural products, biomass waste is generated, which can be successfully used as an energy carrier. Technical means of solar energy, which have developed significantly in recent years, can also be a significant energy component of autonomous power supply. Finally, the technical means of micro-hydroelectric power plants, which are designed to convert the kinetic energy of water flow into electrical energy, make it possible to obtain the electrical energy necessary for autonomous energy supply in the warm season. The term "micro" means that this hydroelectric power plant is built on small water bodies, technological channels or altitude differences of water treatment systems.

**Key words:** autonomous power supply, gas generating systems, solar power plants, micro-hydroelectric power plants, small river energy, turbine

**For citation:** Kunitskaya O.A., Pomiguyev A.V., Afonichev D.N., Grigoriev V.I., Dmitrieva I.N., Grigoriev G.V. Alternative energy sources for autonomous power supply of remote facilities in agriculture and forestry. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):71-81. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_71-81](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_71-81).

## Введение

Различные системы автономного энергоснабжения активно используются во многих странах мира для обеспечения работы удаленных объектов сельского хозяйства, лесного комплекса и других отраслей [1, 2, 4–8, 10, 11, 14]. Они используют местные природные источники энергии [2, 10, 13]. Опыт показывает, что наиболее перспективными вариантами альтернативных автономных источников тепловой и электрической энергии являются газогенерирующие системы, солнечные электростанции (СЭС), а также микрогидроэлектростанции (микроГЭС) [1, 2, 4–10, 12, 13].

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета.

### Материалы и методы

Изучены конструкции и рабочие процессы альтернативных автономных источников тепловой и электрической энергии (газогенерирующих систем, СЭС, микроГЭС) с целью определения оптимальных условий их применения.

### Результаты и их обсуждение

*Газогенерирующие системы.* В XXI в. в сфере газификации топлива для получения возобновляемых энергоресурсов произошло качественное изменение ситуации: экономически оправдан резкий переход от единичных пилотных установок к массовой реализации коммерческих проектов.

В настоящее время рентабельность переработки некоторых видов сырья в России составляет:

- бурый уголь – 75–90%;
- торф (влажность 30%) – 45–50%;
- древесные и сельскохозяйственные отходы – 70–80%;
- бытовые отходы – 50–60% [14].

Основа процесса газификации – термохимическое преобразование твердого и жидкого исходного сырья в газовый или жидкий продукт, который транспортируется и сжигается для извлечения тепловой энергии с целью ее преобразования в механическую или электрическую энергию. Газогенераторные комплексы по назначению используются в двух направлениях. Простейшие генераторы, даже с низким КПД, обладают достаточно высокой энергоэффективностью (750 Вт на 1 кг топлива). При переработке сельскохозяйственных отходов возникает второе направление, при котором следует применять комбинированные газогенераторы, оборудованные анаэробным компонентом (вторая ступень). В этом случае энергетический потенциал обрабатываемого сырья используется более эффективно. На второй ступени газогенератора можно производить тепло- и электрическую энергию, а также синтетическое топливо. Генераторы этого типа имеют наибольший потенциал для использования при переработке отходов животноводства, но обладают некоторыми техническими недостатками в работе отдельных узлов. Отмеченные недостатки препятствуют промышленному использованию газификаторов в настоящее время [15–18].

По принципу работы газогенераторы делятся на следующие типы: прямого действия, поперечного и обратного. Использование газогенератора в сочетании с системой обратной связи создает значительный экономический эффект. Затраты при использовании брикетов примерно в 15 раз меньше, чем при использовании дизельного топлива. Более того, промышленные отходы могут применяться в качестве сырья для производства топливных брикетов, то есть это решение обладает ресурсом дополнительного «суперэффекта», когда выработка энергии сопровождается утилизацией отходов. Трудно переоценить такую выгоду, поскольку задача поддержания экологического баланса и эффективной глубокой переработки отходов является одной из наиболее актуальных в настоящее время. По сути, эта технология используется для создания процесса с замкнутым циклом переработки отходов производства. Основной особенностью газогенератора является система автоматической оптимизации теплового режима камеры газификации и фурменный пояс камеры газификации, изготовленный методом литья из металлокерамики, в состав которой входят ингибиторы, инициирующие образование водорода и метана. При этом рабочий ресурс фурменного пояса увеличивается почти в три раза.

Газогенератор может быть использован для утилизации сельскохозяйственных и промышленных отходов, а также шлама очистных сооружений, при замене классического топлива (местный уголь, мазут, торф, природный газ) на синтез-газ, используемый для получения тепловой и электрической энергии [18]. Сырьевым ресурсом для работы газогенератора на твердом топливе являются брикеты, в том числе из сельскохозяйственных отходов с влажностью не более 30%. Размер брикетов от 10 до 100 мм (без определенной формы).

В комплекте с газогенератором присутствует система очистки газа. Дополнительным оборудованием для работы комплекса является линия измельчения, сушки и брикетирования, газопоршневая установка. Газ, полученный при высокотемпературной газификации, принудительно направляется в зону регенерации, где он превращается в генераторный газ. Затем производится очистка, охлаждение и транспортировка. Вся агрегатированная конструкция может быть как стационарного, так и мобильного исполнения. Система может работать круглосуточно, в автоматическом режиме и дистанционно обслуживается одним оператором в смену. Управление осуществляется в автоматическом или, при необходимости, ручном режимах. Модельный ряд представлен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная техническая характеристика газогенераторов (производство РФ)

Параметры	Модель				
	ГТГ-100	ГТГ-150	ГТГ-200	ГТГ-500	ГТГ-1000
Электрическая мощность, кВт·ч	30	45	60	160	330
Суммарная тепловая мощность реактора-газификатора, МВт	0,122	0,183	0,244	0,610	1,22
Выработка газа с калорийностью 1250–1000 ккал/м <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /ч	70–85	100–130	140–170	360–430	720–860
Расход сырья, кг/ч:					
- биомасса	41	62	82	210	380–440
- лузга подсолнечника и шелуха риса, опилки и щепа	35	52	70	175	330–370
- иловые осадки очистных сооружений	38	57	76	163	350–420
- торфяные брикеты, бурые угли	34	51	68	170	320–360
Габаритные размеры, м	5×1,1×3,5	6×1,4×4	8,5×3,5×5	10,5×5×6,1	12×6,5×6
Масса, кг	3400	4950	5300	6100	7500
Утилизируемое при охлаждении газа технологическое тепло в виде горячей воды, Гкал/ч	0,018	0,026	0,038	0,095	0,19
Утилизируемое тепло в виде горячей воды от работы газопоршневой электростанции, Гкал/ч	0,04	0,06	0,08	0,22	0,43
Усредненный выход газа из 1 кг топлива, м <sup>3</sup> /кг	1,8–2,3	1,8–2,3	1,8–2,3	1,8–2,3	1,8–2,3
Энергетическая отдача газа из 1 кг топлива, ккал/кг	от 1900 до 2300	от 1900 до 2450	от 1900 до 2600	от 1900 до 2750	от 1900 до 2750
Энергоотдача по технологическому теплу из 1 кг топлива, ккал/кг	550	550	550	550	550
Суммарная энергоотдача, ккал/кг	от 2450 до 2850	от 2450 до 3000	от 2450 до 3150	от 2450 до 3300	от 2450 до 3300
Энергетический КПД реактора по газу, %	65	68	71	75	75

Химический состав генераторного газа:

- угарный газ (CO) – 32–34%;
- азот (N<sub>2</sub>) – 32–36%;
- метан (CH<sub>4</sub>) – 5–8%;
- углекислый газ (CO<sub>2</sub>) – 2–5%;
- водород (H<sub>2</sub>) – 12–18%;
- сероводород (H<sub>2</sub>S) – до 0,01%;
- оксид азота (NO) – до 0,015%.

При преобразовании органических веществ в газ и жидкое топливо реактор газификации может состоять из двух отдельных камер: одна – для удаления влаги, другая – для газификации. Поскольку избыточное содержание влаги на начальном этапе снижает энергоэффективность установки, то конструктивное исполнение реактора обеспечивает выход продукта, в котором содержание воды снижено до 1,0–1,5%, а удельная теплота сгорания увеличена на 15–20%.

Для производственного участка переработки отходов и генерации энергии (тепловой и электрической) требуется разная площадь в зависимости от мощности электрогенерирующей установки (табл. 2), при этом площадь склада для сырья из расчета месячной нагрузки энергопотребления может варьировать в пределах от 200 до 1000 м<sup>2</sup>.

**Таблица 2. Требуемая площадь для производственного участка переработки отходов и генерации энергии в зависимости от мощности электрогенерирующей установки**

Параметры	Мощность электрогенерирующей установки, кВт		
	100	300	500
Высота и диаметр газификатора, м	3,0×0,6	4,0×0,7	5,0×0,9
Площадь, занимаемая участком подготовки сырья и газификатором, м <sup>2</sup>	25	45	90
Площадь, занимаемая электрогенерирующей установкой, м <sup>2</sup>	30	60	120
Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	55	105	210

*Солнечные электростанции.* Бурный прогресс в технологии производства фотоэлектрических модулей (ФЭМ), а также наблюдаемый в последнее десятилетие прогресс в производстве систем накопления электроэнергии (СНЭ) и связанное с этим значительное снижение удельной стоимости электроэнергии, вырабатываемой солнечными электростанциями (СЭС), привели к тому, что СЭС стали вполне реальным альтернативным источником электроэнергии, особенно в изолированных энергосистемах. С 2012 г. установленная мощность ФЭМ в России выросла с 0,1 до 1,726 МВт.

Пока что говорить о СЭС как о полноценном и достаточном источнике электроэнергии не приходится в силу их нестабильности и значительных затрат на аккумуляторные батареи. Поэтому в настоящее время в изолированных энергосистемах применяются автономные гибридные электростанции, имеющие в своем составе:

- основной источник – дизель-электрические установки (ДЭУ);
- дополнительный источник – гелиоэлектрические установки (ГЭУ);
- опционально – СНЭ, объединенные общей системой управления.

В настоящее время получили распространение автономные гибридные электростанции (АГЭС) двух типов:

- стационарные большой мощности;
- мини АГЭС относительно небольшой мощности.

Стационарные АГЭС предполагают отдельную площадку под размещение ГЭУ и существенные затраты на строительные-монтажные работы для их установки. Мини АГЭС, как правило, создаются на базе блок-контейнеров, содержащих внутри все необходимые устройства, включая ДЭУ, и являющихся опорной конструкцией для установки ГЭУ. Обычно мощность мини АГЭС не превышает 10 кВт.

Стоимость электроэнергии, выработанной ДЭУ, определяется стоимостью дизельного топлива, включая стоимость его доставки, а также стоимостью эксплуатации ДЭУ, хранения дизельного топлива. Очевидно, что составляющие себестоимости такой электроэнергии имеют тенденцию только к повышению.

Основное оборудование, входящее в состав ГЭУ, имеет тенденцию к снижению относительной стоимости. При этом стоимость затрат на выполнение работ с применением даже небольшого количества техники имеет существенную постоянную составляющую, зависящую от доступности площадки строительства. По этой причине реализация СЭС с циклом строительства относительно малой мощности может оказаться за рамками экономической целесообразности. В этом отношении действует прямая зависимость: чем больше установленная мощность СЭС (с учетом объемов потребления), тем больше экономический эффект от ее работы. Точные данные о стоимости реализации АГЭС могут быть получены в результате разработки проектного решения с учетом всех индивидуальных условий, выбора оборудования ГЭУ и СНЭ, определения их оптимальных параметров. Имея эти данные, а также точные данные по стоимости электроэнергии, получаемой от ДЭУ, несложно определить сроки окупаемости реализации АГЭС.

При реализации мини АГЭС отсутствуют затраты на строительство и на проектирование, поэтому их стоимость определяется только стоимостью оборудования, его доставки и незначительными затратами на монтаж на месте развертывания. Точная стоимость реализации мини АГЭС может быть рассчитана после определения всех индивидуальных параметров и конкретных условий эксплуатации.

*Микрогидроэлектростанции.* На территории России протекает большое количество малых рек, ручьев, от которых при помощи микрогидроэлектростанций (микроГЭС) можно получать дешевую энергию для энергоснабжения удаленных от центральной электросети потребителей. Краткие сведения о малых реках нашей страны приведены в таблице 3.

**Таблица 3. Краткие сведения о малых реках и их энергетический потенциал**

Показатель	Значение
Длина малой реки, км	до 100
Площадь водосбора малой реки, км <sup>2</sup>	до 2000
Количество малых рек	2,5·10 <sup>6</sup>
Объем стока малых рек от стока всех рек, %	49
Энергетический потенциал малых рек, млрд кВт·ч	382
Использование энергетического потенциала малых рек, млрд кВт·ч	2,2

Из таблицы 3 видно, что энергетический потенциал малых рек в России используется всего на 0,6%.

Вырабатываемая микроГЭС мощность определяется сочетанием двух факторов:

- напором воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие вырабатывающий электроэнергию генератор;
- расходом воды, то есть объемом воды, поступающим на турбину в единицу времени (обычно расчет идет в секунду).

Основным показателем эффективности использования микроГЭС является скорость движения водного потока. Если скорость течения реки меньше 1 м/с, то для увеличения скорости потока необходимо сделать обводной канал переменного сечения [12].

К преимуществам использования микроГЭС следует отнести такие ее характеристики, как: работа в любое время суток и при любой погоде (ветрогенераторы и солнечные батареи ограничены по этим показателям); возможность установки на малой по глубине реке; бесшумная работа и отсутствие загрязнения водной среды; экологическая безопасность оборудования; низкая стоимость получаемой электроэнергии; простота и надежность применяемого оборудования; неисчерпаемость используемых для выработки энергии ресурсов.

К недостаткам использования микроГЭС относят: невозможность работы в период замерзания малой реки и ограничение по минимальным скоростям течения реки, что требует внедрения конструкций быстротоков, а это дополнительные финансовые вложения; относительная опасность для обитателей водной фауны, так как вращающиеся лопасти турбин в скоростных потоках могут представлять угрозу для рыб.

Безнапорные микроГЭС разделяются на три группы: гирляндные, погружные и наплавные [3].

Различают четыре типа турбин микроГЭС:

- осевые;
- радиально-лопастные;
- ковшовые;
- поворотно-лопастные.

Поток воды в осевой турбине микроГЭС движется вдоль оси турбины, попадая на ее лопасти. Этот принцип получения электрической энергии используют гирляндные ГЭС. В рабочем колесе радиально-лопастной турбины поток воды сначала движется радиально от периферии к центру, а затем в осевом направлении вращения – на выход из рабочего колеса. Третья группа – это ковшовые турбины, в этой конструкции вода поступает через сопла по касательной к окружности, проходящей через середину ковша. Проходя через сопло, она сужается в своем сечении, и образующаяся струя воды с большой скоростью ударяет о лопатку турбины, что приводит к вращению рабочего колеса. Это наиболее часто встречающаяся сегодня конструкция турбины, которая внедряется при проектировании микроГЭС.

Электрогенерирующая установка каждой проектируемой микроГЭС должна состоять из гидротурбины, генератора и системы автоматического управления, в которую входят блок управления турбиной, блок балластной нагрузки, стабилизатор напряжения и банк накопления энергии в виде аккумуляторной батареи (АКБ).

Каждая из названных выше конструкций гидротурбин соединяется валом с генератором для выработки переменного тока. Функции блока управления гидротурбиной – обеспечение пуска и остановки гидроагрегата, синхронизация его работы с общей энергосистемой, контроль за режимами работы и аварийная остановка микроГЭС.

К основным составным элементам микроГЭС относятся блок балластной нагрузки и АКБ. Блок балластной нагрузки предназначен для рассеивания неиспользуемой в данный отрезок времени мощности микроГЭС, что сохраняет работоспособность электрогенератора и систем контроля и управления. Стабилизатор предназначен для управления зарядом АКБ и преобразования напряжения.

К группе погружных микроГЭС относятся пропеллерные гидротурбины. Это имеющий вертикальный ротор подводный «ветряк», который, в отличие от воздушного, имеет лопасти минимальной ширины (всего 2 см), что обеспечивает минимальное сопротивление и максимальную скорость вращения. Эту конструкцию применяют при скорости потока 0,8–2,0 м/с. К группе погружных микроГЭС относятся пропеллерные гидротурбины, выпускаемые в Санкт-Петербурге АО «МНТО ИНСЭТ». Их мощность достигает 15 кВт, но для них необходимы организация подпора воды от 2 до 14 м и значительные расходы воды.

Наиболее простой в изготовлении, дешевой в установке и эксплуатации в расчете на 1 кВт вырабатываемой электроэнергии является гирляндная микроГЭС. Требования к водному объекту для ее установки также предельно просты: глубина должна быть более 25 см, а скорость течения – от 1,0 м/с. Каждая из веток гирляндной микроГЭС состоит из легких турбин (гидровингроторы). Они нанизываются на трос, который перебрасывается между двумя берегами реки. Такая система называется поперечной гирляндной микроГЭС. Каждый гидровингротор состоит из двух смещенных относительно друг друга полуцилиндров. При погружении гидровингротора в поток воды из-за разности гидравлических давлений на его поверхности относительно оси вращения создается крутящий момент. Поперечные гирляндные микроГЭС бывают двух видов: 1) гирлянда Савониуса; 2) гирлянда Бирюкова. Один конец троса закрепляется в опорном подшипнике, а второй вращает ротор генератора. Трос выполняет роль вала, вращательное движение которого передается к генератору.

Гидровингротор оказывает лобовое сопротивление потоку, из-за этого трос гирлянды натягивается и выгибается в направлении движения воды в реке. Гидровингроторы крепятся к тросу попарно. Каждая пара имеет свой узел крепления, и в каждой паре один гидровингротор развернут по отношению к другому на 90° для создания равномерного вращения троса, а следовательно, и вала генератора.

Ниже приведены основные формулы для расчета мощности одногирляндной микроГЭС.

1. Мощность поперечной турбины  $N_{\text{ит}}$  (кВт) определяется по формуле

$$N_{\text{ит}} = 0,5DLv^3\eta, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр ротора турбины, м;

$L$  – длина ротора турбины, м;

$v$  – скорость течения воды, м/с;

$\eta$  – КПД турбины (0,45 для турбин с профилем Бирюкова).

Для расчета мощности гирлянды по вырабатываемой электроэнергии нужно учесть КПД редуктора и КПД генератора, умножив их на число турбин в гирлянде. Обычно КПД не превышает 50%.

2. Скорость вращения гирлянды  $n$  (с<sup>-1</sup>) при установившейся нагрузке определяется по формуле

$$n = \frac{v}{D}. \quad (2)$$

3. Крутящий момент  $M_K$  (кН·м) определяется по формуле

$$M_K = \frac{N_{\text{ит}}}{n}. \quad (3)$$

4. Лобовое давление со стороны потока на турбину  $P$  (кН) равно

$$P = CDLv^2, \quad (4)$$

где  $C$  – коэффициент лобового сопротивления поперечных турбин, принимается  $C = 0,65$  на рабочем режиме и  $C = 0,85$  на режиме торможения.

Подбор диаметра троса  $d$  можно осуществить исходя из соотношения, приведенного в работе [3].

Окончательно мощность  $N$ , которую вырабатывает гирляндная микроГЭС, можно определить по следующей формуле:

$$N = 0,5DLv^3\eta K, \quad (5)$$

где  $K$  – число элементов в гирлянде.

Для установки гирлянды необходимо учитывать следующие особенности конструкции.

1. Роторы на тросе закрепляются попарно со смещением роторов каждой последующей пары на 90° относительно друг друга для обеспечения равномерного вращения.

2. Направление вращения троса выбирается так, чтобы его нити работали только на скручивание.

3. Заборники турбин устанавливаются по отношению к потоку по двум вариантам:  
- выше троса, когда гирлянда работает «на всплытие» и при вращении держится на поверхности воды (используется в весенне-летний период на любой реке);  
- ниже троса, когда гирлянда прижимается ко дну, но его не касается (используется в зимний период времени подо льдом и на судоходных реках).

4. Опущенная в воду гирлянда развивает значительный крутящий момент, поэтому при переброске гирлянды через поток нельзя допускать касания воды провисшими частями гирлянды.

Если река имеет небольшую ширину и одна ветка гирлянды не может достичь требуемой мощности, то устанавливают ряды гирлянд последовательно (так называемая многогирляндная микроГЭС), но принцип расчета гирлянды остается неизменным.

**Выводы**

Рассмотренные системы альтернативных источников автономного энергоснабжения для определенных природно-производственных условий являются конкурентоспособными по себестоимости получаемой энергии, капиталовложениям и экологическому эффекту традиционным источникам автономной генерации.

Современные технические решения по получению тепловой и электрической энергии в установках газификации, оборудованных термоэмиссионными и термоэлектрическими элементами, позволяют эффективно вырабатывать электрическую энергию, а также перерабатывать отходы основного производства сельскохозяйственных предприятий.

В отличие от систем, основанных на использовании газогенераторов, солнечные электростанции и микроГЭС могут эффективно работать только в теплый период года.

Во многих случаях у сельскохозяйственных предприятий именно на теплый период приходится пики потребления электрической энергии, поэтому в период максимального потребления энергии можно совмещать использование рассмотренных вариантов ее получения.

---

---

**Список источников**

1. Афоничев Д.Н., Кекух И.А. Малые электростанции в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей // Современные научно-практические решения XXI века: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 1. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. С. 116–121.
2. Афоничев Д.Н., Кекух И.А., Хромых Н.Ю. Использование местных природных источников энергии // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. Международный молодежный научный форум и школа «Актуальные вопросы использования возобновляемых природных полимерных ресурсов и регенеративной энергетики. 2017». Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2017. № 5(31). С. 427–432.
3. Блинов Б.С. Гирляндная ГЭС. Москва: Ленинград: Госэнергоиздат, 1962. 64 с.
4. Воронов Р.В., Марков О.Б., Григорьев И.В. и др. Математическая модель модульного принципа подбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 5(371). С. 125–134. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.125.
5. Григорьева О.И., Гринько О.И., Давтян А.Б. и др. Технология получения воды в лесу при помощи иглофильтров // Повышение эффективности управления устойчивым развитием лесопромышленного комплекса: материалы всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2020. С. 444–449.
6. Григорьева О.И., Нгуен Ф.З. Лесные плантации для сырьевого обеспечения деревоперерабатывающих предприятий // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы третьей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск: ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет». 2017. С. 59–61.
7. Григорьева О.И. Перспективные средства борьбы с сорной растительностью с использованием электрической энергии // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы второй международной научно-технической конференции. Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», 2017. С. 56–59.
8. Григорьев В.И., Нуген В.Л., Низамов Р.М. и др. Политика социалистической Республики Вьетнам по развитию сельских районов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16, № 1(61). С. 112–118. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-112-118.
9. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Вернер Н.Н. Системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». 2017. Т. 5, № 5(31). С. 438–443.
10. Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК. Санкт-Петербург: Лань, 2014. 368 с.
11. Марков О.Б., Воронов Р.В., Давтян А.Б. и др. Математическая модель выбора системы машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Деревообрабатывающая промышленность. 2021. № 1. С. 16–26.
12. Пономаренко А.С. Классификация и перспективы минигидроэлектростанций // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89. С. 790–799.

13. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества имени Д.И. Менделеева). 2008. № 6. С. 95–106.
14. Тамби А.А., Морковина С.С., Григорьев И.В. и др. Развитие циркулярной экономики в России: рынок биотоплива // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9, № 4(36). С. 173–185. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.4/19.
15. Asadullah M. Barriers of commercial power generation using biomass gasification gas: A review // Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2014. Vol. 29. Pp. 201–215.
16. Gas Technology Institute campus generating on-site power // Power Engineering. 2003. Vol. 107, no. 1. P. 50.
17. Molino A., Chianese S., Musmarra D. Biomass gasification technology: The state of the art overview // Journal of Energy Chemistry. 2016. Vol. 25(1). Pp. 10–25. DOI:10.1016/j.jechem.2015.11.005.
18. Panwar N.L., Kaushik S.C., Kothari S. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review // Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2011. Vol. 15, no. 3. Pp. 1513–1524.

## References

1. Afonichev D.N., Kekukh I.A. Malye elektrostantsii v sistemakh elektrosnabzheniya sel'skokhozyajstvennykh potrebitelej [Small power plants in power supply systems for agricultural consumers]. Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya XXI veka: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chast' 1 [Modern scientific and practical solutions of the XXI century: Proceedings of International Scientific and Practical Conference. Part 1]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2016:116-121. (In Russ.).
2. Afonichev D.N., Kekukh I.A., Khromykh N.Yu. Ispol'zovanie mestnykh prirodnykh istochnikov energii [Use of local natural energy sources]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoj zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Mezhdunarodnyy molodezhnyy nauchnyy forum i shkola "Aktual'nye voprosy ispol'zovaniya vozobnovlyaemykh prirodnykh polimernykh resursov i regenerativnoj energetiki" [Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice: collection of scientific papers of international correspondence scientific and practical conference. International youth scientific forum and school "Topical issues of the use of renewable natural polymer resources and regenerative energy"]. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. 2017;5(31):427-432. (In Russ.).
3. Blinov B.S. Girlyandnaya GES [Run-of-river hydroelectric power station]. Moscow: Leningrad: Gosenergoizdat; 1962. 64 p. (In Russ.).
4. Voronov R.V., Markov O.B., Grigoriev I.V., et al. Matematicheskaya model' modul'nogo printsipa podbora sistemy mashin dlya sozdaniya i ekspluatatsii lesnykh plantatsij [Mathematical model of the modular approach for selection of a system of machines for creation and operation of forest plantations]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Lesnoy Zhurnal = Bulletin of Higher Educational Institutions. Forestry Journal (Russian Forestry Journal). 2019;5(371):125-134. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.125. (In Russ.).
5. Grigorieva O.I., Grin'ko O.I., Davtyan A.B., et al. Tekhnologiya polucheniya vody v lesu pri pomoshchi iglofil'trov [Technology of obtaining water in the forest using needle filters]. Povyshenie effektivnosti upravleniya ustojchivym razvitiem lesopromyshlennogo kompleksa: materialy vserossijskoj nauchnoj konferentsii, posvyashchennoj 90-letiyu Voronezhskogo gosudarstvennogo lesotekhnicheskogo universiteta imeni G.F. Morozova [Enhancement of managerial efficiency of sustainable development of the forest-industry complex: proceedings of the All-Russian Scientific conference dedicated to the 90th anniversary of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov; 2020:444-449. (In Russ.).
6. Grigorieva O.I., Nguen F.Z. Lesnye plantatsii dlya syr'evogo obespecheniya derevopererabatyvayushchikh predpriyatij [Forest plantations for the raw material supply of wood processing enterprises]. Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy tret'ej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Enhancement of efficiency of the forest complex: proceedings of the third All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Press; 2017:59-61. (In Russ.).
7. Grigorieva O.I. Perspektivnye sredstva bor'by s sornoj rastitel'nost'yu s ispol'zovaniem elektricheskoy energii [Promising means of weed control using electric energy]. Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie: materialy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Forests of Russia: politics, industry, science, education: proceedings of the second international scientific and technical conference]. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov; 2017:56-59. (In Russ.).
8. Grigoriev V.I., Nugen V.L., Nizamov R.M., et al. Politika socialisticheskoy Respubliki V'etnam po razvitiyu sel'skikh rajonov [Policy of the Socialist Republic of Vietnam on rural development]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2021;16(1):112-118. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-112-118. (In Russ.).
9. Grigoriev I.V., Grigorieva O.I., Verner N.N. Sistemy mashin dlya sozdaniya i ekspluatatsii lesnykh plantatsij [Machine systems for the creation of forest plantations and their exploitation]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoj zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice: collection of research papers of international virtual scientific & practical conference]. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. 2017;5(5):438-443. (In Russ.).

10. Zemskov V.I. Vozobnovlyaemye istochniki energii v APK [Renewable energy sources in the Agro-Industrial Complex]. Saint-Petersburg: Lan' Press; 2014. 368 p. (In Russ.).
11. Markov O.B., Voronov R.V., Davtyan A.B., et al. Matematicheskaya model' vybora sistemy mashin dlya sozdaniya i ekspluatatsii lesnykh plantatsij [Mathematical model for selecting a system of machines for creating and operating forest plantations]. *Derevoobrabatvyvayushchaya promyshlennost' = Woodworking Industry*. 2021;(1):16-26. (In Russ.).
12. Ponomarenko A.S. Klassifikatsiya i perspektivy minigidroelektrostantsij [Classification and perspectives of mini hydropower stations]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2013;(89):790-799. (In Russ.).
13. Popel' O.S. Vozobnovlyaemye istochniki energii: rol' i mesto v sovremennoj i perspektivnoj energetike [Renewable energy sources: role and place in modern and promising energetics]. *Rossijskij khimicheskij zhurnal (Zhurnal Rossijskogo khimicheskogo obshchestva imeni D.I. Mendeleeva) = Russian Journal of General Chemistry (Journal of the Russian Chemical Society named after D.I. Mendeleev)*. 2008;(6):95-106. (In Russ.).
14. Tambi A.A., Morkovina S.S., Grigoriev I.V., et al. Razvitie tsirkulyarnoj ekonomiki v Rossii: rynek biotopliva [Development of circular economy in Russia: biofuel market]. *Lesotekhnicheskij Zhurnal = Lesotekhnicheskij Zhurnal*. 2019;9(4):173-185. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.4/19 (In Russ.).
15. Asadullah M. Barriers of commercial power generation using biomass gasification gas: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2014;29:201–215.
16. Gas Technology Institute campus generating on-site power. *Power Engineering*. 2003;107(1):50.
17. Molino A., Chianese S., Musmarra D. Biomass gasification technology: The state of the art overview. *Journal of Energy Chemistry*. 2016;25(1):10-25. DOI:10.1016/j.jechem.2015.11.005.
18. Panwar N.L., Kaushik S.C., Kothari S. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2011;15(3):1513-1524.

### Информация об авторах

О.А. Куницкая – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование лесного комплекса» ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», ola.ola07@mail.ru.

А.В. Помигуев – преподаватель 1-й кафедры тактики и общевойсковых дисциплин филиала ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации в г. Сызрани, pomiguev.ias@yandex.ru.

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

В.И. Григорьев – обучающийся, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», vmomr@mail.ru.

И.Н. Дмитриева – кандидат технических наук, доцент кафедры водных ресурсов и гидравлики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», in2907@mail.ru.

Г.В. Григорьев – кандидат технических наук, доцент кафедры водных ресурсов и гидравлики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», vtl-lta@mail.ru.

### Information about the authors

O.A. Kunitskaya, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Technology and Equipment of the Forest Complex, Arctic State Agrotechnological University, ola.ola07@mail.ru.

A.V. Pomiguyev, Lecturer of the 1st Dept. of Tactics and General Military Disciplines, Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation in Syzran, pomiguyev.ias@yandex.ru.

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

V.I. Grigoriev, Student, Saint Petersburg State Economic University, vmomr@mail.ru.

I.N. Dmitrieva, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Water Resources and Hydraulics, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, in2907@mail.ru.

G.V. Grigoriev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Water Resources and Hydraulics, Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, vtl-lta@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 14.11.2021; одобрена после рецензирования 22.12.2021; принята к публикации 20.01.2022.

The article was submitted 14.11.2021; approved after revision 22.12.2021; accepted for publication 20.01.2022.

© Куницкая О.А., Помигуев А.В., Афоничев Д.Н., Григорьев В.И., Дмитриева И.Н., Григорьев Г.В., 2022

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 635.656:631.811.98  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_82

**Оптимизация функционирования агроценозов гороха**

**Сергей Яковлевич Мухортов<sup>1✉</sup>, Раиса Григорьевна Ноздрачева<sup>2</sup>**

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

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных в 2017–2020 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым с содержанием гумуса 4,56. В экспериментах использовали горох овощной сортов Воронежский зеленый (раннеспелый), Хавский жемчуг (среднеспелый), Юрга (раннеспелый). Предпосевную обработку семян проводили, используя такие регуляторы роста, как альбит, нарцисс, циркон и эпин экстра. Площадь листовой поверхности учитывали в три срока. Выявлено, что обработка семян гороха всех сортов регуляторами роста стимулировала развитие листовой поверхности. Уже в первый срок определения этот эффект был заметен на сорте Воронежский зеленый – 3466–4191 м<sup>2</sup>/га, меньше разница была у сортов Хавский жемчуг и Юрга – соответственно 2979–3636 м<sup>2</sup>/га и 1380–2189 м<sup>2</sup>/га. Во второй срок определения эти закономерности сохранялись, хотя разница между вариантами сокращалась. То же самое отмечалось и в третий срок определения. Разница во все сроки определения математически доказана. Растения сорта Хавский жемчуг превосходили другие по показателю фотосинтетического потенциала посевов. При этом выявлено, что эффект разных регуляторов роста на различных сортах неодинаков: на сорте Воронежский зеленый лучшим было использование циркона, на сорте Хавский жемчуг – нарцисса, на сорте Юрга – альбита. Влияние регуляторов роста на разные сорта было неодинаковым: у сорта Воронежский зеленый было получено доказанное превышение урожайности при обработке семян альбитом и цирконом (4,59 и 4,50 т/га, 3,56 т/га на контроле), у сорта Хавский жемчуг – при обработке нарциссом, альбитом и эпином экстра (5,21 т/га, 5,09 и 4,90 т/га, 4,27 т/га на контроле). В отношении гороха сорта Юрга можно говорить только о тенденции повышения урожайности под действием обработки семян альбитом и цирконом.

**Ключевые слова:** горох овощной, сорта, регуляторы роста, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал посева, урожайность

**Для цитирования:** Мухортов С.Я., Ноздрачева Р.Г. Оптимизация функционирования агроценозов гороха // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 82–89. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_82-89](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_82-89).

GENERAL AGRICULTURE, CROP PRODUCTION  
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Optimization of functioning of pea agrocenoses**

**Sergey Ya. Mukhortov<sup>1✉</sup>, Raisa G. Nozdracheva<sup>2</sup>**

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

**Abstract.** The authors present the results of research conducted in 2017-2020 on the territory of “Agrotechnology” Scientific Educational and Technological Center of Voronezh State Agrarian University. The soil in the experimental plot is represented by leached medium loamy chernozem with humus content of 4.56. In the experiments the authors used the following green pea varieties: Voronezhskiy Zeleniy (early ripening), Khavskiy Zhemchug (mid-ripening), and Yurga (early ripening). Pre-sowing seed treatment was performed using growth regulators such as Albite, Narcissus, Zircon, and Epin Extra. Leaf surface area was recorded over three periods. It was revealed that treatment of pea seeds of all varieties with growth regulators stimulated the development of leaf surface. This effect was noticeable on the Voronezhskiy Zeleniy variety already in the first period of determination (3,466-4,191 m<sup>2</sup>/ha), while the difference was less prominent for the Khavskiy Zhemchug and Yurga varieties (2,979-3,636 m<sup>2</sup>/ha and 1,380-2,189 m<sup>2</sup>/ha, respectively). In the second period of determination these patterns persisted, although the difference between the variants was less. The same was noted in the third period of determination. The difference in all periods of determination was mathematically proven. Plants of the Khavskiy Zhemchug variety were superior to others in terms of photosynthetic potential of sowings. It was also found that the effect of different growth regulators on different varieties was not the same, e.g. Zircon was the best for the Voronezhskiy Zeleniy variety, Narcissus for the Khavskiy Zhemchug variety, and Albite for the Yurga variety. The effect of growth regulators on different varieties was not the same: a proven excess of yield for the Voronezhskiy Zeleniy variety was obtained after treating the seeds with Albite and

Zircon (4.59 and 4.50 t/ha compared to 3.56 t/ha in control), while for the Khavskiy Zhemchug variety excess yield was obtained when the seeds were treated with Narcissus, Albite and Epin Extra (5.21 t/ha, 5.09 and 4.90 t/ha compared to 4.27 t/ha in control). As for the Yurga variety, it is only possible to talk about a trend towards increasing the yield under the effect of seed treatment with Albite and Zircon.

**Key words:** green peas, varieties, growth regulators, leaf surface area, photosynthetic potential of sowings, yield

**For citation:** Mukhortov S.Ya., Nozdracheva R.G. Optimization of functioning of pea agrocecnoses. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):82-89. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_82-89](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_82-89).

## **В** ведение

Агроценозы культурных растений (в том числе и агроценозы гороха) являются менее сложными системами по сравнению с естественными ценозами. Это определяется как уменьшением биологического разнообразия ценозов и путей взаимодействия компонентов системы между собой, так и упрощением системы в целом. Все это приводит к тому, что возделывание культурных ценозов должно обеспечиваться дополнительными затратами энергии для поддержания необходимого равновесия между агроценозами и окружающей средой.

В связи с вышесказанным и развитием научного обеспечения технологическая схема выращивания агроценозов гороха либо дополняется какими-то элементами, усиливающими экологическую устойчивость агроценоза, либо в схеме происходит замена каких-то элементов на более адаптированные и менее затратные. В этом ряду привлекает внимание эффект «малых воздействий», который позволяет добиваться значительных изменений в функционировании агроценозов [1]. Одним из таких воздействий является применение регуляторов роста при предпосевной обработке семян.

Высокую эффективность способов предпосевной подготовки семян, направленных на ускорение их прорастания и повышение полевой всхожести, отмечают многие исследователи. Предпосевная обработка семян является одним из наиболее простых способов повышения качества посевного материала и увеличения урожайности зерновых культур. Затраты труда на проведение подобных мероприятий небольшие, а эффект может быть значительным [4, 6, 7, 8, 11, 12].

Регуляторы роста действуют прежде всего на ферментные системы растений, ускоряя биохимические реакции и, как следствие, стимулируя формирование органического вещества, синтезируемого в процессе фотосинтеза. Последнее приводит к тому, что повышается урожайность выращиваемых в агроценозах культур [2, 3, 5]. Помимо этого, происходят изменения во взаимоотношениях внутри агроценоза, так как усиление ростовых процессов культурных растений не может не сказываться на формировании некоторого их доминирования во взаимодействиях с факторами внешней среды, действие которых в совокупности обеспечивает реализацию генетических особенностей культурных растений в той или иной урожайности [9, 10]. Поэтому можно говорить об оптимизации функционирования агроценоза, применяя в качестве оптимизирующего фактора предпосевную обработку семян регуляторами роста.

### **Методика эксперимента**

Эксперименты были проведены в течение 2017–2020 гг. на полевом участке кафедры плодоводства и овощеводства на территории УНТЦ «Агротехнология» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,56, подвижных форм фосфора и калия – 129 г/кг и 118 мг/кг (по Чирикову), рН<sub>кол.</sub> от 5,1, сумма поглощенных оснований – от 21,3 до 22,2 мг на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 74–86%.

Площадь учетной делянки составила 5 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

В экспериментах использовали овощной горох следующих сортов:

- Воронежский зеленый (раннеспелый);
- Хавский жемчуг (среднеспелый);
- Юрга (раннеспелый).

Предпосевную обработку семян проводили, используя следующие регуляторы роста:

- альбит (действующее вещество – биополимер поли-бета-гидроксимасляная кислота (поли-бета-гидроксипутират, ПГБ));
- нарцисс (действующее вещество – хитозан (очищенный хитин (выжимка из панцирей ракообразных)), который обладает положительным зарядом и высокой степенью активности;
- циркон (действующее вещество – смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), производится из растительного сырья эхинацеи пурпурной);
- эпин экстра (действующее вещество – раствор эпибрасинолида в спирте (0,025 г/л)).

Семена гороха овощного замачивали до посева в течение 1 часа в 0,4% растворе альбита или 0,5% растворе циркона, 2 часов – в 0,08% растворе эпина экстра, 6 часов – в 0,25% растворе нарцисса или в дистиллированной воде (контроль).

Учеты площади листовой поверхности проводили в три срока:

- 1-й срок определения – 3-я декада мая;
- 2-й срок определения – 2-я декада июня;
- 3-й срок определения – 1-я декада июля.

#### **Результаты и их обсуждение**

Влияние регуляторов роста на развитие разных сортов гороха овощного определяли на основе учета формирования листовой поверхности растений (на рисунке 1 представлены результаты первого учета, на рисунке 2 – второго учета и на рисунке 3 – третьего учета).

Анализ представленных на рисунках 1 и 2 данных позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, следует отметить, что скорость формирования листовой поверхности увеличивается в ряду: Воронежский зеленый – Хавский жемчуг – Юрга. Во-вторых, влияние различных регуляторов роста изменяет эту закономерность. Так, обработки альбитом, нарциссом и эпином экстра усиливают процессы формирования листьев у сорта Хавский жемчуг, который в этот срок выходит по данному показателю на первое место. Обработка семян цирконом более эффективна для сорта Воронежский зеленый, в то время как для сорта Хавский жемчуг такая обработка менее эффективна.

Следует также отметить, что обработка регуляторами роста семян всех трех сортов гороха в опыте стимулировала развитие листовой поверхности. В большей степени это заметно на сорте Воронежский зеленый, где разница с контролем находилась в интервале от 3466 до 4191 м<sup>2</sup>/га, меньше разница была у сорта Хавский жемчуг (2979–3636 м<sup>2</sup>/га) и у сорта Юрга (1380–2189 м<sup>2</sup>/га). Очевидно, что более современные сорта в большей степени реализуют свои генетические возможности в начальный период развития, то есть они обладают значительным адаптивным потенциалом, который и реализуется в этот период (разница с контролем по всем сортам математически доказана).

Данные учета площади листьев во второй срок определения свидетельствуют о том, что закономерности, отмеченные выше, сохраняются, хотя разница между вариантами становится менее выраженной. Так, у сорта Воронежский зеленый разница с контролем составляла 3866–4279 м<sup>2</sup>/га, у сорта Хавский жемчуг – 2523–4212 м<sup>2</sup>/га, у сорта Юрга – 2672–3305 м<sup>2</sup>/га (разница с контролем математически доказана). Также сохраняются закономерности, характеризующие реакцию разных сортов на обработку семян различными регуляторами роста.

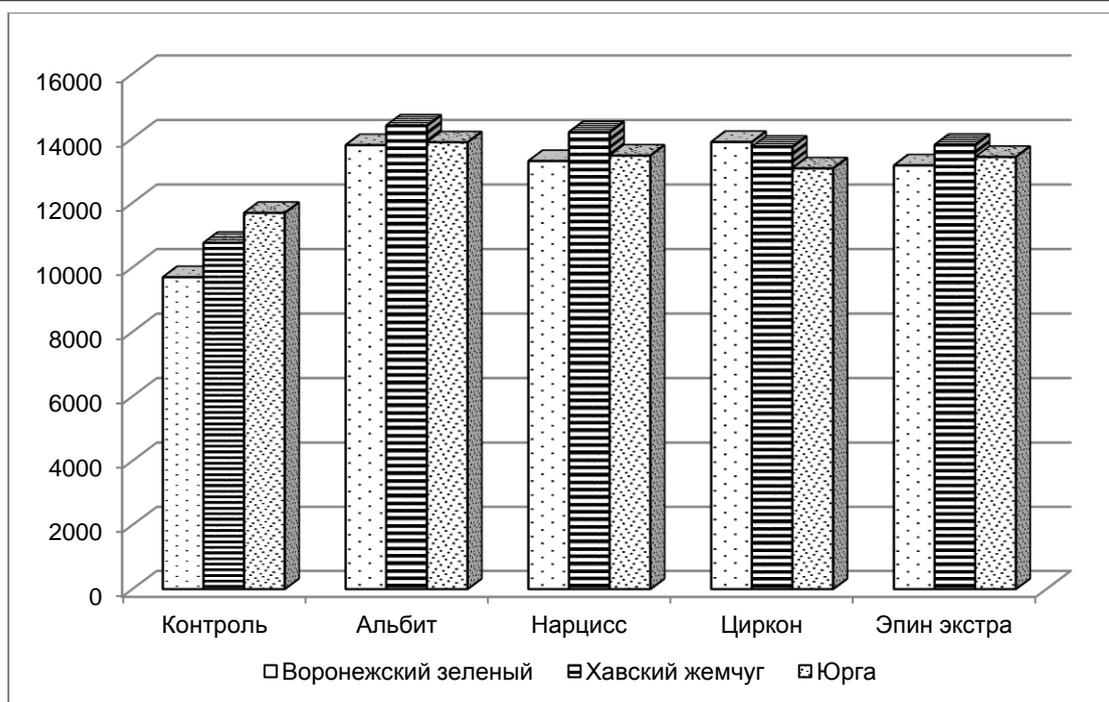


Рис. 1. Динамика площади листьев овощного гороха различных сортов в зависимости от применяемого регулятора роста при первом учете, м²/га

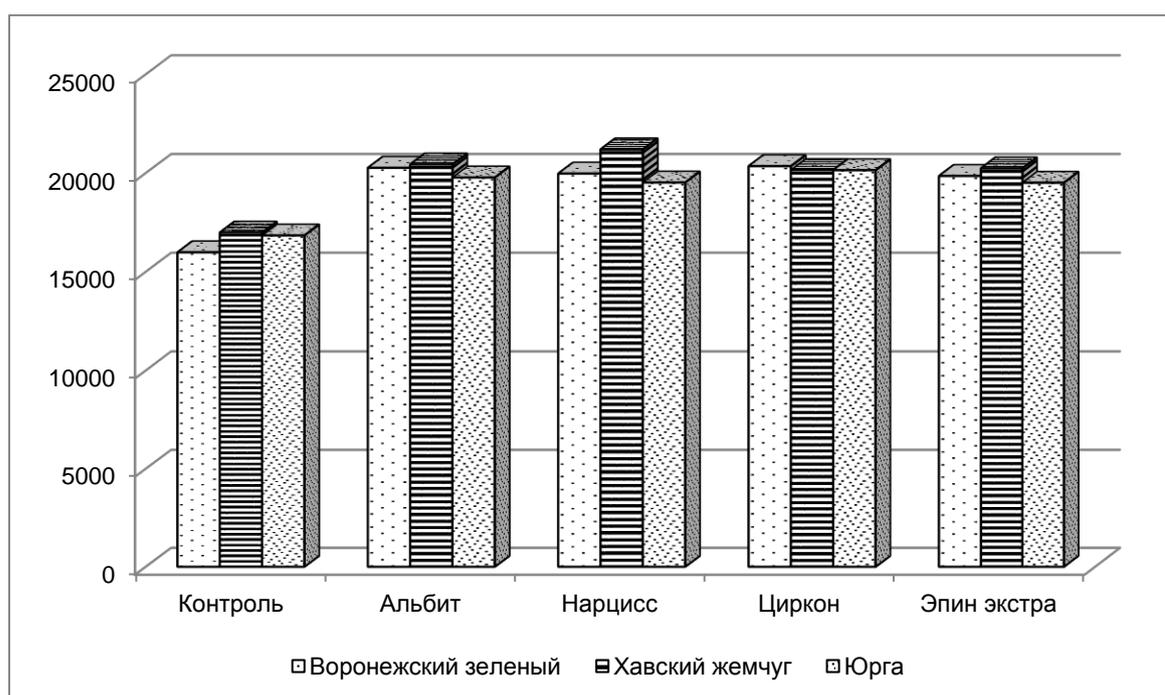
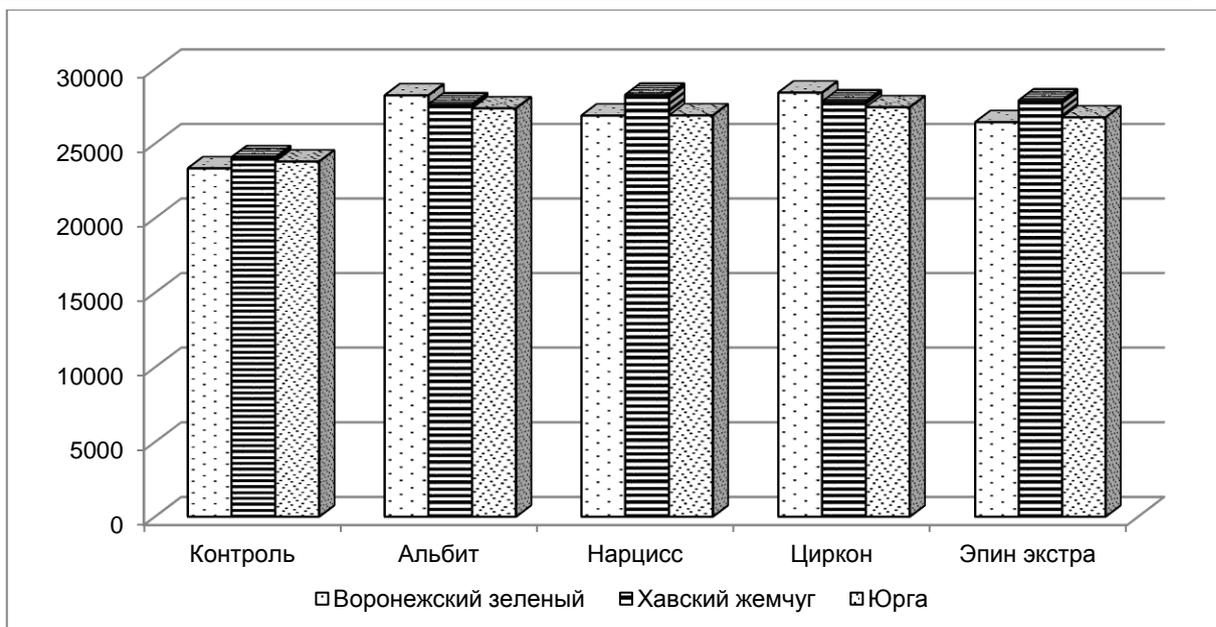


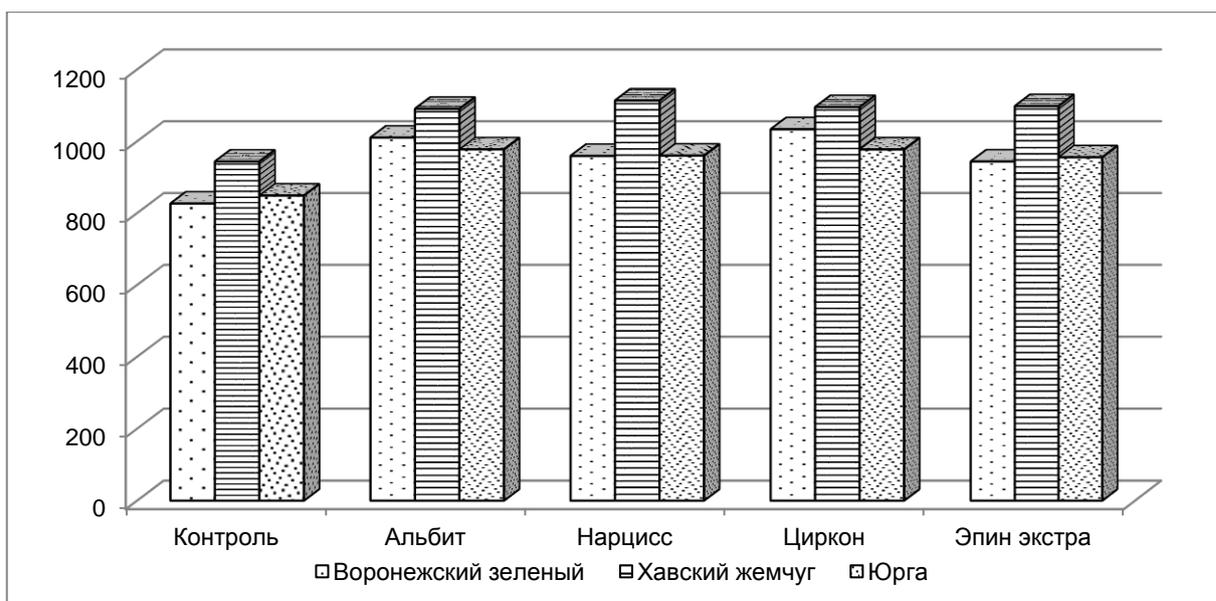
Рис. 2. Динамика площади листьев овощного гороха различных сортов в зависимости от применяемого регулятора роста при втором учете, м²/га

На рисунке 3 представлены результаты учета листовой поверхности растений изучаемых сортов в третий срок учета. Закономерности отмеченные выше в этот срок учета сохранились, но разница между сортами при применении одного и того же регулятора роста уменьшилась.

Интенсификация развития листовой поверхности под действием регуляторов роста определила увеличение фотосинтетического потенциала посевов (рис. 4).



**Рис. 3. Динамика площади листьев овощного гороха различных сортов в зависимости от применяемого регулятора роста при третьем учете, м²/га**



**Рис. 4. Фотосинтетический потенциал посевов разных сортов гороха овощного при использовании регуляторов роста, тыс.м²×дней/га**

Как следует из данных рисунка 4, во-первых, по фотосинтетическому потенциалу посевов сорт Хавский жемчуг превосходит остальные сорта (контрольный вариант). Во-вторых, изучаемые регуляторы роста стимулируют развитие листовой поверхности у исследуемых сортов. В-третьих, эффект разных регуляторов роста на различных сортах неодинаков. На сорте Воронежский зеленый лучшим был вариант использования циркона, на сорте Хавский жемчуг – нарцисса, на сорте Юрга – альбита. И если разница с контролем у опытных вариантов по сортам была математически доказана, то разница по регуляторам роста внутри реакции отдельных сортов была не всегда доказана. По сорту Воронежский зеленый разница между альбитом и цирконом не доказана, так же как и между нарциссом и эпином экстра, но между этими двумя парами вариантов – доказана. По сорту Хавский жемчуг – разница между опытными вариантами не доказана. По сорту Юрга можно выделить две пары вариантов: нет разницы между альбитом

и цирконом, а также между нарциссом и эпином экстра, в то же время разница между парами вариантов доказана.

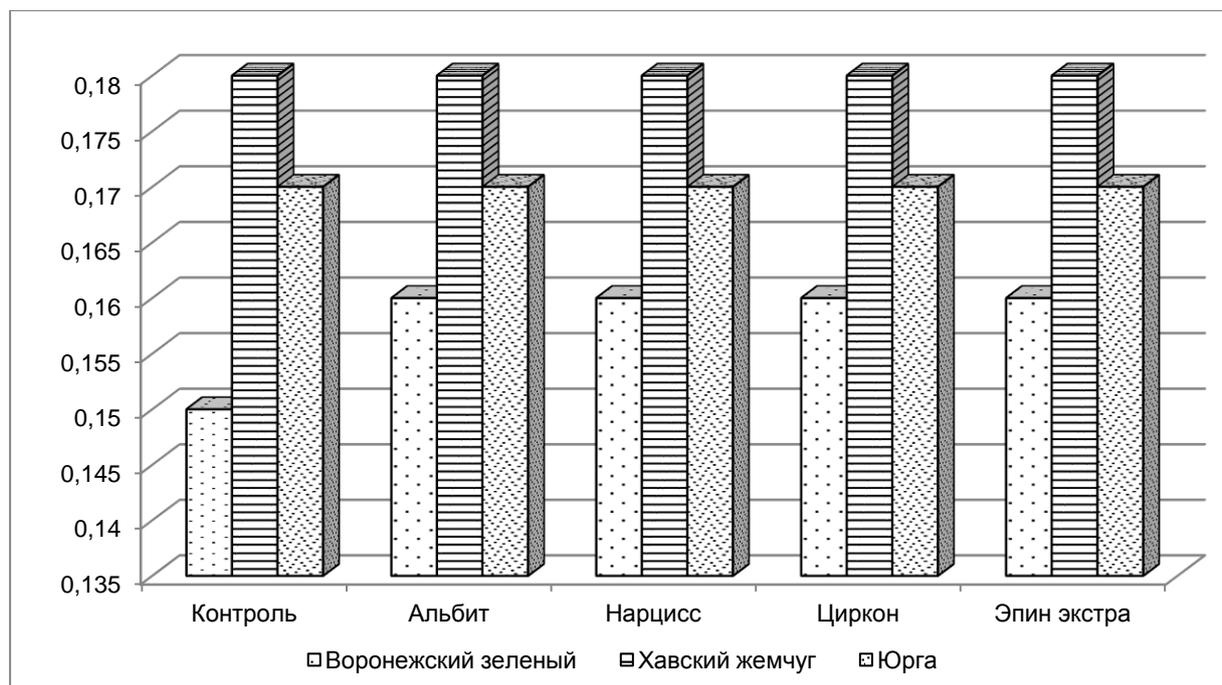
Результаты учета урожайности по вариантам опыта представлены в таблице.

**Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на урожайность разных сортов овощного гороха, т/га**

Сорта	Регуляторы роста				
	Контроль	Альбит	Нарцисс	Циркон	Эпин экстра
Воронежский зеленый	3,56	<b>4,50</b>	4,26	<b>4,59</b>	4,16
Хавский жемчуг	<b>4,27</b>	<b>5,09</b>	<b>5,21</b>	4,87	<b>4,90</b>
Юрга	3,97	4,76	4,50	4,78	4,50
НСР <sub>05</sub> (общее) = 1,52 т/га; НСР <sub>05</sub> (по сортам) = 0,52 т/га; НСР <sub>05</sub> (по регуляторам) = 0,84 т/га					

Из данных таблицы видно, что сорт Хавский жемчуг по урожайности доказано превышает другие сорта (контрольный вариант). Влияние регуляторов роста на разные сорта было неодинаково: по сорту Воронежский зеленый было получено доказанное превышение урожайности при обработке семян альбитом и цирконом, по сорту Хавский жемчуг – при обработке альбитом, нарциссом и эпином экстра, а по сорту Юрга можно говорить только о тенденции повышения урожайности под действием обработки семян альбитом и цирконом.

В процессе анализа полученных данных был рассчитан такой показатель, как удельная урожайность, по которому можно судить о степени влияния исследуемого фактора на физиологические особенности разных сортов (рис. 5).



**Рис. 5. Удельная урожайность на основе площади листовой поверхности третьего учета, кг/м<sup>2</sup>**

Из данных рисунка 5 видно, что только на сорте Воронежский зеленый использование регуляторов роста активизировало процессы синтеза органического вещества, то есть в этом случае урожайность возрастала не только за счет увеличения площади листовой поверхности, но и за счет увеличения КПД этого процесса. У других сортов (более современных) повышение урожайности происходило только за счет увеличения площади листовой поверхности.

## Выводы

1. Регуляторы роста (альбит, нарцисс, циркон и эпин экстра) при предпосевной обработке семян гороха овощного сортов Воронежский зеленый, Хавский жемчуг и Юрга стимулируют увеличение площади листовой поверхности во все сроки определения.
2. Предпосевная обработка семян гороха овощного указанных сортов исследуемыми регуляторами роста обусловила повышение фотосинтетического потенциала посевов.
3. На сорте Воронежский зеленый достоверную прибавку урожайности обусловила обработка семян альбитом и цирконом.
4. На сорте Хавский жемчуг достоверную прибавку урожайности обусловила обработка семян альбитом, нарциссом и эпином экстра.
5. На сорте Юрга при обработке семян альбитом и цирконом отмечена тенденция увеличения урожайности.

## Список источников

1. Васин В.Г., Васин А.В., Вершинина О.В. и др. Применение современных стимуляторов роста при возделывании зернобобовых культур: гороха, нута, сои // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20, № 2-2(82). С. 339–350.
2. Еряшев А.П., Искандерова З.Х. Влияние элементов технологии на эффективность возделывания гороха // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина ... профессора Дозорова Александра Владимировича (Ульяновск, 09 июня 2020 г.). Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2020. С. 178–189.
3. Еряшев А.П., Нефедов В.Н., Еряшев П.А. Приемы возделывания и продуктивность гороха в Республике Мордовия: монография. Саранск: Редакционно-издательский центр МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2018. 132 с.
4. Зубарева К.Ю., Полухина М.Г. Композиция для предпосевной обработки семян // Вестник аграрной науки. 2019. № 4(79). С. 16–20. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.4.16.
5. Исмаилова М.М. Адаптивный потенциал сортов гороха посевного в южной зоне РД // Проблемы развития АПК региона. 2020. № 3. С. 48–54. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2020.3.48.
6. Кривошеев С.И., Шумаков В.А., Гаврилова Т.В. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами и микроудобрениями на посевные качества и урожайность различных сортов гороха // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 40–44.
7. Малашевская О.В. Агроэкономическая оценка применения удобрений, ризобияльного инокулянта и регуляторов роста на посевном горохе // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 130–134.
8. Малашевская О.В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность посевного гороха // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 105–110.
9. Назарова А.А., Князев Б.М. Эффективность применения регуляторов роста на посевах зеленого горошка в различных зонах выращивания // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 1(70). С. 63-67. DOI: 10.21515/1999-1703-70-63-67.
10. Назарова А.А., Ципинов С.А., Князев Б.М. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зеленого горошка // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: матер. IV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти ... профессора Б.Х. Фиापшева (Нальчик, 22 марта 2018 г.). Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2018. С. 52–56.
11. Разлуга И.А., Немцова Е.В. Влияние аморфного диоксида кремния и его золя на параметры роста некоторых овощных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 55. С. 142–146. DOI: 10.31676/2073-4948-2018-55-142-146.
12. Ятчук П.В., Зубарева К.Ю., Расулова В.А. Биостимуляторы и микроудобрения, их роль в повышении продуктивности и качества семян гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4. С. 30–35. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11201.

## References

1. Vasin V.G., Vasin A.V., Verшинina O.V., et al. Primenenie sovremennykh stimulyatorov rosta pri vozdelevanii zernobobovykh kul'tur: gorokha, nuta, soi [Application of the modern growth factors at cultivation of leguminous cultures: peas, chick-pea, soy]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(2-2):339-350. (In Russ.).
2. Eryashev A.P., Iskanderova Z.H. Vliyanie elementov tekhnologii na effektivnost' vozdelevaniya gorokha [Impact of technology elements on the efficiency of pea cultivation]. *Fundamental'nye osnovy i prikladnye resheniya*

aktual'nykh problem vozdel'yvaniya zernovykh bobovykh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati rektora Ul'yanovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni P.A. Stolypina ... professora Dozorova Aleksandra Vladimirovicha [Fundamental foundations and applied solutions to actual problems of cultivation of grain legumes: Proceedings of International Scientific and Practical Conference dedicated to the Memory of the Rector of Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin ... Professor Aleksandr Vladimirovich Dozorov]. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University Press; 2020:178-189. (In Russ.).

3. Eryashev A.P., Nefedov V.N., Eryashev P.A. Priemy vozdel'yvaniya i produktivnost' gorokha v Respublike Mordoviya: monografiya [Methods of cultivation and productivity of peas in the Republic of Mordovia: monograph]. Saransk: Editorial and Publishing Center of Moscow State Pedagogical Institute named after M.E. Evseev; 2018. 132 p. (In Russ.).

4. Zubareva K.Ya., Polukhina M.G. Kompozitsiya dlya predposevnoy obrabotki semyan [Composition for pre-sowing seed treatment]. *Vestnik agrarnoy nauki = Bulletin of Agrarian Science*. 2019;4(79):16-20. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.4.16. (In Russ.).

5. Ismailova M.M. Adaptivnyy potentsial sortov gorokha posevnogo v yuzhnoy zone RD [Adaptive potential of sowing pea varieties in the southern zone of the Republic of Dagestan]. *Problemy razvitiya APK regiona = Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2020;3:48-54. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2020.3.48. (In Russ.).

6. Krivosheev S.I., Shumakov V.A., Gavrilova T.V. Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan biopreparatami i mikroudobreniyami na posevnye kachestva i urozhajnost' razlichnykh sortov gorokha [Effect of pre-sowing seed treatment with biopreparations and microfertilizers on the quality and the yield of different pea varieties]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2018;6:40-44. (In Russ.).

7. Malashevskaya O.V. Agroekonomicheskaya otsenka primeneniya udobrenij, rizobial'nogo inokulyanta i regul'yatorov rosta na posevnom gorokhe [Agro-economic estimation of application of fertilizers, rhizobial inoculant and growth regulator for peas]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2021;1:130-134. (In Russ.).

8. Malashevskaya O.V. Vliyanie makro-, mikroudobrenij, regul'yatora rosta i rizobial'nogo inokulyanta na dinamiku rosta, nakoplenie biomassy rastenij, fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhajnost' posevnogo gorokha [The influence of macro- and micro-fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant on the dynamics of growth, accumulation of plants biomass, photosynthetic activity and yield of peas]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyajstvennoy akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2019;4:105-110. (In Russ.).

9. Nazarova A.A., Knyazev B.M. Effektivnost' primeneniya regul'yatorov rosta na posevakh zelenogo goroshka v razlichnykh zonakh vyrashchivaniya [Efficacy of growth regulators in the crops of green peas in different growing zones]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Kuban State Agrarian University*. 2018;1(70):63-67. DOI: 10.21515/1999-1703-70-63-67. (In Russ.).

10. Nazarova A.A., Tsipinov S.A., Knyazev B.M. Vliyanie regul'yatorov rosta na produktivnost' i kachestvo zelenogo goroshka. Sel'skokhozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost': materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati ... professora B.H. Fiapsheva [Influence of growth regulators on productivity and quality of green peas. Agricultural land use and food security: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of ... Professor B.H. Fiapshev]. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University Press; 2018:52-56. (In Russ.).

11. Razlugo I.A., Nemtsova E.V. Vliyanie amorfnogo dioksida kremniya i ego zolya na parametry rosta nekotorykh ovoshchnykh kul'tur [The influence of amorphous silicon dioxide on growth characteristics of some vegetables]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and Small Fruits Cultures in Russia*. 2018;55:142-146. DOI: 10.31676/2073-4948-2018-55-142-146. (In Russ.).

12. Yatchuk P.V., Zubareva K.Yu., Rasulova V.A. Biostimulyatory i mikroudobreniya, ikh rol' v povyshenii produktivnosti i kachestva semyan gorokha [Biostimulants and microfertilizers, their role in improving the productivity and quality of pea seeds]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2020;4:30-35. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11201. (In Russ.).

#### Информация об авторах

С.Я. Мухортов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодородства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», muhortovtomat@mail.ru.

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

#### Information about the authors

S.Ya. Mukhortov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, muhortovtomat@mail.ru.

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

Статья поступила в редакцию 02.02.2022; одобрена после рецензирования 12.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 02.02.2022; approved after revision 12.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Мухортов С.Я., Ноздрачева Р.Г., 2022

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 633.112.1:631.4:631.559 (470.56)  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_90

**Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы  
и макроэлементов питания на урожайность твердой  
пшеницы в степной зоне Оренбургской области**

**Дмитрий Владимирович Митрофанов**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,  
Оренбург, Россия  
<sup>1</sup>dvm.80@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных в 2002–2020 гг. в длительном стационарном опыте на южных черноземах Оренбургского Предуралья с целью определения влияния влажности, целлюлозолитической активности почвы и подвижных форм питательных веществ (азот, фосфор, калий) на продуктивность яровой твердой пшеницы, выращиваемой по различным предшественникам: пар (черный, занятый, сидеральный), озимая пшеница, кукуруза на силос, мягкая пшеница, просо, ячмень, горох, твердая пшеница, контроль. Установлена прямо пропорциональная зависимость между влажностью почвы и урожайностью изучаемой культуры после черного пара в шестипольном севообороте. За 19 лет наблюдений максимальная урожайность твердой пшеницы зафиксирована на вариантах после черного и сидерального паров – соответственно 1,04 и 0,92 т/га (выше контроля на 0,27 и 0,15 т/га), минимальная – после таких предшественников, как просо и горох – соответственно 0,64 и 0,69 т/га. На других вариантах урожайность находилась в диапазоне от 0,72 до 0,87 т/га. В шестипольном севообороте в предшествующем черном пару весенние запасы продуктивной влаги возрастали до 148,5 мм, активируя жизнедеятельность целлюлозолитиков в почве. Как следствие, разложение льняного полотна достигало 10%, доступность подвижных форм питательных веществ повышалась до следующих значений:  $\text{NO}_3^- = 7,3$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 6,2$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 42,2$  мг/100 г почвы. Внесение минеральных удобрений на делянках, где предшествующие злаковые/бобовые культуры (овес и горох) применялись в качестве сидератов, способствовало повышению содержания подвижного фосфора и обменного калия (соответственно до 5,5 и 42,1 мг/100 г почвы), целлюлозолитической активности почвы (до 9,1%) и, как следствие, росту урожайности зерна. Таким образом, сельхозпроизводителям для повышения урожайности зерна твердой пшеницы можно рекомендовать применять весенние посевы по черным и сидеральным парам в шестипольных севооборотах после внесения минеральных удобрений под осеннюю вспашку.

**Ключевые слова:** твердая пшеница, урожайность, влажность почвы, микроорганизмы, нитраты, подвижный фосфор, обменный калий

**Для цитирования:** Митрофанов Д.В. Влияние влажности, целлюлозолитической активности почвы и макроэлементов питания на урожайность твердой пшеницы в степной зоне Оренбургской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 90–100. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_90-100](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_90-100).

GENERAL SOIL MANAGEMENT, CROP SCIENCE  
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Influence of humidity, cellosolytic activity of soil and  
major nutrient elements on grain yield of durum wheat  
in the steppe zone of Orenburg Oblast**

**Dmitriy V. Mitrofanov**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Centre of Biological Systems and Agro-technologies of the Russian Academy of Sciences,  
Orenburg, Russia  
<sup>1</sup>dvm.80@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The author presents the results of research conducted in 2002-2020 in a long-term stationary experiment in southern chernozems of Orenburg Cis-Urals in order to determine the influence of moisture, cellosolytic activity of soil and labile forms of nutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium) on the productivity

of spring durum wheat grown after various predecessors, e.g. fallow (black, seeded, green manure), winter wheat, maize for silage, soft wheat, millet, barley, peas, durum wheat, and control. A directly proportional relationship has been established between soil moisture and the yield of the studied crop after black fallow in six-field crop rotation. Over 19 years of observations, the maximum yield of durum wheat was recorded in the variants after black and green manure fallows, i.e. 1.04 and 0.92 t/ha, respectively, which was higher than control by 0.27 and 0.15 t/ha. The minimum yield was after such predecessors as millet and peas, i.e. 0.64 and 0.69 t/ha, respectively. In other variants the yield ranged from 0.72 to 0.87 t/ha. In six-field crop rotation in the preceding black fallow the spring reserves of productive moisture increased to 148.5 mm, activating the cellulolytics in the soil. As a result, the decomposition of flax linen reached 10%, and the availability of labile forms of nutrients increased to the following values:  $\text{NO}_3^- = 7.3$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 6.2$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 42.2$  mg per 100 g of soil. The application of mineral fertilizers in the plots where preceding cereals/legumes (oats and peas) were used as green manure contributed to an increase in the content of labile phosphorus and exchangeable potassium (up to 5.5 and 42.1 mg per 100 g of soil, respectively), as well as cellulolytic activity of soil (up to 9.1%). As a result, the yield of grain increased. Thus, in order to increase the grain yield of durum wheat, agricultural producers can be recommended to perform spring sowing on black and green manure fallows in six-field crop rotations after applying mineral fertilizers for autumn plowing.

**Key words:** durum wheat, yield, soil moisture, microorganisms, nitrates, labile phosphorus, exchangeable potassium

**For citation:** Mitrofanov D.V. Influence of humidity, cellulolytic activity of soil and major nutrient elements on grain yield of durum wheat in the steppe zone of Orenburg Oblast. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):90-100. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_90-100](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_90-100).

**В**ведение  
Оренбургская область в настоящее время является одним из ведущих регионов по производству зерна твердой пшеницы. Правильное размещение сельскохозяйственных культур в севообороте играет огромную роль для повышения их урожайности [19]. Учитывая тот факт, что в Оренбургской области отмечаются часто повторяющиеся в вегетационном периоде засухи, учеными проводятся исследования, направленные на выявление приемов, обеспечивающих повышение выхода зерна твердой пшеницы.

А.Г. Крючковым и В.И. Елисеевым определен минимальный расход продуктивной влаги на различных фонах питания: на удобренном – коэффициент водопотребления составляет 2192,5 куб. м/т, на удобренном – 1976,8 куб. м/т [10].

Основным фактором, влияющим на повышение урожайности твердой пшеницы (от 15,0 до 31,6 ц/га), является расход суммарной влаги (весенние почвенные запасы, количество выпавших осадков) за вегетацию, который варьирует от 210,8 до 329,5 мм. Низкая урожайность культуры (от 1,4 до 5,0 ц/га) наблюдается при расходах суммарной влаги от 122,4 до 204,0 мм [9].

Изучению особенностей водного режима почвы в связи с применением минеральных удобрений под посевы яровой пшеницы в засушливых условиях Оренбургской области посвящены исследовательские работы таких авторов, как В.Ф. Аникович, А.Г. Крючков, Н.А. Максюттов, В.М. Жданов, В.М. Косинский, Г.А. Кремер, Л.В. Давыдова, В.Ю. Скороходов и др. [1, 11, 12, 14, 15, 17].

Факторы интенсификации, воздействующие на почву, изменяют соотношение различных физиологических групп внутри микробного сообщества и, как следствие, биологическую активность [3]. Результаты исследований по изменению целлюлолитической активности почвы под влиянием различных вариантов внесения удобрений показывают, что интенсивность распада клетчатки под изучаемыми культурами неодинакова. Удобрения оказывают существенное воздействие на целлюлолитическую активность почвы [22]. Твердая пшеница проявляет положительную реакцию на применение минеральных удобрений в дозе N40P80K40 действующего вещества на 1 га, что приводит к прибавке урожайности [20].

За длительный период изучения на черноземах южных установлено, что уровень урожайности яровой пшеницы после предшественника проса в зернопаровом севообороте в основном зависит от влияния активности целлюлозоразлагающих почвенных

микроорганизмов при внесении минеральных удобрений [23]. При многолетнем использовании минеральных удобрений в более высоких дозах (N100P50K120) в условиях Нечерноземной зоны наблюдается средняя интенсивность разложения целлюлозы, создающая благоприятные условия для роста и развития полевых культур [7].

Твердая пшеница по урожайности уступает ранним яровым зерновым культурам (мягкая пшеница, ячмень и др.), вот почему возрастает важность выбора лучших предшественников в сочетании с рациональной системой удобрений и учетом особенностей агроландшафтов для успешного возделывания в севооборотах [18].

В результате исследований, проведенных в Оренбургском Предуралье, за пять ротаций севооборотов (30 лет) наибольшая урожайность твердой пшеницы по сравнению с другими предшественниками в севооборотах (озимая рожь, пшеница, кукуруза на силос, горох) и бессменным посевом отмечена на вариантах выращивания по черному, почвозащитному и сидеральному парам, где она составляла в среднем по удобренному и неудобренному фону питания соответственно 11,4 ц/га, 11,4 и 11,6 ц/га. Прибавка зерна по этим предшественникам наблюдается после внесения минеральных удобрений, что повышает урожай на 0,3–1,0 ц/га [13], в то время как в засушливых условиях среднего Заволжья применение удобрений под твердую пшеницу способствует повышению урожайности на 1,9–3,1 ц/га [21]. В засушливых условиях Оренбуржья эффективность удобрений во многом зависит от количества весенних осадков, температурного режима вегетационного периода и предшественников севооборотов.

Потенциальное повышение урожайности твердой пшеницы до 20–30 ц/га на обыкновенных черноземах Оренбургского Предуралья возможно лишь при благоприятных по увлажнению условиях вегетационного периода и в результате применения минеральных удобрений [8]. По данным В.И. Елисеева, твердая пшеница отзывчива на азот в составе полного минерального удобрения (NPK): прибавка урожая зерна варьирует от 2,0 до 4,5 ц/га [5].

Сокращение посевов твердой пшеницы в Оренбургской области обуславливается высокими требованиями, предъявляемыми данной культурой к условиям выращивания, а также ее низкой урожайностью. По многолетним данным отдела агрохимии Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства, в засушливые годы отмечается минимальное влияние внесенных минеральных удобрений на урожайность зерна твердой пшеницы: прибавка не превышала 1,6 ц/га (для сравнения: во влажные годы прибавка урожая составляла 5,0 ц/га [6]).

Повышение урожайности зерна яровой твердой пшеницы в условиях сухого земледелия Оренбургской области приобретает особую актуальность. В связи с этим исследования проводили по изучению влияния влажности почвы, целлюлозоразрушающей активности микроорганизмов и макроэлементов питания на урожайность зерна яровой твердой пшеницы в севооборотах и бессменном посеве на черноземах южных Оренбургского Предуралья.

#### **Условия, материалы и методы**

Полевые исследования проводили с 2002 по 2020 г. в рамках длительного экспериментального стационарного опыта в севооборотах и бессменном посеве на территории Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (возле п. Нежинка Оренбургского района, центральная зона области). Опыт был заложен в 1988 г. сотрудниками отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Объектами исследования являлись почва (чернозем южный карбонатный среднесплодный тяжелосуглинистый) и зерновая культура (твердая пшеница) в севооборотах и бессменном посеве.

Почва опытного участка характеризовалась следующими показателями:

- гумус в пахотном слое почвы 0–30 см – 3,5%;
- общий азот – 0,25%;
- общий фосфор – 0,20%;
- подвижный нитратный азот – 12,5 мг/100 г;
- подвижный фосфор – 2,0 мг/100 г;
- обменный калий – 35 мг/100 г;
- рН почвенного раствора – 7,5;
- сумма поглощенных оснований – 40,1 мг·экв/100 г почвы;
- гидролитическая кислотность – 2,0 мг·экв/100 г сухой почвы.

Объемная масса почвы в слое 0–30 см составляла 1,15 г/см<sup>3</sup> и повышалась до 1,40 г на 1 см<sup>3</sup> в слое 0–100 см. Углубление в нижние слои почвы приводило к снижению влажности завядания, максимальной гигроскопичности и влагоемкости. Наименьшая полевая влагоемкость в слоях почвы 0–100 см и 0–150 см составляла соответственно 28,1 и 24,4%.

Схема полевого опыта включала в себя одиннадцать вариантов выращивания яровой твердой пшеницы в шестипольных, двупольных севооборотах и бессменном посеве по следующим предшественникам.

- I. Черный пар (контроль).
- II. Озимая пшеница.
- III. Черный пар.
- IV. Занятый пар (посев суданской травы).
- V. Сидеральный пар (овес и горох).
- VI. Кукуруза на силос.
- VII. Мягкая пшеница.
- VIII. Просо.
- IX. Ячмень.
- X. Горох.
- XI. Твердая пшеница (бессменный посев).

Исследования проводили в соответствии с методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [4].

Длительные полевые опыты (19 лет) закладывали в четырех повторениях. Делянки представляли собой прямоугольники с размерами 14,4 на 30 м ( $S^2 = 432 \text{ м}^2$ ) в шестипольных севооборотах,  $7,2 \times 30 \text{ м}$  ( $S^2 = 216 \text{ м}^2$ ) в двупольных севооборотах и бессменном посеве,  $3,6 \times 30 \text{ м}$  с площадью 108 м<sup>2</sup> после гороха. Общая площадь полевого опыта составляла 13 392 м<sup>2</sup>, или 1,3 га.

В осенний период под основную обработку почвы (вспашка) с помощью сеялки СЗ-3,6 вносили комплексные минеральные удобрения (аммофоска, нитроаммофоска) в дозе N40P80K40 кг/га действующего вещества. Длина делянки удобренного и неудобренного фона питания составляла 30 м. Контрольным вариантом опыта являлась делянка без применения минеральных удобрений, остальные варианты (II–XI) размещены на удобренном фоне питания.

В первой декаде мая с помощью сеялки СЗП-3,6 высевали твердую пшеницу следующих сортов: Оренбургская 10, Оренбургская 21, Целиница с рекомендуемой нормой 180–195 кг/га. После сева почву на делянках прикатывали. Уборку проводили селекционным комбайном САМПО-500, при этом учитывали зерновую продукцию с площади 60 м<sup>2</sup>.

Урожайность бункерного веса зерна с делянки определяли весовым методом и рассчитывали с 1 га пашни. Продуктивность твердой пшеницы устанавливали при 14% влажности и 100% чистоте зерна.

В полевых условиях для определения влажности почвы после посева и перед уборкой твердой пшеницы на делянках отбирали образцы ручным пробоотборником с трех скважин в слое 0–100 см.

В лабораторных условиях термостатно-весовым методом по рекомендации С.А. Воробьева определяли продуктивную влагу [2].

За количеством выпавших осадков наблюдали с помощью установленного полевого дождемера на делянках стационарного опытного участка.

Целлюлозолитическую активность почвы определяли с помощью аппликационно-весового метода Е.Н. Мишустина и А.Н. Петровой [16]. Высокая активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов приводила к разрушению льняной ткани на прямоугольных стеклах. Разлагающаяся ткань состояла из 80% целлюлозы и 20% различных примесей, в частности лигнина. Срок инкубации льняной ткани на глубине 0–20 см почвы длился три месяца (май-август) в течение периода вегетации культуры. На каждой делянке твердой пшеницы определяли целлюлозоразлагающую активность аэробных микроорганизмов (бактерии и грибы), анаэробных мезофильных и термофильных бактерий. К наиболее распространенным аэробным бактериям, разлагающим целлюлозу, относятся бактерии семейства *Cytophagaceae* рода *Cytophaga* (*Spirochaeta cytophaga* – необразующие микроцисты), *Sporocytophaga* (образующие микроцисты) и др. Грибами, разрушающими целлюлозу, являлись представители родов *Fusarium* и *Chaetomium*. В разлагающих процессах в почве участвовали хитридиомицеты, среди которых много паразитов и других анаэробных бактерий.

На полевом опытном участке для установления количества макроэлементов питания в период посева отбирали почвенные образцы так же, как и при определении влажности, только на глубине 0–30 см. В лабораторных условиях Центра коллективного пользования биологических систем и агротехнологий РАН двумя методами (инометрическим и Мачигина) определяли в почве содержание подвижных форм питательных веществ ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Результаты данных по урожайности зерна твердой пшеницы математически обрабатывали с помощью дисперсионного анализа с помощью компьютерной программы для расчета однофакторного опыта «Самойлов Андрей, 2004 г.».

#### **Результаты и их обсуждение**

В первую очередь определяли среднюю влажность в метровом слое почвы по различным изучаемым предшественникам и срокам наблюдений. Наибольшие запасы продуктивной влаги с учетом выпавших осадков за вегетационный период наблюдались после посева и перед уборкой по предшественникам второго и третьего вариантов опыта (озимая пшеница и пар черный). Они составляли соответственно 149,8 – 45,9 мм, 148,5 – 50,4 мм с отклонением от контроля 7,0 – 2,8 мм, 5,7 – 7,3 мм (см. табл.). Это объясняется тем, что раннее окончание периода вегетации озимой пшеницы (вторая декада июля) и периода парования (май-август) способствовало большему накоплению запасов продуктивной влаги в почве будущего года, чем на вариантах с другими предшественниками. Полевые культуры на других делянках расходовали влагу на свой рост и развитие, что приводило к снижению ее содержания в метровом слое почвы.

Наименьшая влажность почвы по срокам определения (после посева и перед уборкой) отмечалась на варианте выращивания пшеницы после проса и составляла соответственно 50,1 и 12,8 мм с отрицательным отклонением от контроля –92,7 и –30,3 мм. Кроме того, на этом варианте отмечена сильная засоренность посевов просом, которая повышала уплотнение почвы и, как следствие, уменьшала запасы продуктивной влаги в отличие от других предшественников севооборотов.

## АГРОНОМИЯ

**Запасы продуктивной влаги, степень разложения льняного полотна, содержание подвижных форм питательных веществ в почве и урожайность зерна яровой твердой пшеницы в зависимости от предшественника, фона питания и срока взятия проб (средние показатели за 2002–2020 гг.)**

Вариант опыта	Предшественник	Продуктивная влага в слое почвы 0–100 см, мм*		Степень разложения ткани в слое 0–20 см, %	Содержание весенних запасов питательных веществ в слое 0–30 см, мг/100 г почвы			Урожайность зерна, т/га	НСР <sub>05</sub> <sup>1</sup>
		после посева	перед уборкой		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
I (контроль)	Пар черный на фоне без удобрений	142,8	43,1	9,7	6,4	4,5	39,7	0,77	0,34
Удобренный фон питания									
II	Озимая пшеница	<u>149,8</u> <sup>**</sup> 7,0 <sup>***</sup>	<u>45,9</u> 2,8	<u>9,6</u> -0,1	<u>7,9</u> 1,5	<u>6,4</u> 1,9	<u>45,2</u> 5,5	<u>0,82</u> 0,05	0,14
III	Пар черный	<u>148,5</u> 5,7	<u>50,4</u> 7,3	<u>10,0</u> 0,3	<u>7,3</u> 0,9	<u>6,2</u> 1,7	<u>42,2</u> 2,5	<u>1,04</u> 0,27	0,07
IV	Пар занятый	<u>139,4</u> -3,4	<u>47,2</u> 4,1	<u>8,9</u> -0,8	<u>7,6</u> 1,2	<u>5,8</u> 1,3	<u>41,6</u> 1,9	<u>0,87</u> 0,10	0,16
V	Пар сидеральный	<u>139,8</u> -3,0	<u>43,7</u> 0,6	<u>9,1</u> -0,6	<u>8,5</u> 2,1	<u>5,5</u> 1,0	<u>42,1</u> 2,4	<u>0,92</u> 0,15	0,11
VI	Кукуруза на силос	<u>124,1</u> -18,7	<u>34,2</u> -8,9	<u>7,1</u> -2,6	<u>8,0</u> 1,6	<u>5,7</u> 1,2	<u>40,5</u> 0,8	<u>0,74</u> -0,03	0,21
VII	Мягкая пшеница	<u>129,5</u> -13,3	<u>40,6</u> -2,5	<u>7,9</u> -1,8	<u>7,3</u> 0,9	<u>6,1</u> 1,6	<u>41,1</u> 1,4	<u>0,75</u> -0,02	0,19
VIII	Просо	<u>50,1</u> -92,7	<u>12,8</u> -30,3	<u>2,7</u> -7,0	<u>3,7</u> -2,7	<u>3,1</u> -1,4	<u>39,8</u> 0,1	<u>0,64</u> -0,13	0,36
IX	Ячмень	<u>86,4</u> -56,4	<u>22,4</u> -20,7	<u>2,8</u> -6,9	<u>5,6</u> -0,8	<u>5,1</u> 0,6	<u>31,2</u> -8,5	<u>0,78</u> -0,01	0,22
X	Горох	<u>131,9</u> -10,9	<u>36,1</u> -7,0	<u>8,8</u> -0,9	<u>9,1</u> 2,7	<u>6,2</u> 1,7	<u>41,4</u> 1,7	<u>0,69</u> -0,08	0,21
XI	Мягкая пшеница (бессменно)	<u>142,3</u> -0,5	<u>48,9</u> 5,8	<u>7,0</u> -2,7	<u>6,3</u> -0,1	<u>6,0</u> 1,5	<u>39,8</u> 0,1	<u>0,72</u> -0,05	0,21

Примечание: \* – запасы продуктивной влаги с учетом выпавших осадков по данным полевого осадкомера за май в среднем составляли 31,2 мм, июнь – 34,0 мм, июль – 30,9 мм, август – 24,0 мм;

\*\* – среднее по вариантам;

\*\*\* – отклонения от контроля (+ или –);

<sup>1</sup> – НСР<sub>05</sub> урожайности по фактору (удобрения).

За девятнадцать лет наблюдений определена степень разложения льняного полотна по вариантам выращивания твердой пшеницы после паров и полевых культур. Самые высокие показатели целлюлозолитической активности почвы в слое 0–20 см отмечены на варианте опыта после черного пара и составили на удобренном фоне питания 10,0% с отклонением от неудобренного на 0,3%. В результате сохранения и накопления продуктивной влаги в черном пару целлюлозолитики оказывают положительное влияние на повышение целлюлозолитической активности в почве.

На основании полученных данных по целлюлозолитической активности почвы установлено, что после внесения минеральных удобрений уменьшается степень разложения льняного полотна на вариантах выращивания твердой пшеницы после проса и ячменя. Наименьшая активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почве по данным предшественникам составляла 2,7 и 2,8% с отрицательным отклонением от

контроля  $-7,0$  и  $-6,9\%$ . В связи с этим высокая плотность почвы и минимальные запасы продуктивной влаги на этих делянках опыта способствовали снижению жизнедеятельности микроорганизмов. Почвенная целлюлозоразрушающая активность микроорганизмов на других вариантах варьировала в интервале от  $7,0$  до  $9,6\%$ .

Различная активность целлюлозолитиков приводит к неодинаковой доступности подвижных форм питательных веществ. В пахотном слое почвы ( $0-30$  см) содержание нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в период посева твердой пшеницы зависело от степени целлюлозолитической активности почвы.

Максимальное содержание нитратного азота в почве наблюдалось в период посева твердой пшеницы на варианте опыта после гороха –  $9,1$  мг/100 г почвы, что превышало значение контрольного варианта на  $2,7$  мг/100 г почвы. За счет внесения минеральных удобрений и биологических особенностей гороха происходит накопление нитратного азота в почве. Минимальное его количество отмечено в почве после проса –  $3,7$  мг/100 г почвы, что меньше контрольного значения на  $2,7$  мг/100 г почвы.

Самое высокое содержание подвижного фосфора на удобренном фоне питания отмечено на варианте после озимой пшеницы и составляло  $6,4$  мг/100 г почвы с положительным отклонением от контроля на  $1,9$  мг/100 г почвы, минимальное – на варианте после проса –  $3,1$  мг/100 г почвы с отрицательным отклонением от контроля ( $-1,4$  мг/100 г почвы). Содержание подвижного фосфора в почве других вариантов варьировало от  $5,1$  до  $6,2$  мг/100 г почвы.

Самое высокое содержание обменного калия в почве отмечено на варианте после озимой пшеницы и составляло  $45,2$  мг/100 г почвы, что превышало показатель контроля на  $5,5$  мг/100 г почвы. Низкий запас оксида калия отмечен на варианте после ячменя –  $31,2$  мг/100 г почвы, что ниже контроля на  $8,5$  мг/100 г почвы. Лучшее обеспечение почвы обменным калием в сравнении с нитратным азотом и подвижным фосфором объясняется особенностями водного и биологического режима чернозема южного конкретного экспериментального участка, в результате чего происходит накопление именно таких запасов подвижных форм питательных веществ.

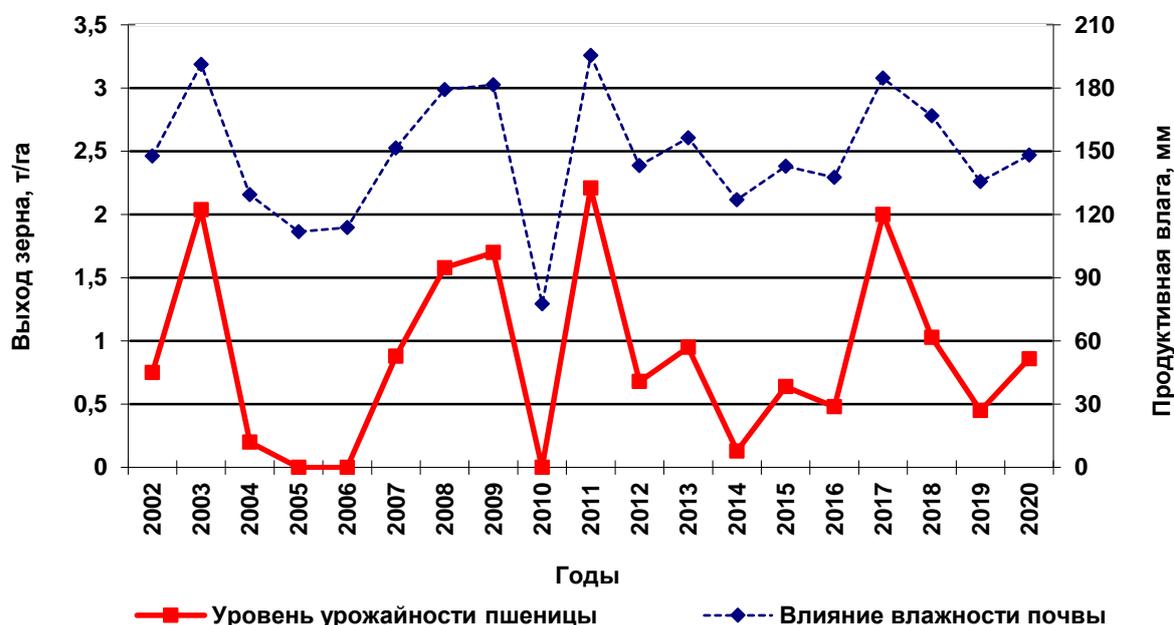
Основными питательными веществами для твердой пшеницы в почве являются макроэлементы, которые используются для роста, развития и созревания зерна. Количество и доступность нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве имеют большое значение в рационе питания твердой пшеницы для формирования урожая зерна.

Максимальная урожайность зерна твердой пшеницы получена на вариантах опыта после черного и сидерального паров – соответственно  $1,04$  и  $0,92$  т, что превышало значения контрольного варианта на  $0,27$  и  $0,15$  т/га. Минимальная продуктивность яровой пшеницы отмечена на вариантах после проса и гороха – соответственно  $0,64$  и  $0,69$  т/га. На других вариантах выращивания твердой пшеницы урожайность варьировала от  $0,72$  до  $0,87$  т/га.

На основании математической обработки данных урожайности зерна твердой пшеницы с помощью дисперсионного анализа однофакторного опыта ( $НСР_{05}$  по удобрениям) установлено, что фактическая разница наиболее существенна в третьем, пятом и контрольном вариантах – соответственно  $НСР_{05} = 0,07, 0,11$  и  $0,34$  т. Этот факт свидетельствует о влиянии минеральных удобрений на повышение продуктивности (по сравнению с контролем).

По остальным вариантам отмечена незначительная наименьшая разность по сравнению с контролем ( $НСР_{05}$  – от  $0,14$  до  $0,36$  т). В результате обработки результатов вариантов опыта выявлено, что на удобренном фоне питания такие предшественники, как озимая пшеница, пар занятый, кукуруза на силос, мягкая пшеница, просо, ячмень, горох и бесменный посев твердой пшеницы не оказывают влияния на урожайность зерна.

На урожайность зерна твердой пшеницы на варианте после черного пара оказывают влияние запасы весенней продуктивной влаги в метровом слое почвы (0–100 см) на удобренном фоне питания, особенно после осеннего внесения минеральных удобрений (см. рис.).



Урожайность зерна твердой пшеницы после черного пара в шестипольном севообороте в зависимости от содержания весенней продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см на удобренном фоне питания

Из данных, приведенных на рисунке, видна прямо пропорциональная зависимость между урожайностью твердой пшеницы и содержанием весенней продуктивной влаги в почве: чем выше влажность почвы (2003, 2011 и 2017 гг.), тем выше урожайность твердой пшеницы после черного пара в шестипольном севообороте, и наоборот. Эта зависимость объясняется тем, что во влажные годы продуктивная влага метрового слоя почвы лучше усваивается культурой, и, как следствие, улучшаются процессы роста, развития и созревания зерна. В сильно засушливые годы исследования (2005, 2006 и 2010 гг.) отмечено снижение влажности почвы, что способствовало проявлению пуштоколосости и гибели растений.

Установлено, что перед посевом твердой пшеницы предшествующий черный пар за время своего парования накапливает достаточные запасы продуктивной влаги в почве на удобренном фоне питания, что оказывает влияние на повышение урожайности зерна. Запасы весенней влаги на делянках благотворно влияли на жизнедеятельность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и доступность подвижных форм питательных веществ растениям твердой пшеницы.

В посевах твердой пшеницы после сидерального пара на удобренном фоне питания отмечался рост урожайности зерна по сравнению с контролем. Этот процесс происходил за счет действия зеленых минеральных удобрений (сидераты – овес и горох), целлюлозоразлагающей активности микроорганизмов, накопления достаточно высоких запасов весенней продуктивной влаги и макроэлементов питания в почве.

### Выводы

Выявлено, что различные предшественники и минеральные удобрения не оказывают заметного влияния на влажность, целлюлозолитическую активность почвы и содержание подвижных форм питательных веществ и, как следствие, на повышение урожайности зерна твердой пшеницы.

Максимальная урожайность твердой пшеницы зафиксирована на вариантах выращивания твердой пшеницы после черного и сидерального паров – соответственно 1,04 и 0,92 т/га, что выше контрольного варианта на 0,27 и 0,15 т/га. Минимальная продуктивность твердой пшеницы отмечена после таких предшествующих культур, как просо и горох – соответственно 0,64 и 0,69 т/га. На других вариантах выращивания твердой пшеницы урожайность находилась в диапазоне от 0,72 до 0,87 т/га.

В шестипольном севообороте в предшествующем черном пару весенние запасы продуктивной влаги возрастали до 148,5 мм, активируя жизнедеятельность целлюлозолитиков в почве. Как следствие, разложение льняного полотна достигало 10%, доступность подвижных форм питательных веществ повышалась до следующих значений:  $\text{NO}_3^- = 7,3$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 6,2$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 42,2$  мг/100 г почвы.

Внесение минеральных удобрений на делянках, где предшествующие злаковые/бобовые культуры (овес и горох) применялись в качестве сидератов в пару, способствовало повышению содержания подвижного фосфора и обменного калия (соответственно до 5,5 и 42,1 мг/100 г почвы), целлюлозолитической активности почвы (до 9,1%) и, как следствие, росту урожайности зерна.

Таким образом, сельхозпроизводителям для повышения урожайности зерна твердой пшеницы можно рекомендовать применять весенние посевы по черным и сидеральным парам в шестипольных севооборотах после внесения минеральных удобрений под осеннюю вспашку.

*Исследования проводили в соответствии с планом научно-исследовательской работы на 2020–2021 гг. Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (№ 0761-2019-0003).*

#### Список источников

1. Аникович В.Ф. Особенности водного режима почвы в связи с внесением минеральных удобрений под яровую пшеницу в засушливой степи Оренбургской области // Сборник научных трудов. Уфа, 1988. С. 68–74.
2. Воробьев С.А., Буров Д.И., Егоров В.Е., Груздев Г.С. Земледелие: учебник и учебное пособие; под ред. проф. С.А. Воробьева. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1972. 512 с.
3. Долгополова Н.В., Павлов А.А. Биологическая активность и плотность почвы при возделывании яровой твердой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4. С. 31–33.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Елисеев В.И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность яровой твердой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10(185). С. 14–19.
6. Елисеев В.И., Сандакова Г.Н. Оценка влияния погодных условий и минерального питания на урожайность яровой твердой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10(185). С. 212–217.
7. Золкина Е.И. Влияние длительного применения удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур // Плодородие. 2019. № 5(110). С. 20–23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06.
8. Крючков А.Г., Елисеев В.И., Абдрашитов Р.Р. Удобрение яровой твердой пшеницы и ее урожайность в Оренбургском Предуралье // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 53–57.
9. Крючков А.Г., Елисеев В.И. Вероятность формирования урожайности яровой твердой пшеницы в связи с различным количеством доступной влаги в степной зоне Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4(60). С. 20–24.
10. Крючков А.Г., Елисеев В.И. Закономерности поступления и расхода влаги яровой твердой пшеницей в засушливой степи Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 4(192). С. 72–78.
11. Крючков А.Г., Максютов Н.А. Погодные факторы и роль предшественников в повышении урожайности яровой твердой пшеницы // Аграрная наука. 2015. № 11. С. 7–11.
12. Максютов Н.А., Жданов В.М., Косинский В.М. Водный режим почвы в чистых, сидеральных и почвозащитных парах при возделывании на них яровой пшеницы // Агробиологические основы интенсификации производства зерна в Оренбургской области: сборник научных трудов. Уфа, 1991. С. 33–38.
13. Максютов Н.А., Зоров А.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. Влияние предшественников и фона питания на урожайность яровой твердой пшеницы в засушливой степи Оренбургского Предуралья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 11–17.

14. Максютов Н.А., Кремер Г.А., Жданов В.М., Давыдова Л.В. Водный режим почвы в севооборотах с различными видами пара // Проблемы земледелия, растениеводства и животноводства в степном регионе: сборник научных трудов, юбилейный выпуск к 60-летию Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Оренбург, 1997. С. 105–112.
15. Митрофанов Д.В., Максютов Н.А., Скороходов В.Ю. и др. Влияние продуктивной влаги на урожайность сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 225–233.
16. Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. 1963. Т. 32, № 3. С. 478-483.
17. Насыров Д.К., Максютов Н.А. Влияние минеральных удобрений на водный режим почвы // Бажановские чтения: сборник научных трудов к 90-летию Бузулукского опытного поля. Оренбург, 2003. С. 166–170.
18. Пашкова Г.И. Влияние предшественников на продуктивность яровой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. 2020. Т. 6, № 1(21). С. 48–53. DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-1-48-52.
19. Сандакова Г.Н. Зоны производства и размещение центров глубокой переработки сильной и твердой пшеницы в Оренбургской области // Инновационные процессы в сельскохозяйственном производстве, наука и практика: международный сборник научных трудов. Оренбург, 2008. С. 45–60.
20. Скороходов В.Ю. Уровень биологической активности почвы и содержание нитратного азота под посевами яровой твердой пшеницы в последствии черного кулисного пара на черноземах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3(83). С. 51–57. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-51-57.
21. Щербинина Е.В. Питательный режим почвы при возделывании яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье // Молодой ученый. 2016. № 27.3(131.3). С. 62–65.
22. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 7(106). С. 45–49.
23. Mitrofanov D.V., Maksyutov N.A., Skorokhodov V.Yu., et al. Biological activity influence of soil and nitrates on the yield of soft spring wheat in crop rotation and permanent sowing in Urals southern chernozems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 624. No. 012013. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012013.

#### References

1. Anikov V.F. Osobennosti vodnogo rezhima pochvy v svyazi s vneseniem mineral'nykh udobrenij pod yarovuyu pshenitsu v zasushlivoj stepi Orenburgskoj oblasti [Features of the water regime of the soil in connection with mineral fertilizers application for spring wheat in the arid steppe of Orenburg Oblast]. Sbornik nauchnykh trudov [Collection of scientific papers]. Ufa; 1988:68-74. (In Russ.).
2. Vorobiev S.A., Burov D.I., Egorov V.E., Gruzdev G.S. Zemledelie: uchebnik i uchebnoe posobie; pod red. prof. S.A. Vorob'eva. 2-e izd., pererab. i dop. [Soil Management: Textbook and Study Guide; edited by Prof. S.A. Vorobyov. 2nd ed., revised and enlarged]. Moscow: Kolos Press; 1972. 512 p. (In Russ.).
3. Dolgopolova N.V., Pavlov A.A. Biologicheskaya aktivnost' i plotnost' pochvy pri vzdelyvanii yarovoj tverdoj pshenitsy [Biological activity and soil density during cultivation of spring durum wheat]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2012;4:31-33. (In Russ.).
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments). 5th ed., revised and enlarged] Moscow: Agropromizdat Press; 1985. 351 p. (In Russ.).
5. Eliseev V.I. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenij na urozhajnost' yarovoj tverdoj pshe-nitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya [Effect of long-term application of fertilizers on yield of spring durum wheat in the midst of Orenburg Cis-Uralst]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Orenburg State University*. 2015;10(185):14-19. (In Russ.).
6. Eliseev V.I., Sandakova G.N. Otsenka vliyaniya pogodnykh uslovij i mineral'nogo pitaniya na urozhajnost' yarovoj tverdoj pshenitsy v Orenburgskom Predural'e [Evaluation of the effect of weather conditions and mineral nutrition on the yield of spring wheat in the Urals region of Orenburg]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State University*. 2015;10(185):212-217. (In Russ.).
7. Zolkina E.I. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na plodorodie dernovo-podzolistoj pochvy i produktivnost' kul'tur [Influence of long-term fertilizer applications on fertility and yield of crops]. *Plodorodie = Plodorodie*. 2019;5(110):20-23. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.06. (In Russ.).
8. Kryuchkov A.G., Eliseev V.I., Abdrashitov R.R. Udobrenie yarovoj tverdoj pshenitsy i ee urozhajnost' v Orenburgskom Predural'e [Fertilization of spring durum wheat and its productivity in Orenburg Preduralie]. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012;1:53-57. (In Russ.).
9. Kryuchkov A.G., Eliseev V.I. Veroyatnost' formirovaniya urozhajnosti yarovoj tverdoj pshenitsy v svyazi s razlichnym kolichestvom dostupnoj vlagi v stepnoj zone Orenburgskogo Predural'ya [Probability of spring wheat yields formation owing to different amount of available moisture in the steppe zone of Orenburg Preduralie]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia of Orenburg State Agrarian University*. 2016;4(60):20-24. (In Russ.).
10. Kryuchkov A.G., Eliseev V.I. Zakonomernosti postupleniya i raskhoda vlagi yarovoj tverdoj pshenitsej v zasushlivoj stepi Orenburgskogo Predural'ya [Regularities of moisture intake and consumption by spring durum wheat in the arid steppe of Orenburg Urals]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Orenburg State University*. 2016;4(192):72-78. (In Russ.).

11. Kryuchkov A.G., Maksyutov N.A. Pogodnye faktory i rol' predshestvennikov v povyshenii urozhajnosti yarovoj tverdoj pshenitsy [Weather factors and the role of predecessors in increase the yield of spring wheat]. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*. 2015;11:7-11. (In Russ.).
12. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Kosinskij V.M. Vodnyj rezhim pochvy v chistykh, sidental'nykh i pochvozashchitnykh parakh pri vozdeleyvanii na nikh yarovoj pshenitsy [Water regime of soil in black, green-manured and soil-protecting fallows when cultivating spring wheat]. *Agrobiologicheskie osnovy intensivatsii proizvodstva zerna v Orenburgskoj oblasti: sbornik nauchnyh trudov [Agrobiological foundations of grain production intensification in Orenburg Oblast: collection of scientific papers]*. Ufa; 1991:33-38. (In Russ.).
13. Maksyutov N.A., Zorov A.A., Skorohodov V.Yu., Mitrofanov D.V. Vliyanie predshestvennikov i fona pitaniya na urozhajnost' yarovoj tverdoj pshenitsy v zasushlivoj stepi Orenburgskogo Predural'ya [Precursors and nutrient status effect on the yield of hard spring wheat in the Ural Orenburg arid steppe]. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Izvestia of Samara State Agricultural Academy*. 2020;3:11-17. (In Russ.).
14. Maksyutov N.A., Kremer G.A., Zydanov V.M., Davydova L.V. Vodnyj rezhim pochvy v sevooborotakh s razlichnymi vidami para [Water regime of soil in crop rotations with various types of fallows]. *Problemy zemledeliya, rasteniyevodstva i zhivotnovodstva v stepnom regione: sbornik nauchnyh trudov, yubilejnyj vypusk k 60-letiyu Orenburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo khozyajstva [Problems of soil management, crop growing and animal husbandry in the steppe region: collection of scientific papers, special issue devoted to the 60th anniversary of Orenburg Research Institute for Agriculture]*. Orenburg; 1997:105-112. (In Russ.).
15. Mitrofanov D.V., Maksyutov N.A., Skorohodov V.Yu., et al. Vliyanie produktivnoj vlagi na urozhajnost' sel'skokhozyajstvennykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Orenburgskoj oblasti [Influence of productive moisture on productivity of agricultural crops in arid conditions of Orenburg Oblast]. *Vestnik myasnogo skotovodstva = Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;4(100):225-233. (In Russ.).
16. Mishustin E.N., Petrova A.N. Opredelenie biologicheskoy aktivnosti pochvy [Determination of biological activity of soil]. *Mikrobiologiya = Microbiology*. 1963;32(3):478-483. (In Russ.).
17. Nasyrov D.K., Maksyutov N.A. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na vodnyj rezhim pochvy [Influence of mineral fertilizers on the water regime of the soil]. *Bazhanovskie chteniya: sbornik nauchnyh trudov k 90-letiyu Buzulukskogo opytnogo polya [Bazhanov readings: collection of scientific papers on the 90th anniversary of Buzuluk experimental field]*. Orenburg; 2003:166-170. (In Russ.).
18. Pashkova G.I. Vliyanie predshestvennikov na produktivnost' yarovoj pshenitsy [Influence of forecrops on spring wheat productivity]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta = Vestnik of the Mari State University*. 2020;6(1):48-53. DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-1-48-52. (In Russ.).
19. Sandakova G.N. Zony proizvodstva i razmeshchenie tsentrov glubokoj pererabotki sil'noj i tverdoj pshe-nitsy v Orenburgskoj oblasti [Production zones and location of centers for deep processing of strong and durum wheat in Orenburg Oblast]. *Innovatsionnye protsessy v sel'skokhozyajstvennom proizvodstve, nauka i praktika: mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov [Innovative processes in agricultural production, science and practice: international collection of scientific papers]*. Orenburg; 2008:45-60. (In Russ.).
20. Skorohodov V.Yu. Uroven' biologicheskoy aktivnosti pochvy i sodержanie nitratnogo azota pod pose-vami yarovoj tverdoj pshenitsy v posledestvii chernogo kulisnogo para na chernozemah yuzhnykh Orenburgskogo Predural'ya [The level of soil biological activity and the content of nitrate nitrogen in soils under spring durum wheat as an aftereffect of coulisse fallow on southern chernozem lands of Orenburg Priuralie]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia of Orenburg State Agrarian University*. 2020;3(83):51-57. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-51-57. (In Russ.).
21. Shcherbinina E.V. Pitatel'nyj rezhim pochvy pri vozdeleyvanii yarovoj tverdoj pshenitsy v Srednem Zavolz'he [Nutrient regime of soil during cultivation of spring durum wheat in the Middle Volga region]. *Molodoj uchenyj = Young Scientist*. 2016;27.3(131.3):62-65. (In Russ.).
22. Shchur A.V., Vinogradov D.V., Valko V.P. Cellyulozoliticheskaya aktivnost' pochv pri razlichnykh urovnyakh agrotekhnicheskogo vozdeystviya [The soil cellulolytic activity in various levels of agrotechnical influence]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasSAU*. 2015;7(106):45-49. (In Russ.).
23. Mitrofanov D.V., Maksyutov N.A., Skorohodov V.Yu., et al. Biological activity influence of soil and nitrates on the yield of soft spring wheat in crop rotation and permanent sowing in Urals southern chernozems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;624:012013. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012013.

### Информация об авторе

Д.В. Митрофанов – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Оренбург, Россия, dvm.80@mail.ru.

### Information about the author

D.V. Mitrofanov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, the Dept. of Soil Management and Resource-Saving Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia, dvm.80@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 19.11.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 19.11.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Митрофанов Д.В., 2022

Научная статья

УДК 631.82:631.559:633.11

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_101

## Влияние применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы

Галина Владимировна Сайдяшева<sup>1✉</sup>, Ксения Геннадиевна Зайцева<sup>2</sup><sup>1, 2</sup>Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН

«Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»,

Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

<sup>1</sup>Galina\_83@list.ru.

**Аннотация.** Представлены результаты изучения интенсивности микробиологических процессов в почве под воздействием разных видов удобрений и биопрепарата БисолбиФит (биопрепарат на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13). Полевые опыты проводились на яровой пшенице в Ульяновской области на черноземной выщелоченной тяжелосуглинистой почве. Схема опыта включала 5 вариантов: 1 – контроль; 2 – БисолбиФит – инокуляция семян перед посевом; 3 – азофоска (NPK) в дозе 15 кг д. в.; 4 – азофоска (NPKm), обработанная биопрепаратом в дозе 15 кг д. в.; 5 – азофоска (½NPKm), обработанная биопрепаратом в дозе 7,5 кг д. в. Наблюдения велись в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес. Целлюлозоразлагающую активность почвы определяли методом «аппликаций». Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что изучаемый вид минерального удобрения и микробиологический препарат оказали положительное влияние на биологическую активность почвы. Использование сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит позволило повысить биологическую активность почвы на 2,9–10,2% в сравнении с контрольным вариантом. Установлена сильная корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от биологической активности почвы (2014–2016 гг.,  $r = 0,85$ ). В среднем за 2014–2016 гг. максимальное разложение льняной ткани (32,7%) было отмечено при применении азофоски, модифицированной биологическим препаратом БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 из расчета 4 кг на одну тонну удобрений. На данном варианте была получена наибольшая урожайность яровой пшеницы – 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 18,3%.

**Ключевые слова:** пшеница яровая, минеральные удобрения, биоминеральные удобрения, биологическая активность почвы, биопрепарат БисолбиФит, азофоска, урожайность

**Для цитирования:** Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г. Влияние применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 101–107. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_101-107](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_101-107).

## AGRICULTURAL CHEMISTRY (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

### Effect of mineral and biomineral fertilizers and BisolbiFit biological preparation on the biological activity of soil and spring wheat yield

Galina V. Saidyasheva<sup>1✉</sup>, Kseniya G. Zaitseva<sup>2</sup><sup>1, 2</sup>Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science

Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast,

pos. Timiryazevskiy, Russia

<sup>1</sup>Galina\_83@list.ru✉

**Abstract.** The authors present the results of studying the intensity of microbiological processes in the soil under the effect of different types of fertilizers and BisolbiFit biological preparation (a biological product based on *Bacillus subtilis* Ch-13 strain). Field experiments were carried out on spring wheat in Ulyanovsk Oblast on leached heavy loamy chernozem soil. The experimental design included 5 variants, i.e. 1 for control; 2 for BisolbiFit (seed inoculation before sowing); 3 for azophoska (NPK) at the dose of 15 kg a.i.; 4 for azophoska (NPKm) treated with the biological preparation at the dose of 15 kg of a.i.; and 5 for azophoska (½NPKm) treated with the biological preparation at the dose of 7.5 kg a.i. The observations were carried out in grain-fallow crop rotation with the following alternation of crops: clean fallow – winter wheat – spring wheat – barley – oats. The cellulose-decomposing activity of soil was determined by the method of application. The results of the conducted studies (average over 3 years) indicate that the studied type of mineral fertilizer and microbiological preparation had a positive effect on the biological activity of the soil. The use of a complex mineral fertilizer and BisolbiFit biopreparation allowed increasing the biological activity of the soil by 2.9-10.2% compared to control. The authors have established a strong correlation between the yield of spring wheat and the biological activity of the soil (2014-2016,  $r = 0.85$ ). The average maximum

decomposition of linen fabric (32.7%) over 2014-2016 was observed when using azophoska modified with BisolbiFit biological preparation based on *Bacillus subtilis* Ch-13 strain at the rate of 4 kg per 1 ton of fertilizer. In this variant the highest yield of spring wheat was obtained (3.17 t/ha), and the increase to the control variant was 18.3%.

**Key words:** spring wheat, mineral fertilizers, biomineral fertilizers, biological activity of soil, BisolbiFit biological preparation, azophoska, yield

**For citation:** Saidyasheva G.V., Zaitseva K.G. Effect of mineral and biomineral fertilizers and BisolbiFit biological preparation on the biological activity of soil and spring wheat yield. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):101-107. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_101-107](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_101-107).

**В**ведение  
Непосредственное влияние на формирование урожая оказывает так называемое эффективное плодородие почвы, которое определяется активностью протекающих в почве биологических процессов, то есть зависит от жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [1, 4, 9].

Разные агротехнические приемы воздействия на почву в той или иной степени влияют и на ее микробное заселение, поэтому при их разработке необходимо учитывать характер этого влияния [2, 6, 10]. В результате сравнения агроприемов выявляют те из них, которые в наибольшей степени активизируют полезную микробиологическую деятельность.

Цель проведенных исследований заключалась в оценке влияния сложного минерального удобрения и микробиологического препарата БисолбиФит на биологическую активность почвы (в слое 0–30 см) и урожайность яровой пшеницы.

#### Методика эксперимента

Влияние азофоски и биопрепарата на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 изучалось в 2014–2016 гг. в многолетнем стационарном опыте на экспериментальном участке Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (Ульяновская область, пос. Тимирязевский) в пятипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес.

Анализ целлюлозоразлагающей активности в почве проводили на пяти вариантах опыта (схема опыта):

- 1) контроль;
- 2) БисолбиФит (биопрепарат на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13) – инокуляция семян перед посевом;
- 3) азофоска (NPK) в дозе 15 кг д. в.;
- 4) азофоска (NPKм), обработанная биопрепаратом в дозе 15 кг д. в.;
- 5) азофоска (½NPKм), обработанная биопрепаратом в дозе 7,5 кг д. в.

Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь одной делянки – 145 м<sup>2</sup> (5,8 × 25), учетной – 100 м<sup>2</sup> (4 × 25).

Целлюлозоразлагающую активность почвы определяли методом «аппликаций». Льняные полотна размером 10×10 см взвешивали и нитками в нескольких местах пришивали к полоске полиэтиленовой пленки размером 30×10 см. На делянках опыта делали прикопку, к каждой ровной вертикальной стенке прижимали ткань и засыпали с другой стороны почвой, уплотняя ее до исходного состояния. Время закладки аппликаций – сразу после посева, выкопка проводилась после уборки изучаемой культуры. Ткань осторожно извлекалась из почвы, подсушивалась и взвешивалась. По разнице веса до и после определяли убыль сухой ткани и выражали ее в процентах.

Инокуляцию семян проводили изучаемым биопрепаратом из расчета 400–600 г/т семян за 1–2 дня до посева полусухим способом. Биомодифицированные удобрения применялись в день посева яровой пшеницы, для их приготовления использовался биопрепарат БисолбиФит с нормой 4 кг на 1 тонну удобрений. БисолбиФит – микро-

биологический препарат (основа данного препарата – штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13), предназначенный для снижения химической нагрузки и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [5, 7]. Уборку семян проводили в фазе полной спелости и пересчитывали на 14% влажность и 100% чистоту.

Урожайные данные обрабатывались дисперсионным методом.

### Результаты и их обсуждение

Сельское хозяйство, в отличие от других сфер деятельности, зависит от природно-климатических факторов, которые оказывают огромное влияние на размещение производства, его отраслевую структуру, на применяемые технологии возделывания пашни и выращивания сельскохозяйственных культур [3, 8].

Погодные условия в годы проведения исследований в весенне-летний период имели некоторые различия. За вегетационные периоды 2014–2016 гг. ГТК колебался от 0,6 до 0,8. В 2014 г. наблюдался повышенный температурный режим и дефицит осадков – 185 мм при норме 307 мм, ГТК – 0,6 при норме 1,0. За вегетационный период 2015 г. ГТК составил 0,7, количество выпавших осадков 256,3 мм (рис. 1).

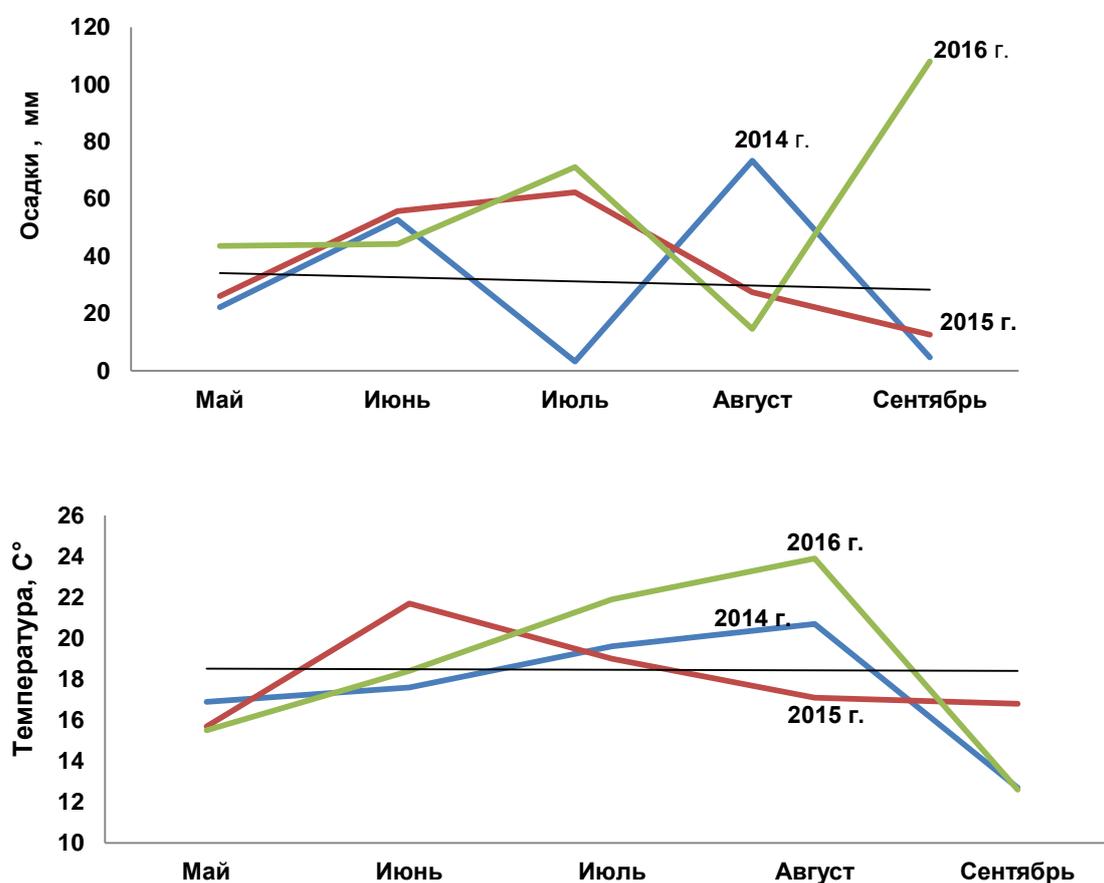


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационных периодов 2014–2016 гг.

Благодаря смещению засушливой погоды на август в 2016 г. складывались наиболее благоприятные условия для роста и развития яровой пшеницы. Количество выпавших осадков за апрель – сентябрь составило 319,2 мм при ГТК – 0,8.

Проведенные исследования показали, что на разложение льняного полотна повлияли не только метеорологические условия вегетационного периода, но и применяемые в опыте удобрения (азофоска, микробиологический препарат БисолбиФит) (табл. 1).

Таблица 1. Разложение льняного полотна в слое 0–30 см при применении сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит, %

Вариант – фактор В	Годы проведения исследований (фактор А)			В среднем по фактору В
	2014	2015	2016	
Контроль	12,4	17,0	38,0	22,5
БисолбиФит	15,8	23,5	43,5	27,6
N15P15K15	14,8	20,6	40,7	25,4
N15P15K15м	20,8	29,6	47,7	32,7
½N15P15K15м	18,5	26,3	44,9	29,9
Среднее по фактору А	16,5	23,4	43,0	
НСР <sub>05</sub> А – 1,3				НСР <sub>05</sub> В – 1,7

Из-за повышенного температурного режима и дефицита осадков в течение всего вегетационного периода 2014 года по фактору А наблюдалось самое низкое разложение льняной ткани, которое варьировало от 12,4 до 20,8%.

В 2015 г. погодные условия вегетационного периода способствовали усилению микробиологической активности: процесс разложения льняной ткани ускорялся с 17,0 до 26,3%. В наиболее благоприятном по температуре и влажности 2016 г. биологическая активность почвы повышалась с 38,0 до 47,7%.

В среднем по фактору А максимальное разложение льнополотна в слое 0–30 см было отмечено в 2016 г., когда этот показатель в среднем по опыту составил 43,0%, что на 19,6–26,5% выше по сравнению с двумя предыдущими годами.

По фактору В во все годы проведения исследований наименьшее разложение льняной ткани в слое 0–30 см наблюдалось на контрольном варианте – соответственно 12,4, 17,0 и 38,0%.

Инокуляция семян яровой пшеницы микробиологическим препаратом на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 из расчета 400–600 г/т семян ускорила разложение льнополотна по сравнению с контрольным вариантом на 3,4–6,5%, и в среднем за 2014–2016 гг. этот показатель находился на уровне 27,6%. На варианте внесения азофоски в чистом виде в дозе 15 кг д. в. разложение льнополотна было незначительно ниже – 25,4%.

Модификация азофоски в дозе 15 кг д. в. биопрепаратом БисолбиФит способствовала максимальному разложению льнополотна. В среднем за 3 года льняное полотно разложилось на 32,7%, что превысило контрольный вариант на 10,2%.

На варианте применения азофоски, модифицированной микробиологическим препаратом в дозе 7,5 кг д. в., биологическая активность почвы достигала 29,9%.

Внесение изучаемых удобрений оказывало положительное влияние на урожай яровой пшеницы. Урожайность в исследуемых вариантах опыта колебалась в среднем за 3 года в интервале от 2,68 до 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 12,3–18,3% (табл. 2).

Таблица 2. Влияние сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант – фактор В	Годы проведения исследований (фактор А)			В среднем по фактору В	Отклонение от контроля	
	2014	2015	2016		+/-	%
Контроль	2,69	2,54	2,81	2,68	-	-
БисолбиФит	2,99	2,90	3,14	3,01	0,33	12,3
N15P15K15	3,07	2,85	3,20	3,04	0,36	13,4
N15P15K15м	3,22	2,99	3,30	3,17	0,49	18,3
½N15P15K15м	3,10	3,01	3,10	3,07	0,39	14,6
Среднее по фактору А	3,02	2,86	3,05			
НСР <sub>05</sub> А – 0,08				НСР <sub>05</sub> В – 0,10		

Без внесения удобрений урожайность достигала 2,68 т/га. Наибольшую продуктивность посевов яровой пшеницы отмечали на варианте внесения модифицированной азофоски в дозе 15 кг д. в. – 3,17 т/га.

Существенное влияние на величину урожая оказывают погодные условия. По фактору А максимальная урожайность яровой пшеницы сформировалась на уровне 2,81–3,30 т/га в 2016 г., в среднем по опыту находилась на уровне 3,05 т/га.

По фактору В наблюдался прирост урожайности. В зависимости от вида и доз удобрений урожай зерна увеличивался на 12,3–18,3%. Максимальная урожайность была достигнута на варианте внесения при посеве биомодифицированной азофоски в дозе 15 кг д. в. и составила 3,17 т/га (превышение контрольного варианта на 18,3%).

На основании корреляционного анализа установлена положительная связь между урожайностью и биологической активностью почвы, коэффициент которой составил соответственно  $r = 0,88$ ,  $r = 0,89$ ,  $r = 0,79$  (рис. 2).

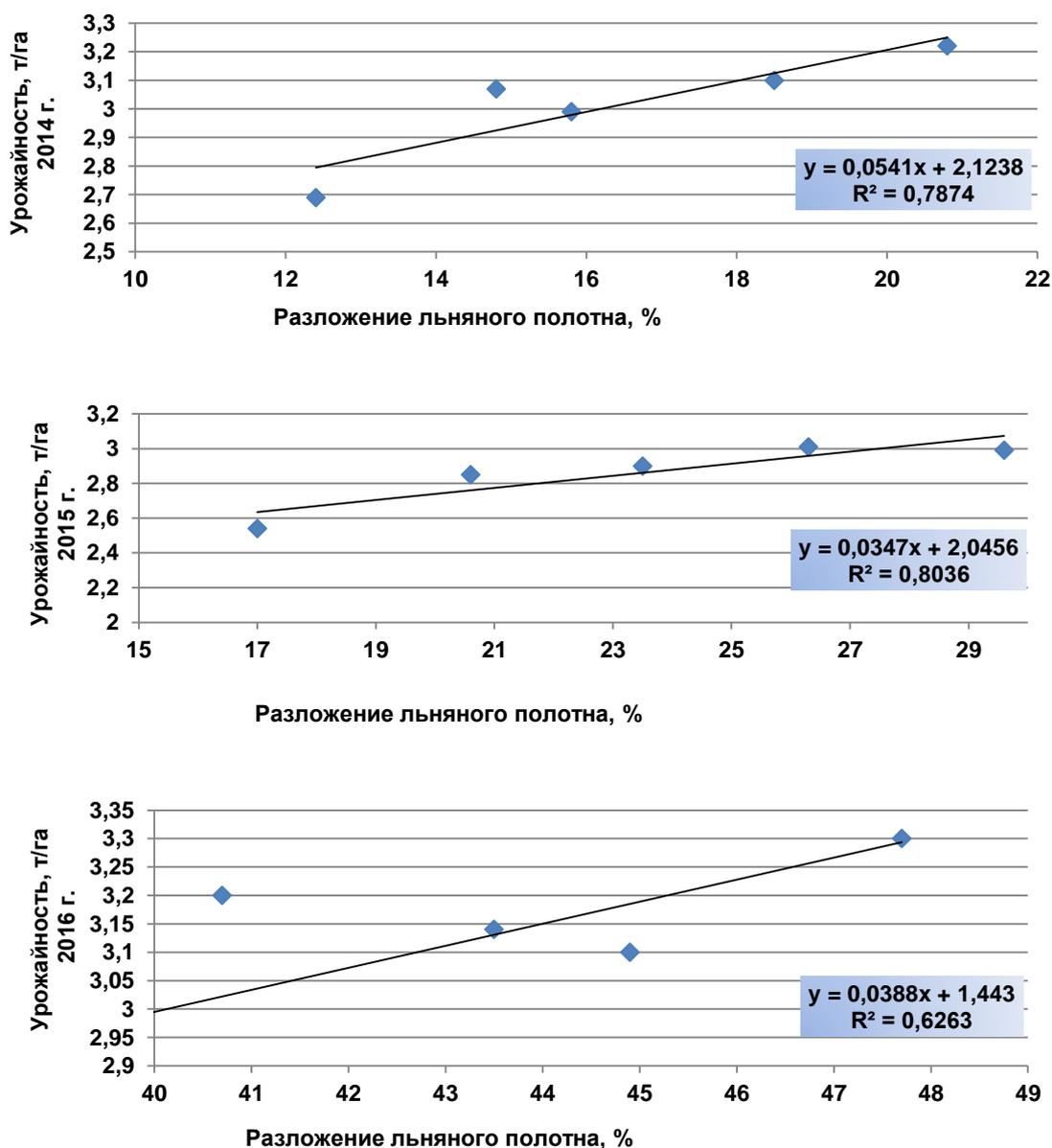


Рис. 2. Зависимость урожайности от биологической активности почвы, 2014–2016 гг.

## Выводы

Использование сложного минерального удобрения и биопрепарата БисолбиФит позволило повысить биологическую активность почвы на 2,9–10,2% в сравнении с контрольным вариантом.

Установлена сильная корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от биологической активности почвы:  $r = 0,85$  (в среднем за 2014–2016 гг.).

В среднем за 2014–2016 гг. максимальное разложение льняной ткани (32,7%) было отмечено при применении азофоски, модифицированной биологическим препаратом БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, из расчета 4 кг на одну тонну удобрений. На данном варианте была получена максимальная урожайность яровой пшеницы – 3,17 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 18,3%.

## Список источников

1. Бережная В.В., Клыков А.Г., Сидоренко М.Л. и др. Использование штаммов микроорганизмов для повышения урожайности яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 3–6. DOI: 10.31857/s2500262720060010.
2. Зайцева К.Г., Сайдышева Г.В. Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата на урожайность яровой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3(35). С. 30–33.
3. Лапа В.В., Босак В.Н., Ивахненко Н.Н. Роль погодных условий в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур // Изменение климата и использование климатических ресурсов. Минск: Белгородский государственный университет, 2001. С. 147–154.
4. Лукин С.М., Марчук Е.В. Влияние биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 18–21.
5. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Рынок АПК. 2009. № 7. С. 16–18.
6. Подсевалов М.И., Тойгильдин А.А., Аюпов Д.Э. Влияние агроприемов на биологическую активность почвы и урожайность озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Заволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1(37). С. 44–50. DOI: 10.182861/1816-4501-2017-1-44-50.
7. Титова В.И., Дабахова Е.В., Сметов Д.Б. Изучение микробиологических препаратов и ростстимулирующих препаратов на кормовых культурах // Агротехнический вестник. 2011. № 2. С. 31–33.
8. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1985. 143 с.
9. Чевердин А.Ю., Чевердин Ю.А., Турусов В.И. Влияние биопрепаратов на основе ассоциативных бактерий на микробиологическую активность чернозема сегрегационного // Агротехника. 2019. № 12. С. 22–31. DOI: 10/1134/50002188/19120032.
10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Saidyasheva G.V., et al. The effectiveness of mineral and modified fertilizers when growing *Avena sativa*. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10, no. 4. Pp. 128–131.

References

1. Berezhnaya V.V., Klykov A.G., Sidorenko M.L., et al. Ispol'zovanie shtammov mikroorganizmov dlya povysheniya urozhajnosti yarovoj myagkoj pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) [Use of microbial strains to increase the yield of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Rossijskaya sel'skokhozyajstvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*. 2020;6:3-6. DOI: 10.31857/s2500262720060010. (In Russ.).
2. Zaitseva K.G., Saidyasheva G.V. Vliyanie mineral'nykh, biomineral'nykh udobrenij i biopreparata na urozhajnost' yarovoj pshenitsy [Influence of mineral, biomineral fertilizers and biopreparations on the yield and quality of spring wheat grain]. *Vestnik Kurganskoj GSKHA = Vestnik of Kurgan State Agricultural Academy*. 2020;3(35):30-33. (In Russ.).
3. Lapa V.V., Bosak V.N., Ivahnenko N.N. Rol' pogodnykh uslovij v formirovanii produktivnosti sel'skokhozyajstvennykh kul'tur [The role of weather conditions in the formation of crop productivity]. Glava v knige "Izmenenie klimata i ispol'zovanie klimaticheskikh resursov" [Book Chapter "Climate change and use of climate resources"]. Minsk: Belgorod State University Press; 2001:147-154. (In Russ.).
4. Lukin S.M., Marchuk E.V. Vliyanie biopreparatov asociativnykh azotofiksiruyushchikh mikroorganizmov na urozhajnost' sel'skokhozyajstvennykh kul'tur [Influence of biological preparations of associative nitrogen-fixing microorganisms on productivity of agricultural crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievement of Science and Technology of AIC*. 2011;8:18-21. (In Russ.).
5. Petrov V.B., Chebotar' V.K. Mikrobiologicheskie preparaty v prakticheskom rastenievodstve Rossii: funktsii, effektivnost', perspektivy [Microbiological preparations in practical plant growing in Russia: functions, efficiency, prospects]. *Rynok APK = Market of AIC*. 2009;7:16-18. (In Russ.).
6. Podsevalov M.I., Toigil'din A.A., Ayupov D.E. Vliyanie agropriemov na biologicheskuyu aktivnost' pochvy i urozhajnost' ozimnoj pshenitsy v sevooborotakh leso-stepi Zavolzh'ya [The influence of agricultural practices on the biological activity of the soil and the yield of winter wheat crop rotations in the forest steppe of Zavolzhie region]. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017;1(37):44-50. DOI: 10.182861/1816-4501-2017-1-44-50. (In Russ.).
7. Titova V.I., Dabakhova E.V., Smetov D.B. Izuchenie mikrobiologicheskikh preparatov i rostimuliruyushchikh preparatov na kormovykh kul'turakh [Study of microbiological and growth-stimulating preparations for forage crops cultivation]. *Agrokhimicheskij vestnik = Agrochemical Herald*. 2011;2:31-33. (In Russ.).
8. Fedoseev A.P. Pogoda i effektivnost' udobrenij [Weather and efficiency of fertilizers]. Leningrad: Gidrometeoizdat Press; 1985. 143 p.
9. Cheverdin A.Yu., Cheverdin Yu.A., Turusov V.I. Vliyanie biopreparatov na osnove asociativnykh bakterij na mikrobiologicheskuyu aktivnost' chernozema segregatsionnogo [Effect of associative biologics on the microbiological activity of the segregation chernozem]. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*. 2019;12:22-31. DOI: 10/1134/50002188/19120032. (In Russ.).
10. Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Saidyasheva G.V., et al. The effectiveness of mineral and modified fertilizers when growing *Avena sativa*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019;10(4):128-131.

Информация об авторах

Г.В. Сайдяшева – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела технологий и возделывания сельскохозяйственных культур, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия, Galina\_83@list.ru.

К.Г. Зайцева – младший научный сотрудник отдела технологий и возделывания сельскохозяйственных культур, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия, kseniazajceva393@gmail.com.

Information about the authors

G.V. Saidyasheva, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, the Dept. of Technologies and Cultivation of Agricultural Crops, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast, pos. Timiryazevskiy, Russia, Galina\_83@list.ru.

K.G. Zaitseva, Junior Researcher, the Dept. of Technologies and Cultivation of Agricultural Crops, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture – Branch of Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Oblast, pos. Timiryazevskiy, Russia, kseniazajceva393@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 15.11.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Сайдяшева Г.В., Зайцева К.Г., 2022

## МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 68.47.15.07:68.47.33

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_108

### Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны

Людмила Петровна Рыбашлыкова<sup>1✉</sup>, Александра Сергеевна Соломенцева<sup>2</sup>,  
Андрей Валерьевич Солонкин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

<sup>1</sup>ludda4ka@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Природно-климатические условия аридной зоны оказывают влияние на особенности агроландшафтов, которые отличаются низким уровнем биоразнообразия и привлекательности. Уменьшение видового и генотипического состава насаждений требует определения возможности и целесообразности защитного лесоразведения. Представлены результаты исследований, в круг задач которых входило изучение биологических, экологических, ценных пищевых и лекарственных свойств древесно-кустарниковых видов, фенологических особенностей, а также особенностей их роста и развития с целью составления методических рекомендаций по созданию индивидуальных перспективных коллекций для насаждений различного типа. Объектами исследований являлись абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.), смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.), шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.). В ходе наблюдений установлена высокая зимостойкость и засухоустойчивость изучаемых видов растений, влияние погодных условий на их рост и развитие и даны рекомендации по их орошению в условиях опытного участка для выращивания в аридных условиях. Выявлены биологические особенности цветения, его интенсивности и продолжительности, процент формирования завязей и влияние заморозков на генеративные и репродуктивные способности. Выделены две перспективные группы растений (1 – засухоустойчивые, 2 – средnezасухоустойчивые), которые наиболее пригодны для лесовосстановления и рекультивации земель в аридной зоне, так как обладают различным потенциалом эколого-биологических и хозяйственно ценных признаков. Все исследуемые виды могут быть рекомендованы для выращивания в аридной зоне с минимальным орошением, а также при проведении комплекса агролесомелиоративных мероприятий.

**Ключевые слова:** агролесомелиоративные мероприятия, древесно-кустарниковые виды, адаптация, рост, развитие, зимостойкость, засухоустойчивость

**Для цитирования:** Рыбашлыкова Л.П., Соломенцева А.С., Солонкин А.В. Оценка состояния и биологических особенностей древесно-кустарниковых видов растений в условиях аридной зоны // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 108–120. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_108](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_108)–120.

## LAND MELIORATION, RECULTIVATION AND LAND CONSERVATION (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

### Assessment of the state and biological features of hardy shrub plant species in the arid zone

Ludmila P. Rybashlykova<sup>1✉</sup>, Aleksandra S. Solomentseva<sup>2</sup>, Andrey V. Solonkin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>1</sup>ludda4ka@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Agricultural landscapes of the arid zone are characterized by a low level of biodiversity and attractiveness, which is due to the peculiarities of natural and climatic conditions. Reduction in the number of species and genotypic composition of plantations requires determining the possibility and expediency of protective afforestation. The authors present the results of research, the scope of which included studying the biological, ecological, valuable nutritional and medicinal properties of hardy shrub species and their phenological characteristics, as well as the peculiarities of their growth and development in order to compile the methodological recommendations for creating individual promising collections for various types of plantations. The objects of research were common apricot (*Prunus armeniaca* L.), sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.), golden currant (*Ribes aureum* Pursh.), bird cherry (*Prunus padus* L.), cinnamon rose (*Rosa cinnamomea* L.), and beach rose

(*Rosarugosa* Thunb.). Observations revealed high winter hardiness and drought resistance of species. The influence of weather conditions on the growth and development of the studied plantings was established, and recommendations were given for irrigating plants in the experimental plot for growing in arid conditions. The authors have identified the biological features of flowering, its intensity and duration, as well as the percentage of ovary formation and the effect of frost on generative and reproductive abilities. The authors have also identified two promising groups of plants (1 – highly drought-resistant, and 2 – medium drought-resistant), which are most suitable for reforestation and land reclamation in the arid zone, since they have different potential for ecological, biological and economically valuable traits. All studied species can be recommended for cultivation in the arid zone with minimal irrigation, as well as for performing a complex of measures for reclamative afforestation.

**Key words:** reclamative afforestation, hardy shrub species, adaptation, growth, development, winter hardiness, drought tolerance

**For citation:** Rybashlykova L.P., Solomentseva A.S., Solonkin A.V. Assessment of the state and biological features of hardy shrub plant species in the arid zone. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):108-120. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_108-120](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_108-120).

## **В**ведение

Чрезмерная эксплуатация человеком сельскохозяйственных и лесных ресурсов приводит к разрушению среды обитания и сокращению биоразнообразия на планете [13, 17, 18]. Интродукция, всестороннее изучение и промышленное возделывание древесно-кустарниковых видов растений имеют большое хозяйственное, экономическое и социальное значение для всех регионов России [4, 11, 15, 16]. Перспективные виды деревьев и кустарников обладают высокой устойчивостью к засухам, пыльным бурям и суховеям, морозоустойчивостью, зимостойкостью, декоративными свойствами, содержат ряд полезных пищевых и лекарственных элементов [11, 19].

Как известно, агроландшафты аридной зоны отличаются низким уровнем биоразнообразия и привлекательности, так как природно-климатические условия делают невозможным произрастание большого количества деревьев и кустарников [7, 10], поэтому при выборе видов растений, пригодных для выращивания в засушливых регионах, необходимо учитывать прежде всего степень их устойчивости к неблагоприятным погодным условиям.

В связи с этим вопросы изучения засухо- и жароустойчивости растений с целью выявления видов, обладающих наиболее высокой адаптивностью по этим параметрам, являются весьма актуальными [8, 12].

### **Материалы и методы**

Объектами исследований являлись:

- абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.),
- облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.),
- смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.),
- черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.),
- шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.),
- шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.).

Ареалы видов устанавливали на основе карт сайта AgroAtlas (рис. 1) [2].

Сезонное развитие изучали методом фенологических наблюдений по следующим фазам [1]:

- весеннее возобновление вегетации;
- отрастание побегов;
- летняя вегетация;
- отмирание вегетативных органов;
- отрастание генеративных побегов;
- бутонизация;
- цветение;
- плодоношение;
- обсеменение.

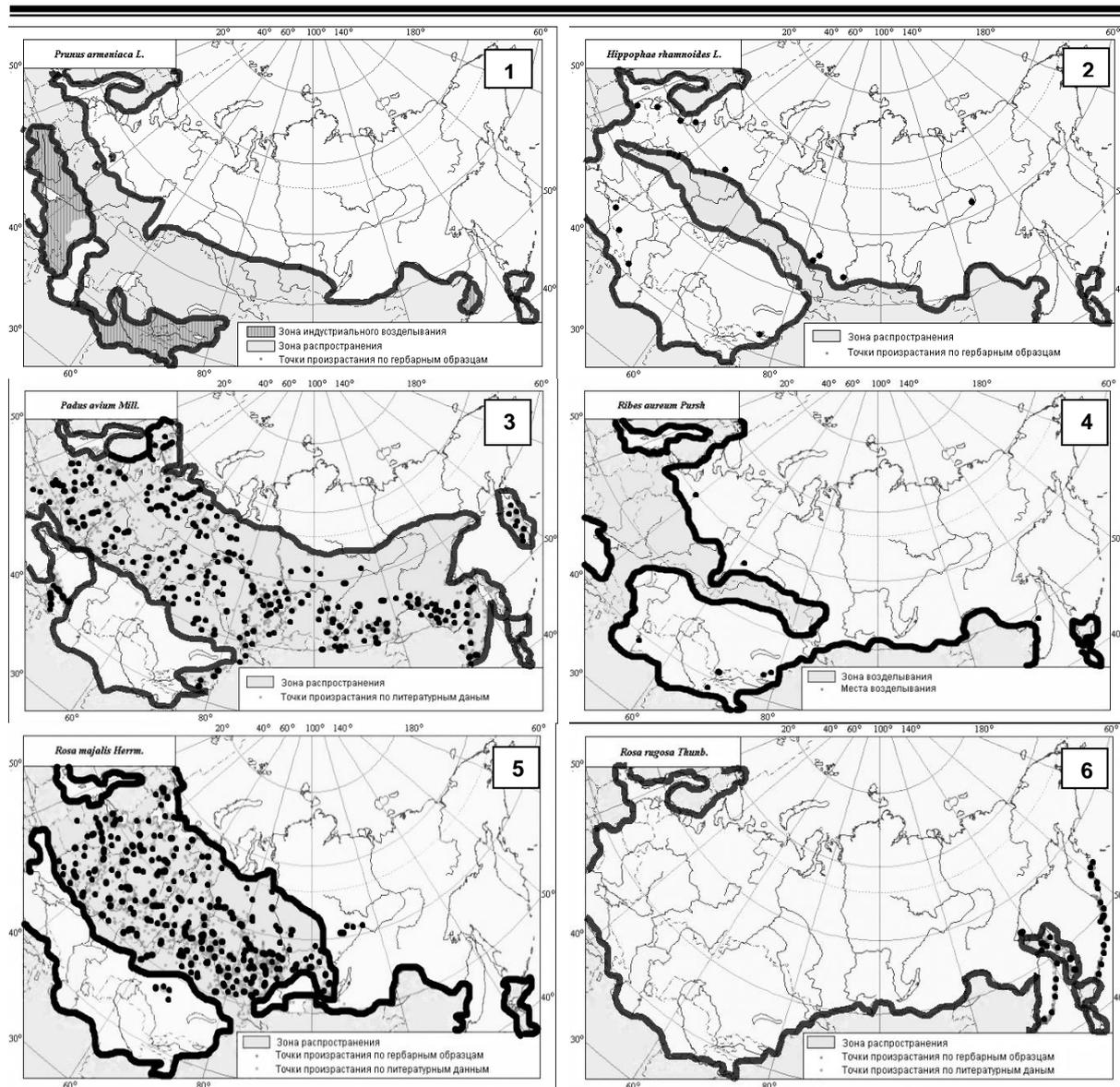


Рис. 1. Ареалы объектов исследований:

1 – *Prunus armeniaca L.*; 2 – *Hippophae rhamnoides L.*; 3 – *Ribes aureum Pursh.*;  
4 – *Prunus padus L.*; 5 – *Rosa cinnamomea L.*; 6 – *Rosa rugosa Thunb.* [2]

Зимостойкость изучаемых видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований оценивали по 5-балльной шкале:

- 1 – повреждений нет (растение не обмерзает);
- 2 – обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов;
- 3 – обмерзает выше снежного покрова;
- 4 – обмерзает вся надземная часть;
- 5 – растение вымерзает полностью.

Диаметры крон и высоту растений измеряли при помощи рулетки (мерной ленты).

Приросты побегов определяли на деревьях и кустарниках каждого вида в конце периода вегетации.

Оводненность листьев определяли методом измерения водного дефицита листьев в % до и после насыщения [6].

Данные по погодным условиям брали из раздела «Климатический монитор» Справочно-информационного портала «Погода и климат» [14].

Критерий наименьшей существенной разности ( $HCP = t_{0,5} \cdot Sd$ ) указывал предельную ошибку для разности двух выборочных средних:  $d \geq HCP_{0,5}$  – фактическая разность

существенна,  $d \leq НСР_{0,5}$  – фактическая разность незначительна. По данным дисперсионного анализа сначала вычислялась обобщенная ошибка средней:  $S_x = \sqrt{S^2/n}$  и ошибка разности средних  $S_d = \sqrt{2S^2/n}$ . Вегетационный опыт представлял собой несколько независимых выборок (вариантов) [5]. Общее варьирование результативного признака вегетационного опыта разложилось на два компонента – варьирование вариантов и случайное варьирование и общее число степеней свободы. Значения t-критерия для принятого уровня значимости и числа степеней свободы остаточной дисперсии брали из таблицы.

Достоверность данных по опытам подтверждается математическим анализом, который проводили методом корреляции с использованием стандартных программ Excel и программы Statistica [5].

Опыты были заложены по методике Б.А. Доспехова «дерево – делянка» в систематическом порядке на площади 0,20 га [3]. Из отобранных однородных саженцев методом случайной выборки выделяли опытные растения для каждого варианта.

На экспериментальные участки, расположенные в Северо-Западном Прикаспии, были интродуцированы виды *R. cinnamomea*, *R. rugosa*, *P. padus* и *H. rhamnoides*. Расстояние между *R. cinnamomea* и *R. rugosa* составляло 1 м, между *H. rhamnoides*, *R. aureum* и *P. padus* – 2 м, между *P. armeniaca* – 2,5 м, ширина междурядий – 4 м.

Почвы опытных участков представлены светло-каштановыми типами с низким содержанием гумуса (0,7%). Рост и развитие растений наблюдали в условиях нерегулярного орошения (полив по бороздам).

Характеристика изучаемых видов, завезенных из Мичуринска (облепиха, черемуха), Краснодара (шиповники, абрикос) и Волгограда (смородина), представлена в таблице 1.

Таблица 1. Объекты исследования

Виды		Количество растений, шт.
Русское название	Латинское название	
<b>Деревья и высокорослые кустарники</b>		
Абрикос обыкновенный	<i>Prunus armeniaca</i> L.	21
Облепиха крушиновидная	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	26
Черемуха обыкновенная	<i>Prunus padus</i> L.	14
<b>Средне- и низкорослые кустарники</b>		
Шиповник коричный	<i>Rosa cinnamomea</i> L.	25
Шиповник морщинистый	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	20
Смородина золотистая	<i>Ribes aureum</i> Pursh.	15

Посадку саженцев в открытый грунт проводили в соответствии с общепринятыми правилами посадки [10].

Лучшие сроки посадки саженцев – ранняя весна (до 10–15 апреля), оптимальная глубина – 10–15 см, а на рыхлых песках или повышенных элементах рельефа – до 25 см ниже корневой шейки. Послепосадочный полив обязателен из расчета 10 л на одно посадочное место. В период посадки нельзя допускать иссушения корневой системы. Подобные нарушения приводят к резкому снижению приживаемости.

*Характеристика погодных условий периода исследований.*

Аридная зона расположена в пределах северо-западной части Прикаспийской низменности, климат – резко континентальный, характеризуется засушливым летом, сухой жаркой весной, холодной ветреной зимой. Основные черты климата определяются как радиационными процессами, так и своеобразием циркуляции и трансформации воздушных масс. На данной территории засушливость выражена очень ярко, что объясняется уменьшением осадков до 300–400 мм в год и испаряемости до 1000 мм в год. Большая сухость поверхностного слоя почвы приводит к формированию здесь пыльных бурь, часто сопровождающихся суховеями, губительно действующими на растительность.

В 2018, 2019 и 2020 гг. самыми жаркими месяцами были соответственно июль, июнь и июль, самым холодным – январь (табл. 2).

Таблица 2. Температурные показатели места проведения исследований по годам (2018–2020 гг.)

Месяц	Температура воздуха, °С				
	среднемесячная	фактическая	отклонение от нормы	t min	t max
<b>2018 г.</b>					
I	-3,7	-5,9	-2,2	-17,4 (17.01)	3,5 (08.01)
II	-3,7	-2,4	+1,3	-11,2 (13.02)	7,5 (04.02)
III	2,3	1,0	-1,3	-12,6 (12.03)	14,7 (28.03)
IV	11,1	11,1	0,0	-3,8 (01.04)	27,3 (28.04)
V	17,7	21,2	+3,5	7,3 (28.05)	34,2 (23.05)
VI	23,1	23,0	-0,1	5,4 (03.06)	38,1 (27.06)
VII	25,6	28,7	+3,1	19,5 (20.07)	40,6 (02.07)
VIII	24,9	24,2	-0,7	10,7 (25.08)	37,3 (07.08)
IX	17,7	19,4	+1,7	7,5 (30.09)	32,5 (01.09)
X	10,4	12,6	+2,2	2,1 (07.10)	25,2 (04.10)
XI	3,1	2,2	-0,9	-11,9 (30.11)	14,9 (04.11)
XII	-1,9	-0,9	+1,0	-9,4 (29.12)	6,3 (23.12)
<b>2019 г.</b>					
I	-3,7	-2,0	+1,7	-11,2 (23.01)	4,1 (12.01)
II	-3,7	-1,2	+2,5	-14,8 (04.02)	9,4 (23.02)
III	2,3	5,1	+2,8	-5,5 (31.03)	17,9 (12.03)
IV	11,1	12,0	+0,9	-2,1 (19.04)	27,7 (27.04)
V	17,7	20,4	+2,7	7,8 (21.05)	34,6 (31.05)
VI	23,1	26,8	+3,7	13,7 (15.06)	38,4 (23.06)
VII	25,6	25,6	0,0	15,4 (02.07)	37,4 (25.07)
VIII	24,9	23,9	-1,0	9,6 (30.08)	38,6 (23.08)
IX	17,7	16,6	-1,1	5,5 (27.09)	27,9 (02.09)
X	10,4	12,7	+2,3	0,3 (31.10)	25,5 (15.10)
XI	3,1	2,1	-1,0	-14,6 (21.11)	18,5 (07.11)
XII	-1,9	0,9	+2,8	-9,7 (03.12)	10,0 (19.12)
<b>2020 г.</b>					
I	-3,7	0,0	+3,7	-8,9 (04.01)	9,4 (30.01)
II	-3,7	1,8	+5,5	-12,4 (10.02)	11,3 (27.02)
III	2,3	7,6	+5,3	-2,0 (17.03)	19,5 (31.03)
IV	11,1	10,2	-0,9	-3,2 (08.04)	23,2 (19.04)
V	17,7	18,9	+1,2	7,5 (15.05)	33,1 (29.05)
VI	23,1	26,5	+3,4	13,8 (01.06)	38,3 (13.06)
VII	28,3	30,0	+1,7	17,2 (04.07)	40,8 (13.07)
VIII	22,7	25,8	+3,1	11,4 (17.08)	36,0 (07.08)
IX	18,0	20,2	+2,2	3,1 (21.09)	34,9 (01.09)

### Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследований были благоприятными и способствовали росту и развитию исследуемых видов древесно-кустарниковых растений на опытном участке. Все изучаемые виды хорошо цвели и плодоносили. Общая сохранность растений в 2020 г. по отношению к 2019 и 2018 гг. составила 100%.

Устойчивая к монилиозу (плодовой гнили) черемуха обыкновенная в период исследований росла хорошо, болезнью не было поражено ни одно растение [9]. Общее состояние растений оценивалось как хорошее.

Биометрические показатели и динамика роста древесно-кустарниковых видов являются одними из важных критериев для оценки их адаптационных возможностей, поэтому были выполнены промеры высоты растений, диаметра кроны, окружности штамба, боковых и верхушечных побегов (табл. 3).

Таблица 3. Биометрические показатели изучаемых на опытном участке видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований

Вид	Год	Возраст растений, лет	Диаметр кроны, см		Прирост боковых побегов, см	Высота, см		Прирост верхушечных побегов, см	Окружность штамба, см		Прирост штамба, см	Прирост однолетних побегов за сезон, см
			весна	осень		весна	осень		весна	осень		
<b>Деревья и высокорослые кустарники</b>												
<i>Prunus armeniaca</i> L.	2018	4	141	205	64	112	142	30	4,8	10,2	5,4	72
	2019	5	205	285	80	203	292	89	11,9	22,0	10,1	92
	2020	6	285	320	35	300	356	56	20,0	26,4	6,4	56
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	2018	2	21	46	25	7	29	22	1,7	2,4	0,7	33
	2019	3	46	102	56	29	86	57	2,4	9,2	6,8	54
	2020	4	100	125	25	90	142	52	9,0	15,3	6,3	34
<i>Prunus padus</i> L.	2018	4	115	149	34	55	78	23	4,3	5,0	0,7	45
	2019	5	149	187	38	76	122	46	5,6	11,3	5,7	34
	2020	6	187	219	32	125	153	28	11,5	15,0	3,5	32
<b>Среднерослые кустарники</b>												
<i>Rosa cinnamomea</i> L.	2018	4	127	142	15	89	106	17	3,7	3,8	0,1	39
	2019	5	142	160	18	127	153	26	3,9	4,4	0,5	34
	2020	6	160	168	8	150	172	22	4,5	5,0	0,5	25
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	2018	4	62	103	41	77	141	64	2,2	3,5	1,3	65
	2019	5	103	132	29	145	160	15	3,5	4,1	0,6	40
	2020	6	135	170	35	162	180	18	4,0	4,5	0,6	17
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	2018	5	122	131	9	91	106	15	2,1	2,4	0,3	37
	2019	6	131	141	10	110	151	41	2,4	3,3	0,9	32
	2020	7	140	154	14	150	172	22	3,0	3,5	0,5	34

Плодовые саженцы должны иметь в первом ярусе 4–5 скелетных суков, высоту штамба 65–70 см, толщину у корневой шейки 2–3 см. По мере роста дерева количество скелетных суков первого порядка увеличивается. Из-за сильных восточных ветров кроны деревьев становятся почти однобокими, нередко при мелкой заделке корневой системы образуется общий наклон с востока на запад, поэтому при отсутствии защитных полос необходимо устраивать оттяжку против восточного ветра для штамба и скелетных суков и устанавливать прочные посадочные колья, способные удерживать деревья от раскачивания.

В молодом саду для защиты деревьев от солнечных ожогов, засекания или повреждения зайцами штамбы деревьев и нижние скелетные суки первого порядка следует в зиму обвязывать камышом. Солнечные ожоги особенно опасны в феврале и в начале марта, когда суточные перепады температуры воздуха могут быть очень значительными (от +20 до –10 ... –15 °С). В результате комбиальная ткань погибает, и на этих местах впоследствии отмирает кора.

В 2018 г. основное развитие у растений было направлено на укоренение и прирост штамбов, тогда как в последующие годы отношение между ростом растений в высоту и приростом штамба уменьшалось. Наиболее интенсивный рост однолетних побегов за вегетационный период наблюдался у *P. armeniaca* (до 72 см), средний – у *R. aureum* и *P. padus* (соответственно до 37 и 45 см), минимальный – у *H. rhamnoides* (33 см).

В 2019 г. самый интенсивный рост в высоту наблюдался у абрикоса обыкновенного – 89 см за сезон. Хороший рост отмечен у шиповника коричневого и смородины золотистой – соответственно 26 и 41 см. Облепиха крушиновидная выросла на 57 см, черемуха обыкновенная – на 46 см за вегетационный период. В 2019 г. у всех видов деревьев и кустарников отмечен незначительный прирост однолетних побегов, что связано с очень жарким и сухим летом (до 38 °С в июле и августе). Несмотря на такие критические условия, все изучаемые виды дали хороший урожай (от 0,4 до 5,2 кг с растения), что говорит об их высоких адаптационных возможностях.

Наиболее интенсивным приростом как верхушечных, так и боковых побегов в период исследований отличались *P. armeniaca* (соответственно 35/64 см), *H. rhamnoides* (25/56 см) и *P. padus* (32/38 см). У среднерослых кустарников отмечен менее значительный прирост верхушечных побегов: у шиповника морщинистого – 15–64 см, у смородины золотистой 15–41 см, у шиповника коричневого – 17–26 см. В 2018–2020 гг. наиболее интенсивно рос и развивался абрикос обыкновенный, что объясняется его биологическими особенностями и подтверждается ранее опубликованными в различных источниках информации данными [12]. Большое количество «нулевых» побегов отмечено на растениях *R. cinnamomea*, что говорит о хорошей побегообразовательной способности этого вида в возрасте 4–6 лет.

В 2018 г. самое раннее распускание вегетативных почек наблюдалось у видов рода *Rosa*, *R. aureum* и *P. padus* (март), немного позже почки распустились у *H. rhamnoides*. В течение первой декады апреля почки распустились у всех исследуемых видов. В 2019 г. фаза распускания вегетативных почек наступила раньше, чем в 2018 г., что связано с погодными условиями. В 2020 г. фаза распускания вегетативных почек наступила позднее на 4–8 дней по сравнению с 2019 г., кроме того, влияние погодных условий отразилось и на продолжительности фаз цветения, которые были дольше в среднем на 7 дней по сравнению с 2018–2019 гг.

В 2020 г. цветковые почки стали распускаться в апреле – начале мая, также как и в 2019 г., за исключением вида *R. cinnamomea*, у которого распускание почек началось позже – 18 мая (табл. 4).

**Таблица 4. Сроки распускания цветочных почек и листопада у древесно-кустарниковых видов в годы проведения исследований**

Вид	Год	Начало распускания цветочных почек	Листопад	
			начало	окончание
<i>P. armeniaca</i> L.	2018	14.04	26.10	09.11
	2019	03.04	23.10	06.11
	2020	10.04	18.10	01.11
<i>H. rhamnoides</i> L.	2018	11.04	28.10	08.11
	2019	10.04	14.10	28.10
	2020	16.04	20.10	10.11
<i>P. padus</i> L.	2018	16.04	12.09	05.10
	2019	11.04	18.09	15.10
	2020	18.04	30.09	10.10
<i>R. cinnamomea</i> L.	2018	12.05	16.10	03.11
	2019	11.05	22.10	30.11
	2020	18.05	10.10	06.11
<i>R. rugosa</i> Thunb.	2018	14.05.	09.10	06.11
	2019	05.05	05.11	12.11
	2020	09.05	06.11	28.11
<i>R. aureum</i> Pursh.	2018	12.05	16.10	03.11
	2019	31.04	22.10	30.11
	2020	03.05	10.10	06.11

В 2020 г. продолжительность цветения у всех видов была короче, чем в 2019 г., что связано с отклонениями средней температуры воздуха от нормы. Виды *H. rhamnoides* и *P. padus* цвели 9–12 дней – так же, как и в предыдущие годы проведения исследований, у видов *P. armeniaca*, *R. aureum* и *R. cinnamomea* цветение продолжалось 8–15 дней, продолжительность цветения вида *R. rugosa* составила 96 дней, что незначительно отличалось от предыдущего периода наблюдений.

В 2020 г. в фазу активного плодоношения вступили такие виды, как *R. rugosa*, *R. cinnamomea*, *P. armeniaca* и *P. padus*. Листопад был ранним и непродолжительным. Уже в начале октября листья полностью опали у *P. padus*. У основной части видов начало листопада отмечено во второй декаде октября (20.10), а окончание – в третьей декаде ноября (20.11). Самый ранний листопад был отмечен у *P. padus* – с 01 октября, что также подтверждается физиологическими характеристиками этого вида в естественных условиях произрастания. Значительных различий продолжительности листопада у всех изучаемых видов по годам проведения исследований не отмечено.

Самый короткий вегетационный период зарегистрирован у шиповника морщинистого (*R. Rugosa*) – до 150 дней в среднем за период наблюдений. Самый продолжительный период вегетации отмечен в 2018 г. у смородины золотистой (*R. aureum*) – 224 дня. У остальных видов деревьев и кустарников значения этого показателя были очень близкими.

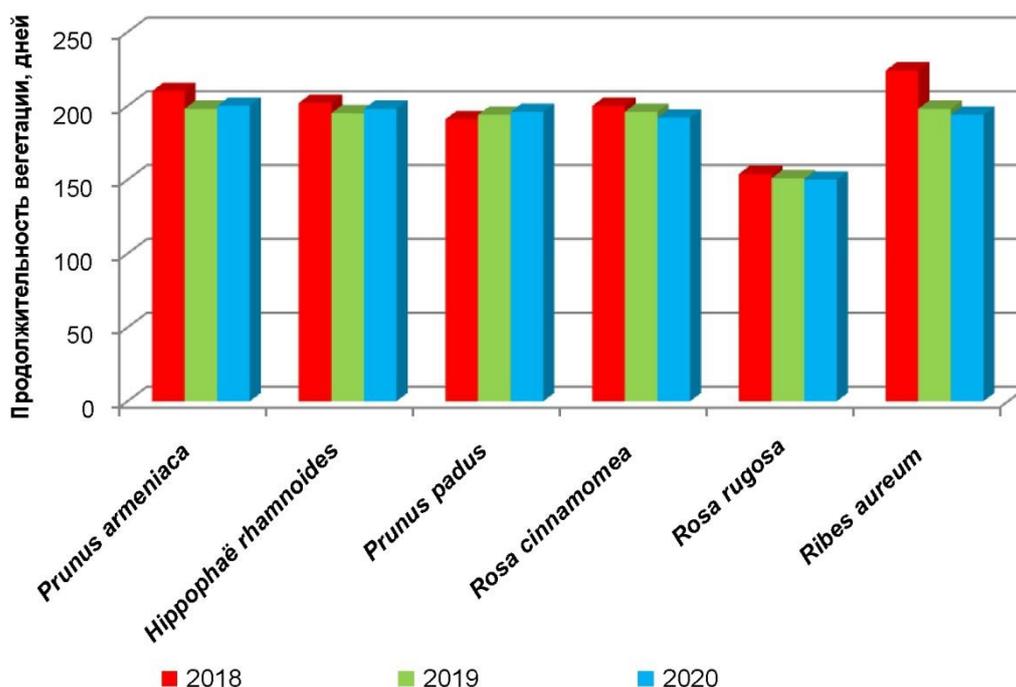


Рис. 2. Продолжительность периода вегетации исследуемых видов древесно-кустарниковых растений, 2018–2020 гг., дней

В период исследований наблюдения велись и за цветением растений, отслеживалась его интенсивность и продолжительность, процент сформировавшихся завязей у каждого исследуемого вида.

Продолжительность фазы цветения была максимальной у шиповника морщинистого (*R. rugosa*) – от 93 дней в 2018 г. до 97 дней в 2019 г.; менее продолжительной – у смородины золотистой (*R. aureum*) – от 11 дней в 2019 и 2020 гг. до 15 дней в 2018 г.; у шиповника коричневого (*R. cinnamomea*) – от 10 дней в 2019 г. до 14 дней в 2020 г.; у черемухи обыкновенной (*P. padus*) – от 9 дней в 2019 г. до 12 дней в 2018 г.; у обле-

пихи крушиновидной (*H. rhamnoides*) – от 5 дней в 2018 г. до 9 дней в 2019 г.; у абрикоса обыкновенного (*P. armeniaca*) – от 5 дней в 2019 г. до 8 дней в 2018 г.

У раноцветущих видов фазы цветения были немного длиннее, что связано с низкими температурами воздуха в период цветения. Количество сформировавшихся завязей у видов было различным: 100% сформировавшихся завязей отмечено у *P. armeniaca*, *R. rugosa* и *H. rhamnoides*, 80% – у *P. padus* и *P. armeniaca* в 2019 и 2020 гг. Цветки *P. padus* повреждались возвратными заморозками ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) в ночной период, что снижало процент сформировавшихся завязей. Небольшой процент сформировавшихся завязей у *P. armeniaca* в 2019 и 2020 гг., а также у *P. padus* в 2018–2020 гг. можно объяснить малым количеством насекомых-опылителей. Холодная весна с низкими температурами ночью способствовала позднему выходу энтомофагов из зимней спячки.

Интенсивность цветения у исследуемых видов была оценена на 5 баллов, кроме двух видов – *P. padus* и *P. armeniaca*. Влажность воздуха менее 30% способствовала усыханию пестиков и тычинок у цветков *R. rugosa* (табл. 5).

Таблица 5. Фазы цветения исследуемых видов древесно-кустарниковых растений по годам проведения исследований

Вид	Год	Цветение		Количество дней	Баллы*	Формирование завязей, %
		начало	конец			
<i>Prunus armeniaca</i> L.	2018	21.IV	28.IV	8	4	100
	2019	10.IV	15.IV	5	5	80
	2020	21.IV	28.IV	7	4	80
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	2018	24.IV	29.IV	5	5	100
	2019	11.IV	20.IV	9	5	100
	2020	24.IV	29.IV	7	5	100
<i>Prunus padus</i> L.	2018	29.IV	10.V	12	4	80
	2019	19.IV	28.IV	9	5	80
	2020	29.IV	10.V	11	4	80
<i>Rosa cinnamomea</i> L.	2018	21.V	02.VI	13	5	100
	2019	17.V	27.V	10	5	100
	2020	21.V	06.VI	14	5	100
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	2018	24.V	17.VIII	93	5	100
	2019	16.V	24.VIII	97	5	100
	2020	18.V	27.VIII	96	5	100
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	2018	09.V	25.V	15	5	100
	2019	11.V	23.V	11	5	100
	2020	16.V	30.V	11	5	100

Примечание: 4 – хорошее плодоношение, 5 – полное плодоношение.

По степени адаптации к засухе и водному дефициту листьев исследуемые виды расположились в следующем порядке:

- засухоустойчивые (1-я группа) – *P. armeniaca*, *H. rhamnoides*, *R. aureum*;
- средnezасухоустойчивые (2-я группа) – *R. cinnamomea*, *R. rugosa*, *P. padus*.

По данным визуальных наблюдений, все исследуемые виды имели хорошую морозостойкость.

При отсутствии близости грунтовых вод необходимо орошение, особенно во второй половине лета. Данные наблюдений за ростом и развитием растений, а также их засухоустойчивостью позволили рекомендовать их для выращивания в условиях аридного климата с орошением (табл. 6).

Таблица 6. Режим орошения изучаемых видов деревьев и кустарников на исследуемом опытном участке

Вид	Группа засухоустойчивости	Сроки полива	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га и л/растение
<i>Prunus armeniaca</i> L.	Первая	IV, V, VI	500 м <sup>3</sup> /га, 20–50 л/растение
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.		VII, VIII	700 м <sup>3</sup> /га, 30–70 л/растение
<i>Ribes aureum</i> Pursh.		Осенний влагозарядковый полив	1000 м <sup>3</sup> /га, 40–100 л/растение
<i>Rosa cinnamomea</i> L.	Вторая	IV, V, VI	500 м <sup>3</sup> /га, 20–50 л/растение
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.		VII, VIII (2 полива)	600 м <sup>3</sup> /га, 20–70 л/растение
<i>Prunus padus</i> L.		Осенний влагозарядковый полив	1000 м <sup>3</sup> /га, 40–110 л/растение

*R. aureum* и виды рода *Rosa* выдерживают воздушную и почвенную засуху (30% от наименьшей влагоемкости в метровом слое почвы) до 30–40 дней, после чего им требуется обильный полив. На опытном участке полив осуществлялся поверхностным способом по бороздам с соблюдением вышеуказанных поливных норм.

За вегетационный период 2019 г. было проведено 8 поливов в рядах среднезасухоустойчивых видов и 6 поливов – в рядах засухоустойчивых видов.

Стабильное плодоношение является показателем признака хорошей адаптации видов к новым условиям произрастания. Все исследуемые древесно-кустарниковые виды обладают различным потенциалом хозяйственно ценных признаков и способностью адаптироваться к аридным условиям.

Существенных различий между показателями урожайности у растений не отмечено у основной части исследуемых видов – в однофакторном вегетационном опыте наименьшая существенная разность составила менее 5 (по ошибке средней и ошибке разностей средних – несущественно), что говорит об их стабильном плодоношении в аридных условиях и высоком биоклиматическом потенциале. У *R. rugosa* и *P. padus* наименьшая существенная разность составляла более 5, что говорит об их низких адаптационных возможностях в данных условиях.

### Выводы

В условиях аридной зоны факторами, ограничивающими рост и развитие растений, являются континентальность климата, малое количество осадков, высокие летние температуры в период вегетации.

Наиболее адаптированными и перспективными видами для аридной зоны являются *Hippophaë rhamnoides* L. и *Prunus armeniaca* L. Эти виды показали высокий уровень адаптируемости к суровым климатическим условиям Северо-Западного Прикаспия.

По отношению к засухоустойчивости выделены две группы древесно-кустарниковых видов:

- 1-я группа – засухоустойчивые виды: *Prunus armeniaca* L. и *Hippophaë rhamnoides* L.;

- 2-я группа – средnezасухоустойчивые виды – *Ribes aureum* Pursh., *Rosa cinnamomea* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Prunus padus* L.

Выявлено, что все исследуемые виды способны быстро приспосабливаться к суровым климатическим условиям Северо-Западного Прикаспия, пригодны для лесовосстановления и рекультивации земель в аридной зоне, а также обладают различным потенциалом эколого-биологических и хозяйственно ценных признаков.

Все виды могут быть рекомендованы для выращивания в насаждениях различного типа в аридной зоне, их можно использовать при проведении комплекса агролесомелиоративных мероприятий.

*Работа выполнена по теме Государственных заданий № 0713-2019-0009 «Теоретические основы, создание новых конкурентоспособных биотипов сельскохозяйственных культур с высокими показателями продуктивности, качества, устойчивости и сортовых технологий на основе новейших методов и технологических решений в условиях изменяющегося климата», № 0713-2020-0002 «Разработать научные основы, новые методы, модели и технологии эффективного лесомелиоративного освоения и многоцелевого использования низкопродуктивных и деградированных земель засушливой зоны Российской Федерации».*

#### Список источников

1. Абаимов В.Ф. Дендрология с основами лесной геоботаники и дендроиндикации. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2014. 396 с.
2. Агрономический атлас. URL: [http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus\\_armeniaca\\_K/map/index.html](http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus_armeniaca_K/map/index.html) (дата обращения: 18.02.2020).
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Евдокимов И.В., Корчагов С.А., Карабасникова Е.Б. и др. Интродукция древесно-кустарниковых видов Дальнего Востока и Китая в дендрологическом саду Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии им. Н.В. Верещагина // Труды БГТУ. 2016. № 1(183). Серия Лесное хозяйство. С. 191–195.
5. Ивченко Г.И., Медведев Ю.И. Математическая статистика: учебник. Москва: Книжный дом «Либроком». 2014. 352 с.
6. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского гос. ун-та, 1993. 240 с.
7. Кретинин В.М. Биологические основы выращивания лесных насаждений для агролесомелиоративных целей // Агролесомелиоративная наука в XX веке: сборник научных трудов. Волгоград, 2001. С. 224–241.
8. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Рулев А.С., Юферев В.Г. Атлас тематических карт для агролесомелиорации и защитного лесоразведения. Волгоград: ВНИАЛМИ. 2007. 150 с.
9. Мозолевская Е.Г., Голубев А.В., Шарапа Т.В., Денисова Н.Б. Методы оценки состояния насаждений и негативной роли вредителей и болезней // Лесной вестник. 2013. № 3. С. 52–58.
10. Семенютина А.В., Зеленьяк А.К., Долгих А.А., Хужахметова А.Ш. Научно-методические указания по оптимизации дендрофлоры лесомелиоративных комплексов: научно-методические рекомендации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2012. 40 с.
11. Ситдикова Г.З. Оптимизация размещения плодово-ягодных насаждений // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 133–139.

12. Солонкин А.В., Семенютина А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н. Оценка засухоустойчивости и жаростойкости сортов и форм косточковых культур в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4(56). С. 55–64. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-6.
13. Соломенцева А.С., Рыбашлыкова Л.П. Продуктивность *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) в условиях Волгоградской области // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56, № 1. С. 34–41. DOI:10.31857/S0033994620010069.
14. Справочно-информационный портал «Погода и климат». URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 28.06.2020).
15. Рыбашлыкова Л.П., Сурхаев Г.А. Интродукция *Rosa cinnamomea* в Восточном Предкавказье, особенности роста и развития в плантационной культуре // Материалы II Международной научной конференции «Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства» по направлению «Метаболомика и качество жизни». 2019. С. 390–396.
16. Diane R., Appleton B. Selecting Landscape Plants: Ground Covers // Environmental Horticulture Publication. 1999. Pp. 426–609.
17. Herrmann J.-M., Haug S., Pillar V., Pfadenhauer J. Shrubs versus 'gullivers': woody species coping with disturbance in grassland // Plant Ecology. 2012. Vol. 213. Pp. 1757–1768.
18. Kulik K.N., Semenyutina A.V., Kryuchkov S.N., Kolmukidi S.V. Biotechnologies for agroforest landscapes development // Proceedings of the VIII Moscow International Congress "Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development (March 17–20, 2015, Moscow, Russia). Moscow: JSC "Expo-biochem-technologies", D.I. Mendeleev University of Chemistry and Technology of Russia. 2015. P. 165.
19. Takhtajan A. Flowering plants: second edition. Switzerland: Springer, 2009. 871 p.

## References

1. Abaimov V.F. Dendrologiya s osnovami lesnoj geobotaniki i dendroindikatsii [Dendrology with the basics of forest geobotany and dendroindication]. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Press; 2014. 396 p. (In Russ.).
2. Agronomicheskij atlas [Agronomic atlas]. URL: [http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus\\_armeniaca\\_K/map/index.html](http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Prunus_armeniaca_K/map/index.html). (In Russ.).
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments). 5th ed., revised and enlarged] Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Evdokimov I.V., Korchagov S.A., Karabasnikova E.B., et al. Introduktsiya drevesno-kustarnikovykh vidov Dal'nego Vostoka i Kitaya v dendrologicheskomo sadu Vologodskoj gosudarstvennoy molochno-khozyajstvennoy akademii im. N.V. Vereshchagina [The introduction of tree and shrub species from the Far East and China in the dendrological garden of N.V. Vereshchagin Vologda State Dairy Academy]. *Trudy BGTU. Seriya Lesnoe khozyajstvo = Proceedings of Belarussian State Technological University. Forestry series*. 2016;1(183):191-195. (In Russ.).
5. Ivchenko G.I., Medvedev Yu.I. Matematicheskaya statistika: uchebnik [Mathematical statistics: Textbook]. Moscow: Librokom Press; 2014. 352 p. (In Russ.).
6. Kosulina L.G., Lutsenko E.K., Aksenova V.A. Fiziologiya ustojchivosti rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy: uchebnoe posobie [Physiology of plant resistance to unfavorable environmental factors: Study guide]. Rostov-na-Donu: Rostov State University Press; 1993. 240 p. (In Russ.).
7. Kretinin V.M. Biologicheskie osnovy vyrashchivaniya lesnykh nasazhdenij dlya agrolesomeliorativnykh tselej [Biological bases of cultivation of forest plantations for agroforestry purposes]. *Agrolesomeliorativnaya nauka v XX veke: sbornik nauchnykh trudov [Agroforestry science in the XX century: collection of scientific papers]*. Volgograd; 2001:224-241. (In Russ.).
8. Kulik K.N., Barabanov A.T., Rulev A.S., Yuferev V.G. Atlas tematicheskikh kart dlya agrolesomelioratsii i zashchitnogo lesorazvedeniya [Atlas of thematic maps for agroforestry and protective afforestation]. Volgograd: VNIALMI Press; 2007. 150 p. (In Russ.).
9. Mozolevskaya E.G., Golubev A.V., Sharapa T.V., Denisova N.B. Metody otsenki sostoyaniya nasazhdenij i negativnoj roli vreditel'ej i boleznej [Methods for assessing the state of plantings and the negative role of pests and diseases]. *Lesnoj vestnik = Forestry Bulletin*. 2013;3:52-58. (In Russ.).
10. Semenyutina A.V., Zelenyak A.K., Dolgih A.A., Huzhahmetova A.Sh. Nauchno-metodicheskie ukazaniya po optimizatsii dendroflory lesomeliorativnykh kompleksov: nauchno-metodicheskie rekomendatsii [Scientific and methodological guidelines for optimizing the dendroflora of forest reclamation complexes: scientific and methodological recommendations]. Volgograd: VNIALMI Press; 2012. 40 p. (In Russ.).
11. Sitdikova G.Z. Optimizatsiya razmeshcheniya plodovo-yagodnykh nasazhdenij [Location optimization of fruit and berry plantations]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*. 2015;2:133-139. (In Russ.).
12. Solonkin A.V., Semenyutina A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva E.N. Otsenka zasukhoustojchivosti i zharostojkosti sortov i form kostochkovykh kul'tur v usloviyakh Volgogradskoj oblasti [The assessment of drought

resistance and heat resistance of varieties and forms of stone fruits in the conditions of the Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2019;4(56):55-64. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-6. (In Russ.).

13. Solomentseva A.S., Rybashlykova L.P. Produktivnost' *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) v usloviyakh Volgogradskoy oblasti [Productivity of *Rosa cinnamomea* (Rosaceae) in the Volgograd region]. *Rastitel'nye resursy = Plant resources*. 2020;56(1):34-41. DOI:10.31857/S0033994620010069. (In Russ.).

14. Spravochno-informatsionnyj portal "Pogoda i klimat" [Reference and information portal "Weather and climate"]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. (In Russ.).

15. Rybashlykova L.P., Surkhaev G.A. Introduktsiya *Rosa cinnamomea* v Vostochnom Predkavkaz'e, osobennosti rosta i razvitiya v plantatsionnoj kul'ture [Introduction of *Rosa cinnamomea* in the Eastern Caucasus, features of growth and development in plantation culture]. *Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii "Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotekhnologicheskikh sredstv proizvodstva" po napravleniyu "Metabolomika i kachestvo zhizni"* [Proceedings of the II International Scientific Conference "Role of metabolomics in the improvement of biotechnological means of production" in the direction of "Metabolomics and quality of life"]. 2019:390-396. (In Russ.).

16. Diane R., Appleton B. Selecting Landscape Plants: Ground Covers. *Environmental Horticulture Publication*. 1999:426-609.

17. Herrmann J.-M., Haug S., Pillar V., Pfadenhauer J. Shrubs versus 'gullivers': woody species coping with disturbance in grassland. *Plant Ecology*. 2012;213:1757-1768.

18. Kulik K.N., Semenyutina A.V., Kryuchkov S.N., Kolmukidi S.V. Biotechnologies for agroforest landscapes development. Proceedings of the VIII Moscow International Congress "Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development (March 17–20, 2015, Moscow, Russia). Moscow: JSC "Expo-biochem-technologies", D.I. Mendeleev University of Chemistry and Technology of Russia. 2015:165.

19. Takhtajan A. Flowering plants: second edition. Switzerland: Springer; 2009. 871 p.

#### Информация об авторах

Л.П. Рыбашлыкова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, [ludda4ka@mail.ru](mailto:ludda4ka@mail.ru).

А.С. Соломенцева – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, [alexis2425@mail.ru](mailto:alexis2425@mail.ru).

А.В. Солонкин – доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора, руководитель селекционно-семеноводческого центра, зав. лабораторией селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Россия, [nwniish@mail.ru](mailto:nwniish@mail.ru).

#### Information about the authors

L.P. Rybashlykova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Protective Afforestation and Phytomelioration of Low-productive Lands, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, [ludda4ka@mail.ru](mailto:ludda4ka@mail.ru).

A.S. Solomentseva, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Selection, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, [alexis2425@mail.ru](mailto:alexis2425@mail.ru).

A.V. Solonkin, Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director, Head of the Breeding and Seed-Growing Centre, Head of the Laboratory of Selection, Seed and Nursery Production, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia, [nwniish@mail.ru](mailto:nwniish@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 25.09.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 25.09.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Рыбашлыкова Л.П., Соломенцева А.С., Солонкин А.В., 2022

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 635.621:631.5  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_121

**Исследование свойств семян сортообразцов тыквы (*Cucurbita*)  
для механизированного выращивания в условиях умеренной зоны**

**Андрей Владимирович Гончаров<sup>1</sup>, Шаген Вазгенович Гаспарян<sup>2</sup>, Александр Григорьевич Левшин<sup>3</sup>, Виктор Федорович Пивоваров<sup>4</sup>, Ирина Николаевна Гаспарян<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный заочный университет, Балашиха, Россия

<sup>2,3,5</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

<sup>4</sup>Федеральный научный центр овощеводства, Московская область, Россия

<sup>5</sup>irina150170@yandex.ru

**Аннотация.** В промышленных масштабах в России тыкву выращивают в основном на юге европейской части страны. В последние годы наметилась тенденция увеличения площадей, занятых под этой культурой, в регионах с умеренным климатом, что позволяет снижать затраты на транспортировку и разнообразить рацион питания населения. Для механизированного возделывания и получения стабильных и высоких урожаев необходимо выбирать сорта разного срока созревания (ранний, средний, поздний). Для экспорта продукции или перевозки на большие расстояния тыква должна обладать хорошей транспортабельностью и долго не терять товарные качества. Учитывая то, что наряду с другими факторами агротехники выращивания климатические условия оказывают определенное влияние и на общее содержание липидов, и на жирнокислотный состав семян, изучение сортов и сортообразцов на пригодность для механизированного возделывания в условиях умеренного пояса приобретает особую актуальность, так как позволит решить проблему получения сырья для производства пищевого растительного масла. Исследования проведены на территории ФГБОУ ВО РГАЗУ (Московская область). Полевой опыт заложен по методике Б.А. Доспехова, технология возделывания культуры – стандартная. Исследуемые сорта и сортообразцы тыквы имели высокое содержание масла – от 33,6 до 54,6%: сортообразец № 119-С (крупноплодная) – 54,6% (в среднем по годам), сорт Пивденная (твердокорая) – 51,9%, сортообразец № 28-Иг (мускатная) – 49,8%. Сумма полиненасыщенных жирных кислот в зависимости от сорта и сортообразца варьировала от 58,09 до 68,55%, максимальное значение отмечено у сорта Пивденная (твердокорая). У исследуемых сортов и сортообразцов тыквы, выращенных в условиях Московской области, отмечен широкий спектр жирнокислотного состава, в том числе 55,48–65,19% линолевой кислоты, которая обуславливает пищевую ценность. На основании результатов проведенных исследований сельхозтоваропроизводителям Нечерноземной зоны России можно рекомендовать выращивать различные виды тыквы.

**Ключевые слова:** тыква, сорта, семена, климатические условия выращивания, содержание масла, жирнокислотный состав

**Для цитирования:** Гончаров А.В., Гаспарян Ш.В., Левшин А.Г., Пивоваров В.Ф., Гаспарян И.Н. Исследование свойств семян сортообразцов тыквы (*Cucurbita*) для механизированного выращивания в условиях умеренной зоны // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 121–128. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_121-128](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_121-128).

GENERAL SOIL MANAGEMENT, CROP SCIENCE  
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Research on the properties of seeds of pumpkin (*Cucurbita*) varieties  
for mechanized cultivation in the temperate zone**

**Andrey V. Goncharov<sup>1</sup>, Shagen V. Gasparyan<sup>2</sup>, Aleksandr G. Levshin<sup>3</sup>, Viktor F. Pivovarov<sup>4</sup>, Irina N. Gasparyan<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Russian State Agrarian Correspondence University, Balashikha, Russia

<sup>2,3,5</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Federal Scientific Vegetable Center, Moscow Oblast, Russia

<sup>5</sup>irina150170@yandex.ru

**Abstract.** The nutritional value of pumpkin seeds is determined by the total content and composition of fats, proteins, vitamins and minerals. Pumpkin seed oil is of great interest. Alongside with other factors of agricultural cultivation, climatic conditions produce a certain effect on both the total lipid content and fatty acid composition of seeds. Despite the fact that pumpkin is a warm-weather crop, which is industrially grown mainly in the southern regions of Russia, there is a certain trend towards increasing the area occupied by this crop in regions of Russia with temperate climate, since under these conditions the formation of fats increases sharply, and pumpkin seeds have a higher content of fatty acids. The study of varieties and cultivars for suitability for mechanized cultivation in the temperate zone is of particular relevance, because it will provide raw materials for the production of edible vegetable oil. The research was performed on the territory of the Russian State Agrarian Correspondence University (Moscow Oblast). The experiment was laid according to the method of field experiment by B.A. Dospikhov. The cultivation technology was conventional. The studied pumpkin varieties and cultivars had high oil content (from 33.6 to 54.6%), e.g. 54.6% of oil (on average over the years) for the №119-S (large-fruited) variety, 51.9% for the Pivdannaya variety (tough-rinded), and 49.8% for the №28-Ig (muscat) variety. The total of polyunsaturated fatty acids, depending on the variety and cultivar, varied from 58.09 to 68.55%. The maximum value was noted in the Pivdannaya (tough-rinded) variety. The studied pumpkin varieties and cultivars grown in Moscow Oblast have a wide range of fatty acid composition, including 55.48-65.19% of linoleic acid, which determines their nutritional value. Based on these results of research agricultural producers of the Central Non-Chernozem region can be recommended to grow various pumpkin varieties.

**Key words:** pumpkin, varieties, seeds, climatic conditions of cultivation, oil content, fatty acid composition

**For citation:** Goncharov A.V., Gasparyan Sh.V., Levshin A.G., Pivovarov V.F., Gasparyan I.N. Research on the properties of seeds of pumpkin (*Cucurbita*) varieties for mechanized cultivation in the temperate zone. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(72):121-128. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_121-128](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_121-128).

**Т**ыква (лат. *Cucurbita*) относится к роду травянистых однолетних растений семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*). Родина тыквы – Южная Америка, это теплолюбивая, жаростойкая, светолюбивая, засухоустойчивая культура. В настоящее время тыкву культивируют на всех континентах как пищевое и кормовое растение [1]. В полевой культуре в России ее возделывают на юге европейской части страны. Имеется много культурных сортов тыквы обыкновенной. Как правило, выделяют три вида тыквы: твердокорую, крупноплодную и мускатную.

Тыква – природный источник большого количества полезных веществ и витаминов, причем ценно в ней все:

- мякоть, которая содержит железо и ряд важных витаминов, в том числе редкий витамин Т (L-карнитин), нормализующий обмен веществ, при этом практически все вещества, которые входят в состав мякоти, не теряют своей пользы даже в процессе термической обработки [7];

- семечки, не только вкусные, но и полезные, которые богаты жирными кислотами, белками, минеральными веществами и большим количеством различных витаминов. Особенно важную роль играют незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, они не образуются в организме человека и могут поступать только с питанием (по данным многих ученых, в семенах тыквы содержится более 50 макро- и микроэлементов [1, 6, 8]).

Усредненный химический состав плодов тыквы:

- сухое вещество – 8–12%;
- белок – 1,0%;
- углеводы – 6,5%;
- пектиновые вещества – 1,0%;
- клетчатка – 0,7%;
- зольные вещества – 0,6%.

По содержанию каротина тыква превосходит морковь.

Использование мякоти и семян тыквы в различных блюдах и добавках позволяет разнообразить питание населения.

Особый интерес представляет тыквенное масло [9, 14, 16], в состав которого входят триацилглицериды пальмитиновой и стеариновой (около 30%), олеиновой (до 25%) и линоленовой (до 45%) кислот. Большее количество кислот (до 80%) относится к ненасыщенным жирным кислотам. Они называются незаменимыми, так как не образуются в организме человека и могут поступить только извне, то есть с пищей, при этом являются важными составляющими для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма человека. Другие жирные кислоты могут образовываться при определенных условиях (например, арахидоновая образуется при наличии витамина В<sub>6</sub>) [13, 14, 15].

Как правило, для выращивания тыквы в промышленных масштабах применяют агротехнику, аналогичную для бахчевых культур.

Под тыкву при глубокой зяблевой обработке почвы вносят 30–40 т/га навоза. Более высокие дозы могут приводить к задержке созревания плодов и ухудшению их качества.

Оптимальный срок посева семян тыквы наступает при установлении температуры почвы 9–10 °С на глубине 10 см. Всходы при этом появляются через 6–7 дней.

Рекомендуемые схемы посева: 2,5 × 1,8–2,0 м; 2,8 × 1,5–1,8 м.

Оптимальной нормой высева считается 3–5 кг/га (2,3–4,6 тыс./га семян). Глубина посева семян – 6–8 см. В одно гнездо высаживают одно или два семечка тыквы.

Уборку тыквы проводят в один прием до наступления заморозков. При уборке на плодах рекомендуется оставлять плодоножки для лучшей лежкости.

Спелость плодов тыквы определяется по окраске и плотности кожуры.

При уборке тыквы экономически обоснован механизированный сбор плодов в валки с помощью валкообразователя УПВ-8 с последующим подбором валков подборщиком ПБВ-1 и мягкая их укладка в транспортные средства. Технология снижает затраты труда в 5–8 раз по сравнению с уборкой плодов с выносом на обочину поля.

Для хранения пригодны только неповрежденные плоды. Температура хранения тыквы составляет 10 °С при относительной влажности воздуха 70–75%. В теплых и сухих помещениях плоды могут храниться всю зиму.

Наряду с основными факторами агротехники возделывания климатические условия оказывают определенное влияние как на общее содержание липидов, так и на жирнокислотный состав семян [10, 15]. Опубликованы результаты научных исследований, свидетельствующие об отрицательной взаимосвязи между такими показателями, как содержание жиров и белков в тканях, плодах и семенах выращиваемых растений и температурой вегетационного периода. При снижении количества солнечной энергии осенью замедляется процесс образования белков в растении, но при этом резко ускоряется процесс образования жиров. Именно этим объясняется то, что в условиях регионов с умеренным климатом (в частности, в Московской области) тыквенные семечки обладают более высоким содержанием жирных кислот [11, 12]. Как известно, для обеспечения защиты от пониженных температур растения в северных районах образуют большее количество липидов [6, 10], витаминов и органических кислот.

Тыква выращивается в основном в южных регионах России, что касается особенностей ее выращивания в Московской области, то они недостаточно изучены, несмотря на тот факт, что по валовому сбору овощей Московская область занимает первое место в ЦФО РФ (600 тыс. т) [1].

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, перечень отечественных сортов тыквы небольшой [4], для выращивания используются также зарубежные сорта. В последние годы выводятся новые сорта.

Выбор сортов тыквы для механизированного возделывания в Нечерноземной зоне РФ является актуальной проблемой и зависит от цели выращивания. Для получения стабильных и высоких урожаев в течение всего периода вегетации необходимо выбирать сорта разного срока созревания (ранний, средний, поздний). Для экспорта продукции или перевозки на большие расстояния тыква должна обладать хорошей транспортабельностью и долго не терять товарные качества. При выращивании продукции в качестве сырья для переработки подбирают сорта с высоким содержанием сухих веществ и сахаров. При закладке урожая на хранение выбирают сорта тыквы более позднеспелые с повышенной лежкостью.

Исследования выполнены на территории Российского государственного аграрного заочного университета в условиях открытого грунта полевого участка, имеющего следующие географические координаты: 55°8094' северной широты, 37°9581' восточной долготы, высота над уровнем моря – 145 м.

Почвы представлены дерново-подзолистыми на подзолистом суглинке с мощностью пахотного горизонта 23–29 см.

Агрохимические показатели почвы были следующими:

- азот общий – 1,59–1,91 мг на 100 г почвы;
- фосфор подвижный – 27,8–28,5 мг на 100 г почвы;
- калий подвижный – 24,2–26,1 мг на 100 г почвы;
- рН<sub>KCl</sub> – 5,8–6,6;
- содержание гумуса – 2,4–2,9%.

Материалом для исследований служили следующие сортообразцы следующих видов:

- тыква твердокорая: Spaghetti (Чехия), Пивденная (Украина), Мозолеевская 49 (Россия);

- тыква крупноплодная: Пастила шампань (Франция), Амбар (Россия), Marine Di Chioggia (Чехия), № 119-С (Россия);

- тыква мускатная: Butternut (Чехия), № 19-Пгв (Россия), Мускат Прованса (Франция), Красавица (Россия), Витаминная (Россия), № 13-М (Россия), № 26-Мч (Россия), № 28-Иг (Россия);

- тыква фиголистная: № 4480 (Россия).

Полевой опыт заложен по методике Б.А. Доспехова [5].

Схема посадки растений тыквы:

- мускатная, твердокорая и крупноплодная – 1,4 × 1,4 м;
- фиголистная – 1,4 × 2,1 м.

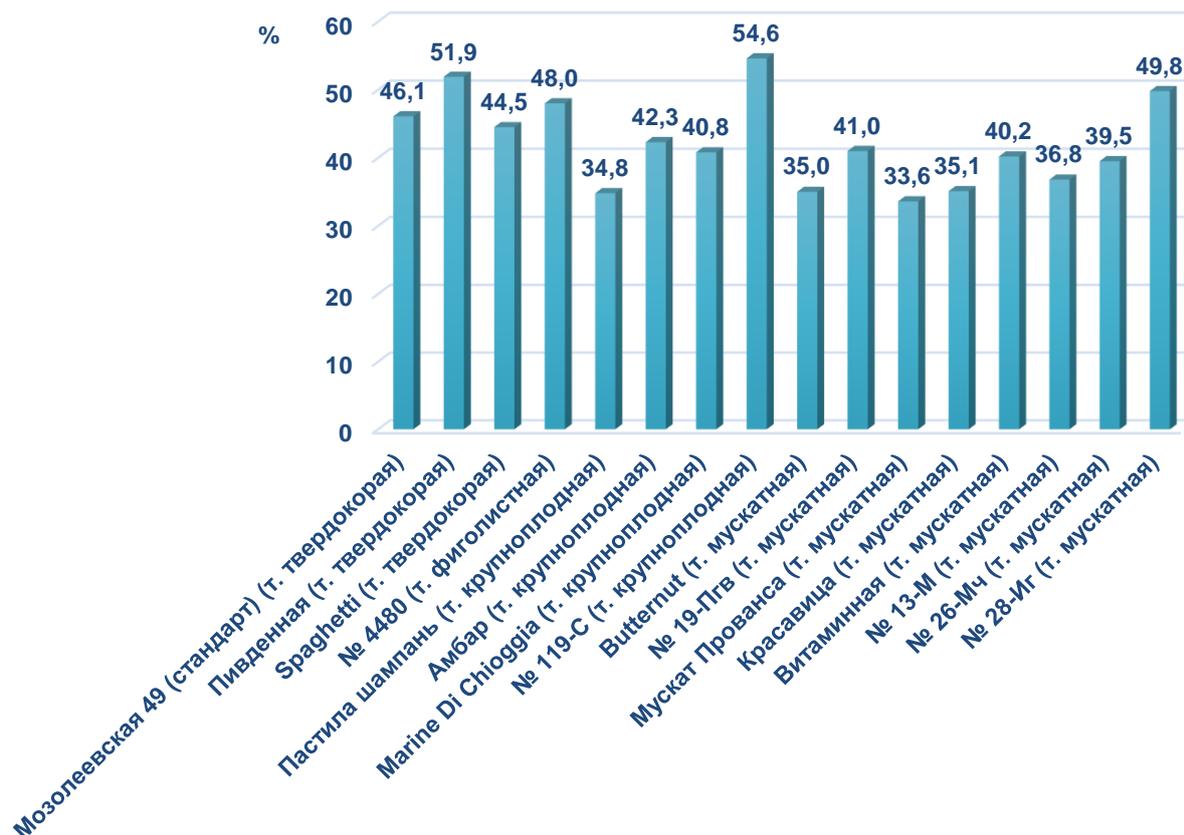
Сортообразцы исследуемых видов высаживали на полевой участок рассадным способом.

Рассаду выращивали в теплице в течение 20–27 дней (в зависимости от температурного режима), где до появления всходов поддерживали температуру воздуха на уровне 25–27 °С, после появления всходов температуру понижали и в течение 4–5 дней поддерживали на уровне 15–16 °С днем и 12–14 °С в ночное время. Затем поддерживали следующий температурный режим: 15–17 °С – ночью, 17–18 °С – в пасмурную погоду, 20–21 °С – в солнечные дни. Рассаду периодически поливали водой, для удаления излишней влаги осуществляли вентиляцию теплицы.

В полевых условиях применяли стандартную технологию выращивания.

Определение содержания сырого жира выполняли экстракционным методом в соответствии с ГОСТ 10857-64 [2], жирнокислотного состава липидной фракции из сортов и сортообразцов – ГОСТ 30418-96 [3].

Пищевые достоинства семян тыквы определяются количеством в них масла. На рисунке представлены данные по содержанию масла в семенах исследуемых сортов и сортообразцов изучаемых видов тыквы.



Содержание масла в семенах сортов и сортообразцов разных видов тыквы (в ядре), среднее за 2008–2012 гг., %

Как следует из данных, приведенных на рисунке, семена исследуемых сортов и сортообразцов характеризуются высоким содержанием масла – от 33,6 до 54,6%, для сравнения в южных регионах – от 30,1 до 50,0% [10, 11, 12].

В сортообразце № 119-С (крупноплодная тыква) отмечено максимальное содержание масла – 54,6% (в среднем по годам проведения исследований), чуть ниже этот показатель был у сорта Пивденная (твёрдокорая тыква) – 51,9%. Из группы мускатных тыкв повышенным содержанием масла отличался сортообразец № 28-Иг – 49,8%. В сортообразце № 4480 (фиголистная тыква) было отмечено самое низкое значение этого показателя – 34,8%.

Жирнокислотный состав семян тыквы представлен жирными кислотами: миристиновой, пальмитиновой, пальметоиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой, α-линоленовой, арахидоновой. Из них наибольшим было содержание (см. табл.) линолевой кислоты: максимальное – у сорта Пивденная (65,19%), минимальное – у сорта Красавица (55,48%). В пределах 8,99–14,00% в тыквенных семенах содержалось олеиновой кислоты: максимальное – у сорта Пастила шампань, минимальное – у сорта Красавица. Отмечено содержание стеариновой кислоты в пределах 3,05–5,69%: максимальное – у сортообразца № 119-С, минимальное – у сортообразца Пастила шампань.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) являются эссенциальными нутриентами, так как не синтезируются в организме человека и незаменимы, они входят в состав всех клеток и тканей, являются биологически активными веществами, образуют гормоноподобные вещества и др. Сумма полиненасыщенных жирных кислот в зависимости от сорта и сортообразца составляла 55,90–65,86%, поэтому все семена исследуемых сортов и сортообразцов можно рекомендовать для насыщения различных блюд ПНЖК.

## Жирнокислотный состав семян сортов и сортообразцов разных видов тыквы, среднее за 2008–2012 гг.

Сорт, сортообразец	Содержание кислоты, %									Сумма ПНЖК, %	Сумма НЖК, %	Сумма МНЖК, %
	миристиновая	пальмитиновая	пальмито-лейновая	маргариновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	α-линоленовая	арахидоновая			
<b>Тыква твердокорая</b>												
Мозолеевская 49 (ст.)	0,19	15,02	0,22	0,23	4,51	11,63	65,10	0,22	0,26	65,58	19,95	11,85
Пивденная	<b>0,21</b>	<b>13,37</b>	0,19	0,26	3,96	13,24	<b>65,19</b>	<b>0,36</b>	0,31	<b>65,86</b>	17,80	13,43
Spaghetti	0,18	15,00	0,17	0,21	4,57	11,06	65,11	0,23	0,24	65,58	19,96	11,23
<b>Тыква фиголистная</b>												
№ 4480	0,17	13,61	<b>0,33</b>	0,21	4,89	12,83	65,11	<b>0,18</b>	<b>0,40</b>	64,79	18,88	13,16
<b>Тыква крупноплодная</b>												
Пастила шампань	0,19	13,42	0,20	0,30	<b>3,05</b>	<b>14,00</b>	65,01	0,25	0,31	65,57	<b>17,76</b>	<b>14,20</b>
Амбар	0,11	13,81	0,18	<b>0,19</b>	5,29	12,89	58,94	0,28	0,38	59,60	19,80	13,07
Marine Di Chioggia	0,15	14,64	0,14	0,33	4,66	11,02	56,90	0,19	0,26	57,35	19,78	11,16
№ 119-С	<b>0,10</b>	14,68	0,13	0,28	<b>5,69</b>	13,18	61,83	0,25	0,17	62,25	20,45	13,31
<b>Тыква мускатная</b>												
Butternut	0,18	15,00	<b>0,11</b>	0,19	4,94	9,11	64,08	0,36	0,31	64,75	20,31	<b>9,22</b>
№ 19-Пгв	0,13	16,30	0,16	0,28	4,61	10,80	65,13	0,31	0,27	65,71	21,32	10,96
Мускат Прованса	0,16	<b>17,06</b>	0,21	<b>0,34</b>	5,11	10,16	62,12	0,19	<b>0,26</b>	62,57	<b>22,67</b>	10,37
Красавица	0,16	16,61	0,25	0,21	5,28	<b>8,99</b>	<b>55,48</b>	0,26	0,16	<b>55,90</b>	22,26	9,24
Витаминная	0,11	15,12	<b>0,11</b>	0,25	5,00	10,00	57,80	0,33	0,19	58,32	20,48	10,11
№ 13-М	0,18	16,00	0,14	<b>0,19</b>	4,44	11,09	60,39	0,21	0,20	60,80	20,81	11,23
№ 26-Мч	<b>0,10</b>	17,01	0,19	0,30	5,09	10,49	59,87	0,30	0,25	60,42	22,50	10,68
№ 28-Иг	0,19	15,03	0,24	0,24	4,12	9,45	59,05	0,35	0,33	59,73	19,58	9,69

В семенах сортов и сортообразцов изучаемых видов тыквы также присутствуют и насыщенные жирные кислоты (НЖК) – 17,76–22,67%. Это тугоплавкие жиры, они дольше перевариваются и хуже усваиваются организмом. Также присутствуют мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК), представленные олеиновой кислотой. Установлено, что олеиновая кислота оказывает благоприятное влияние на липидный обмен, в частности на обмен холестерина. В настоящее время присутствие этой кислоты относят к возможным, хотя окончательно и недоказанным алиментарным факторам, снижающим риск сердечно-сосудистых заболеваний. В семенах тыквы содержится от 9,22 до 14,20% МНЖК, основная часть из них приходится на олеиновую кислоту (8,99–14,00%).

В семенах тыквы отмечено достаточное количество пальмитиновой кислоты (наиболее распространенная в природе жирная кислота) – от 13,37 до 17,06%: максимальное количество – у сорта Мускат Прованса (17,06%) и в сортообразце № 26-Мч (17,01%), минимальное – у сорта Пивденная (13,37%).

Таким образом, исследуемые сорта и сортообразцы тыквы, выращиваемые в условиях умеренного климата (Московская область), имеют широкий спектр жирнокислотного состава.

На основании результатов проведенных исследований сельхозтоваропроизводителям Нечерноземной зоны России можно рекомендовать выращивать различные виды тыквы, что будет способствовать удовлетворению потребностей в ценном пищевом продукте, а также позволит разнообразить рацион питания населения.

**Список источников**

1. Гаспарян И.Н., Сычев В.Г., Мельников А.В., Горохов С.А. Основы производства продукции растениеводства: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань. 2021. 496 с.
2. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Методы определения масличности. Москва: Стандартинформ, 2010. 74 с.
3. ГОСТ 30418-96. Межгосударственный стандарт. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. Москва: Стандартинформ, 2008. 116 с.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Официальное издание). Т. 1. Сорта растений // ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%80-2021.pdf> (дата обращения: 10.12.2021).
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Azevedo-Meleiro C.H., Rodriguez-Amaya D.B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo* // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007. Vol. 55(10). Pp. 4027–4033. DOI: 10.1021/JF063413D.
7. Dar A.H., Sofi S.A., Rafiq Sh. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient: A review // International Journal of Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 2(6). Pp. 165–170.
8. Dubey S.D. Overview on *Cucurbita maxima* // International Journal of Phytopharmacy. 2012. Vol. 2(3). Pp. 68–71. DOI: 10.7439/ijpp.v2i3.492.
9. El Khatib S., Muhieddine M. Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp // In Liana Claudia Salanță (Eds.). The Health Benefits of Foods – Current Knowledge and Further Development. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.89274.
10. Kim M.Y., Kim E.J., Kim Y.N., Choi Ch., Lee B.H. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts // Nutrition Research and Practice. 2012. Vol. 6(1). Pp. 21–27. DOI: 10.4162/nrp.2012.6.1.21.
11. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A., Królczyk J.B. Optimization of extraction conditions for the Antioxidant Potential of Different Pumpkin Varieties (*Cucurbita maxima*) // Sustainability. 2020. Vol. 12(4). P. 1305. DOI: 10.3390/su12041305.
12. Mala S., Kurian A.E. Nutritional composition and antioxidant activity of pumpkin wastes // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 6(3). Pp. 336–344.
13. Marbun N., Sitorus P., Sinaga M. Antidiabetic effects of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flesh and seeds extracts in streptozotocin induced mice // Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2018. Vol. 11(2). P. 91. DOI: 10.22159/ajpcr.2018.v11i2.22023.
14. Nakazibwe I., Olet E.A., Kagoro-Rugunda G. Nutritional physico-chemical composition of pumpkin pulp for value addition: Case of selected cultivars grown in Uganda // African Journal of Food Science. 2020. Vol. 14(8). Pp. 233–243. DOI: 10.5897/AJFS2020.1980.
15. Suresh S., Sisodia S.S. Phytochemical and Pharmacological Aspects of *Cucurbita moschata* and *Moringa oleifera* // Pharmaceutical and Biosciences Journal. 2018. Vol. 6(6). P. 45–53. DOI: 10.20510/ukjpb/6/i6/179239.
16. Zhou C.L., Mi L., Hu X.-Y., Zhu B.-H. Evaluation of three pumpkin species: correlation with physico-chemical, antioxidant properties and classification using SPME-GC-MS and E-nose methods // Journal of Food Science and Technology. 2017. Vol. 54(10). Pp. 3118–3131. DOI: 10.1007/s13197-017-2748-8.

**References**

1. Gasparyan I.N., Sychev V.G., Mel'nikov A.V., Gorokhov S.A. Osnovy proizvodstva produktsii rastenievodstva: uchebnik dlya vuzov [Fundamentals of crop production: textbook for higher education]. Saint Petersburg: Lan' Press; 2021. 496 p. (In Russ.).
2. GOST 10857-64. Semena maslichnye. Metody opredeleniya maslichnosti [Oilseeds. Methods for determination of oil content]. Moscow: Standartinform Press; 2010. 74 p. (In Russ.).
3. GOST 30418-96. Mezghosudarstvennyj standart. Masla rastitel'nye. Metod opredeleniya zhirnokislotnogo sostava [Interstate standard. Vegetable oils. Method for determination of fatty acid content]. Moscow: Standartinform Press; 2008. 116 p. (In Russ.).
4. Gosudarstvennyj reestr selektsionnykh dostizhenij, dopushchennykh k ispo'zovaniyu (Oficial'noe izdanie). Vol. 1. Sorta rastenij [State Register of Selection Achievements Authorized for Use for Production Purposes (Official edition). Vol. 1. Plant varieties]. FGBU "Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federatsii po ispytaniyu i okhrane selektsionnykh dostizhenij" [FSBI "State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection"]. URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%80-2021.pdf>. (In Russ.).
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments). 5th ed., revised and enlarged] Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
6. Azevedo-Meleiro C.H., Rodriguez-Amaya D.B. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(10):4027-4033. DOI: 10.1021/JF063413D.

7. Dar A.H., Sofi S.A., Rafiq Sh. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017;2(6):165-170.
8. Dubey S.D. Overview on *Cucurbita maxima*. *International Journal of Phytopharmacy*. 2012;2(3):68-71. DOI: 10.7439/ijpp.v2i3.492.
9. El Khatib S., Muhieddine M. Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp. Chapter 3 in Liana Claudia Salanta (Eds.). *The Health Benefits of Foods – Current Knowledge and Further Development*. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.89274.
10. Kim M.Y., Kim E.J., Kim Y.N., Choi Ch., Lee B.H. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutrition Research and Practice*. 2012;6(1):21-27. DOI: 10.4162/nrp.2012.6.1.21.
11. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A., Królczyk J.B. Optimization of extraction conditions for the Antioxidant Potential of Different Pumpkin Varieties (*Cucurbita maxima*). *Sustainability*. 2020;12(4):1305. DOI: 10.3390/su12041305.
12. Mala S., Kurian A.E. Nutritional composition and antioxidant activity of pumpkin wastes. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016;6(3):336-344.
13. Marbun N., Sitorus P., Sinaga M. Antidiabetic effects of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flesh and seeds extracts in streptozotocin induced mice. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2018;11(2):91. DOI: 10.22159/ajpcr.2018.v11i2.22023.
14. Nakazibwe I., Olet E.A, Kagoro-Rugunda G. Nutritional physico-chemical composition of pumpkin pulp for value addition: Case of selected cultivars grown in Uganda. *African Journal of Food Science*. 2020;14(8):233-243. DOI: 10.5897/AJFS2020.1980.
15. Suresh S., Sisodia S.S. Phytochemical and Pharmacological Aspects of *Cucurbita moschata* and *Moringa oleifera*. *Pharmaceutical and Biosciences Journal*. 2018;6(6):45-53. DOI: 10.20510/ukjpb/6/i6/179239.
16. Zhou C.L., Mi L., Hu X.-Y., Zhu B.-H. Evaluation of three pumpkin species: correlation with physico-chemical, antioxidant properties and classification using SPME-GC-MS and E-nose methods. *Journal of Food Science and Technology*. 2017;54(10): 3118-3131. DOI: 10.1007/s13197-017-2748-8.

#### Информация об авторах

А.В. Гончаров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», tikva2008@mail.ru.

Ш.В. Гаспарян – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», schagen2010@yandex.ru.

А.Г. Левшин – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», alev200151@rambler.ru.

В.Ф. Пивоваров – доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», pivovarov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9522-8072>.

И.Н. Гаспарян – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», irina150170@yandex.ru.

#### Information about the authors

A.V. Goncharov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agriculture and Crop Production, Russian State Agrarian Correspondence University, tikva2008@mail.ru.

Sh.V. Gasparyan, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Storage and Processing Technologies of Fruit&Vegetable and Crop Products, Russian Timiryazev State Agrarian University, schagen2010@yandex.ru.

A.G. Levshin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation and High Technologies in Crop Production, Russian Timiryazev State Agrarian University, alev200151@rambler.ru.

V.F. Pivovarov, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Scientific Director, Federal Scientific Vegetable Center, pivovarov@vniissok.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9522-8072>.

I.N. Gasparyan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Machine and Tractor Fleet Operation and High Technologies in Crop Production, Russian Timiryazev State Agrarian University, irina150170@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 18.02.2022; одобрена после рецензирования 20.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 18.02.2022; approved after revision 20.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Гончаров А.В., Гаспарян Ш.В., Левшин А.Г., Пивоваров В.Ф., Гаспарян И.Н., 2022

## ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 632.95.021.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_129

## Эффективность инсектицидов при защите томатов от тепличной белокрылки

Александр Иванович Илларионов<sup>1✉</sup>, Павел Николаевич Фролов<sup>2</sup>, Андрей Александрович Деркач<sup>3</sup><sup>1,2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Воронежская область, пос. ВНИСС, Россия<sup>1</sup>Illarionov-Alexandr@yandex.ru✉

**Аннотация.** В современных технологиях производства томатов весьма важным элементом является защита культуры от вредных организмов. К числу экономически опасных фитофагов томатов относится тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.). В условиях защищенного грунта ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» Елецкого района Липецкой области изучалась эффективность современных инсектицидов против тепличной белокрылки. Установлено, что биологическая эффективность применения инсектицида Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) против тепличной белокрылки на томатах находилась в пределах от 77 до 40% (вариант 1), инсектицида Спиротетрамат + имидаклоприд в форме препарата Мовенто Энерджи, КС составляла 80–57% (вариант 2), баковой смеси из инсектицидов Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) и Бифентрин в форме препарата Талстар, КЭ (100 г/л) – соответственно 100 и 60% (варианты 3 и 4). Урожайность томата на вариантах 1, 2 и 3 составила соответственно 42 кг/м<sup>2</sup>, 57 и 60 кг/м<sup>2</sup>. Применение инсектицидов для ограничения численности тепличной белокрылки является рентабельным приемом. Рост материально-денежных затрат, связанных с применением инсектицидов в технологии производства томатов, при использовании однокомпонентного инсектицида, комбинированного препарата и баковой смеси составил соответственно 573 руб./м<sup>2</sup>, 643 и 716 руб./м<sup>2</sup>. В то же время себестоимость продукции снижалась и составила соответственно 35,9 руб./кг, 16,5 и 17,9 руб./кг, а уровень рентабельности возрастал и составлял соответственно 33,9%, 181,6 и 221%.

**Ключевые слова:** инсектициды, томаты, тепличная белокрылка, биологическая эффективность, баковая смесь инсектицидов, комбинированный инсектицид

**Для цитирования:** Илларионов А.И., Фролов П.Н., Деркач А.А. Эффективность инсектицидов при защите томатов от тепличной белокрылки // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 129–135. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_129-135](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_129-135).

## PLANT PROTECTION (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

## Efficiency of insecticides in protecting tomatoes against the greenhouse whitefly

Aleksandr I. Illarionov<sup>1✉</sup>, Pavel N. Frolov<sup>2</sup>, Andrey A. Derkach<sup>3</sup><sup>1,2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia<sup>3</sup>All-Russian Research Institute of Plant Protection, Voronezh Oblast, pos. VNISS, Russia<sup>1</sup>Illarionov-Alexandr@yandex.ru✉

**Abstract.** In modern tomato production technologies a very important element is the protection of the crop from harmful organisms. One of the most economically dangerous tomato phytophages is the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.). The authors have studied the efficiency of modern insecticides against the greenhouse whitefly in the conditions of protected ground of ООО “Yelets Vegetables Greenhouse Plant” in Yelets District of Lipetsk Oblast. It was found that the biological efficiency of Pyriproxyfen insecticide in the form of Admiral, EC (100 g/L) against the greenhouse whitefly on tomatoes ranged from 77.0 to 40% (variant 1); the efficiency of Spirotetramat + imidacloprid in the form of Movento Energy, SC was 80-57% (variant 2); and the efficiency of tank mixture of Pyriproxyfen in the form of Admiral, EC (100 g/L) and Bifentrin in the form of Talstar, EC (100 g/L) was 100 and 60%, respectively (variants 3 and 4). The yield of tomatoes in variants 1, 2 and 3 was 42 kg/m<sup>2</sup>, 57 and 60 kg/m<sup>2</sup>, respectively. The application of insecticides to control the number of greenhouse whitefly is a cost-effective technique. The increase in material and monetary costs associated with the use of insecticides in tomato production technology amounted to 573 rubles/m<sup>2</sup> when using a single-component insecticide; 643 rubles/m<sup>2</sup> when using a combined preparation; and 716 rubles/m<sup>2</sup> when using a tank mixture. At the same time, the cost of production decreased and amounted to 35.9 rubles/kg, 16.5 and 17.9 rubles/kg, respectively, while the level of profitability increased and amounted to 33.9%, 181.6 and 221%, respectively.

**Key words:** insecticides, tomatoes, greenhouse whitefly, biological efficiency, tank mixture of insecticides, combined insecticide

**For citation:** Illarionov A.I., Frolov P.N., Derkach A.A. Efficiency of insecticides in protecting tomatoes against the greenhouse whitefly. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(4):129-135. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_129-135](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_129-135).

**Т**омат или помидор (лат. *Solanum lycopersicum*) является в настоящее время одной из самых популярных культур в мире. Его возделывают в открытом грунте, под пленочными укрытиями, в теплицах, парниках, на балконах, лоджиях и даже в комнатных условиях на подоконниках. Плоды томата питательны, низкокалорийны, имеют привлекательный внешний вид и вкус, содержат большое количество важных и необходимых для человека витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот, жиров и эфирных масел. С этой культурой связана целая индустрия, в производстве которой заняты сотни тысяч человек. Большинство плодов идет на потребление в свежем виде, часть употребляется вареными, жареными, вялеными, засоленными, маринованными и др., а часть урожая поступает на переработку консервной промышленностью в виде томатного сока, томатной пасты, томатного пюре, кетчупов, соусов, заливок к различным консервам и др. [1, 3].

Томат – теплолюбивая культура: оптимальная температура для роста и развития растений находится в интервале от +22 до +25 °С. Также растения томата требовательны к освещению, почвенному питанию, среднетребовательны к влажности почвы. Культивируют как в открытом грунте, так и в теплицах или парниках.

Стабильному производству томатов в промышленных масштабах наряду с возбудителями болезней угрозу представляют различные виды насекомых и клещей [2]. Одним из опасных вредителей томата является тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) [8]. Распространена повсеместно в закрытом грунте. В природе развивается только летом при плюсовых температурах (зиму не переносит), в закрытом грунте – круглогодично. Личинки и взрослые особи, высасывая сок, вызывают пожелтение листовой пластинки. При значительной численности популяции и сильном повреждении растения отстают в развитии, сроках цветения, плодообразования и созревания, урожайность снижается. Для тепличной белокрылки характерно очаговое расселение по теплице. На одном растении обычно отмечают как взрослых насекомых, питающихся на верхних листьях, так и личинки и нимфы, которые располагаются на нижних листьях. Наличие в популяции большого количества яиц и нимф, эффективность действия инсектицидов на которых минимальна, затрудняет химическую борьбу с этим вредителем.

Для уничтожения тепличной белокрылки разработаны механические методы борьбы (использование клеевых ловушек), биологический метод (выпуск паразитических насекомых энкарзии или клопа макрофлоруса), а также химические методы борьбы (опрыскивание растений неоникотиноидами, пиретроидами, фосфорорганическими соединениями и др. в течение вегетационного периода). В настоящее время в ограничении численности и вредоносности тепличной белокрылки первостепенная роль обоснованно отводится биологическому методу [8, 10, 11]. Однако его неустойчивая эффективность вызывает необходимость привлечения для решения этой проблемы различных химических средств [7].

Практика производства томатов в условиях защищенного грунта ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» Елецкого района Липецкой области показала, что применением только средств биологической защиты не достигается эффективное ограничение численности и вредоносности тепличной белокрылки до экономически незначительных пределов. Для обеспечения устойчивого производства высококачественных плодов томата необходимо усовершенствование отдельных элементов защиты культуры от фитофага. В частности, существенным образом должна измениться тактика защиты культуры с помощью комбинированных инсектицидов. Хозяйству необходима высокоэффективная, низкозатратная, конкурентоспособная, надежная система защиты томата от тепличной белокрылки.

### Методика эксперимента

Исследования выполняли в 2019–2021 гг. в ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» Елецкого район Липецкой области. Опыт закладывали в теплицах производственного назначения на посевах томата гибрида Пламола F1.

Размер делянок составлял 8 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная.

Для определения численности тепличной белокрылки вели учет на пяти листьях из верхнего яруса по ряду на расстоянии 10 метров друг от друга.

Если на учетных растениях заселенность белокрылкой составляла 18–24% (1–2 особи на одно растение), то планировали проведение очаговой обработки. При заселенности белокрылкой на учетных растениях, достигающей 34–39% (от 2 до 5 особей на один куст), растения в теплице подвергали сплошной обработке независимо от стадии развития вредителя.

### Схема опыта

Для исследования были взяты инсектициды, зарегистрированные для ограничения численности и вредоносности тепличной белокрылки на территории Российской Федерации [9].

1. Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) при норме расхода инсектицида 0,3 л/га и расходе рабочей жидкости 1000 л/га (эталон).

2. Комбинированный инсектицид Спиротетрамат + имидаклоприд в форме препарата Мовенто Энерджи, КС при соотношении компонентов (120 + 120 г/л), норме расхода препарата 0,4 л/га и расходе рабочей жидкости 1000 л/га.

3. Баковая смесь инсектицидов Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) при норме его расхода 0,3 л/га и Бифентрин в форме препарата Талстар, КЭ (100 г/л) при норме расхода 1,2 л/га и расходе рабочей жидкости 2000 л/га 0,06% концентрации.

Поскольку в условиях производственных теплиц не представляется возможным в схему опыта вводить контрольный вариант (без применения инсектицида), который может стать серьезным очагом размножения тепличной белокрылки, что нанесет большой экономический ущерб производству культуры, введен вариант с однокомпонентным инсектицидом (эталон).

Показатели заселенности растений фитофагом отмечали до обработки и через 7, 10, 14 суток после применения инсектицидов.

Биологическую эффективность инсектицидов рассчитывали по формуле

$$БЭ = \left( 1 - \frac{Bb}{Aa} \right) \cdot 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность инсектицида, %;

*A* – средняя численность фитофага на варианте с инсектицидом до применения препарата;

*a* – средняя численность фитофага на контрольном варианте до применения препарата;

*B* – средняя численность фитофага на варианте с инсектицидом после применения препарата;

*b* – средняя численность фитофага на контрольном варианте после применения препарата.

Учет урожая осуществлялся сплошным методом.

Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом [4].

### Результаты и их обсуждение

Постоянный мониторинг роста численности имаго тепличной белокрылки позволял определять плотность популяции фитофага на растениях томата и принимать решение по ограничению его численности и вредоносности. При достижении показателя

заселенности белокрылкой одного балла, или 3–5 особей на растении, осуществляли выпуск энтомофага энкарзии (*Encarsia Formosa* Gahan) в соотношении 1 : 8.

Однако активность энтомофага не позволяла снизить численность и вредоносность белокрылки до экономически незначимых пределов, поэтому для защиты культуры осуществляли обработку растений инсектицидами по очагам размножения тепловой белокрылки.

Биологическая эффективность инсектицидов была неодинаковой как по вариантам опыта, так и по времени проведения учетов (табл. 1).

**Таблица 1. Биологическая эффективность инсектицидов на растениях томата в условиях ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» (средние данные за 2019–2021 гг.), %**

Варианты опыта	Норма применения, л, кг/га	Сутки учета численности насекомых			
		3	7	10	14
Первая обработка					
Адмирал, КЭ (100 г/л) (эталон)	0,3	76,0	77,2	45,1	-
Мовенто Энерджи, КС (240 г/л)	0,4	81,0	83,0	58,0	-
Адмирал, КЭ (100 г/л) 0,3 л/га + Талстар, КЭ (100 г/л) 1,2 л/га	1,5	100,0	93,4	78,0	61,0
Вторая обработка					
Адмирал, КЭ (100 г/л) (эталон)	0,3	74,0	72,2	40,1	-
Мовенто Энерджи, КС(240 г/л)	0,4	83,0	80,0	57,0	-
Адмирал, КЭ (100 г/л) 0,3 л/га + Талстар, КЭ (100 г/л) 1,2 л/га	1,5	100,0	95,4	80,0	55,0
Третья обработка					
Адмирал, КЭ (100 г/л) (эталон)	0,3	74,0	70,2	42,0	-
Мовенто Энерджи, КС(240 г/л)	0,4	83,0	80,0	57,0	-
Адмирал, КЭ (100 г/л) 0,3 л/га + Талстар, КЭ (100 г/л) 1,2 л/га	1,5	100,0	95,4	80,0	55,0

Самые низкие показатели биологической эффективности отмечены на варианте с инсектицидом Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л). Вместе с тем показатели биологической эффективности этого варианта в первые 7 суток были наиболее стабильными (72–77%), а по истечении двух недель заметно снижались до уровня 40–45%.

Более высокий уровень биологической эффективности по сравнению с препаратом Адмирал, КЭ (100 г/л) был получен на вариантах применения комбинированного препарата или баковой смеси инсектицидов. Биологическая эффективность комбинированного инсектицида Спиротетрамат + имидаклоприд в форме препарата Мовенто Энерджи, КС по сравнению с препаратом Адмирал, КЭ (100 г/л) была выше примерно на 5–10% в первые 7 суток после применения препарата. В последующие 7 суток эта разница в показателях достигала уже 13–17%. Повышенный уровень биологической активности комбинированного препарата, возможно, обусловлен аддитивным эффектом компонентов, входящих в его состав. Это также, по нашему мнению, может быть результатом более высокой нормы внесения действующего вещества компонентов комбинированного инсектицида по сравнению с однокомпонентным препаратом.

Самые высокие показатели биологической эффективности зарегистрированы при использовании баковой смеси инсектицидов Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) при норме расхода 0,3 л/га + Бифентрин в форме препарата Талстар, КЭ (100 г/л) при норме расхода 1,2 л/га и расходе рабочей жидкости 2000 л/га 0,06% концентрации. Если в течение первых трех суток после применения инсектицидов баковой смеси биологическая эффективность достигала 100%, то через 7 суток она снижалась до 93–95%, спустя две недели – до 78–80%. Более высокие показатели биоло-

гической эффективности баковой смеси инсектицидов по сравнению с однокомпонентным препаратом и вариантом с комбинированным инсектицидом, вероятно, обусловлены проявлением синергетического эффекта токсикантов в смеси [6], а также более высокой нормой внесения действующего вещества компонентов.

Уровень биологической эффективности применения каждого из инсектицидов против тепличной белокрылки на томатах отразился и на величине хозяйственной эффективности (табл. 2).

**Таблица 2. Хозяйственная эффективность применения инсектицидов против тепличной белокрылки на томатах гибрида Пламола F1 в условиях защищенного грунта ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» (средние данные за 2019–2021 гг.)**

Варианты опыта	Норма применения, л, кг/га	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>
Адмирал, КЭ (100 г/л) (эталон)	0,3	42,0
Мовенто Энерджи, КС (240 г/л)	0,4	57,0
Адмирал, КЭ (100 г/л) + Талстар, КЭ (100 г/л)	1,5	60,0
НСР <sub>0,95</sub> = 7,45 кг/м <sup>2</sup>		

Как следует из данных таблицы 2, величина сохраненного урожая после применения комбинированного инсектицида Мовенто Энерджи, КС (240 г/л) и баковой смеси инсектицидов Адмирал, КЭ (100 г/л) + Талстар, КЭ (100 г/л) достоверно отличается только от варианта с эталоном. Это подтверждено расчетом наименьшей существенной разности (НСР).

Расчет экономической эффективности применения инсектицидов на томатах выполнен в соответствии с существующими рекомендациями [5] (табл. 3).

**Таблица 3. Экономическая эффективность применения инсектицидов на томатах гибрида Пламола F1 в условиях защищенного грунта ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» (средние данные за 2019–2021 гг.)**

Показатели	Экономическая эффективность по вариантам опыта		
	Адмирал, КЭ (100 г/л) 0,3 л/га (эталон)	Мовенто Энерджи, КС (240 г/л) 0,4 л/га	Адмирал, КЭ (100 г/л) 0,3 л/га + Талстар, КЭ (100 г/л) 1,2 л/га
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	42,0	57,0	60,0
Материально-денежные затраты, руб./м <sup>2</sup>	573,0	643,0	716,0
Себестоимость 1 кг продукции, руб.	35,91	16,49	17,9
Уровень рентабельности, %	33,87	181,59	220,9

Данные, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о том, что при производстве томатов по технологии с применением инсектицидов наблюдался рост материально-денежных затрат:

- 573 руб./м<sup>2</sup> при использовании однокомпонентного инсектицида;
- 643 руб./м<sup>2</sup> при применении комбинированного препарата;
- 716 руб./м<sup>2</sup> при применении баковой смеси.

В то же время за счет значительного роста урожайности себестоимость продукции снижалась, а уровень рентабельности, как следствие, возрастал:

- 35,9 руб./кг и 33,9% при использовании однокомпонентного инсектицида;
- 16,5 руб./кг и 181,6% при применении комбинированного препарата;
- 17,9 руб./кг и 221% при применении баковой смеси.

## Выводы

1. В условиях защищенного грунта ООО «Тепличный комбинат Елецкие овощи» Елецкого района Липецкой области тепличная белокрылка паразитирует на растениях томата в течение всего периода его вегетации и представляет серьезную угрозу урожаю культуры.

2. По данным трехнедельного мониторинга результатов обработок растений томата, биологическая эффективность инсектицида Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) против тепличной белокрылки составляла 77% в первые трое суток с последующим снижением до 40%, на варианте применения комбинированного инсектицида Спиротетрамат + имидаклоприд в форме препарата Мовенто Энерджи, КС (240 г/кг) – 80–57%, на варианте применения баковой смеси инсектицидов Пирипроксифен в форме препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) + Бифентрин в форме препарата Талстар, КЭ (100 г/л) – 100–60%.

3. Обработка томатов инсектицидами обеспечивает эффективную защиту растений от тепличной белокрылки в течение 10 суток. Для полноценной защиты томатов необходимо обрабатывать растения инсектицидами не менее трех раз за вегетационный период.

4. Использование инсектицидов для ограничения численности тепличной белокрылки является рентабельным приемом. При производстве томатов по технологии с применением инсектицидов снижается себестоимость продукции и возрастает уровень рентабельности:

- на варианте применения препарата Адмирал, КЭ (100 г/л) (эталон) себестоимость 1 кг продукции составила 35,9 руб., а уровень рентабельности – 33,9%;

- на варианте применения препарата Мовенто Энерджи, КС (240 г/кг) себестоимость была ниже по сравнению с эталоном и составила 16,5 руб./кг, а уровень рентабельности – выше – 181,6%;

- на варианте применения баковой смеси препаратов Адмирал, КЭ (100 г/л) + Талстар, КЭ (100 г/л) себестоимость 1 кг продукции составила 17,9 руб., а уровень рентабельности – 221%.

## Список источников

1. Алпатьев А.В. Помидоры. Москва: Колос, 1981. 304 с.
2. Баздырев Г.И., Третьяков Н.Н., Белошапкина О.О. Интегрированная защита растений от вредных организмов: учебное пособие. Москва: Лань, 2014. 302 с.
3. Гавриш С.Ф. Томаты. Москва: Вече, 2005. 160 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Захаренко В.А., Ченкин А.Ф., Черкасов В.А. и др. Справочник по защите растений. Москва: Агропромиздат, 1985. 415 с.
6. Илларионов А.И., Женчук А.В. Эффективность баковых смесей пестицидов и агрохимикатов при интегрированной защите озимой пшеницы от вредных организмов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12, № 1(60). С. 13–23. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.1.13.
7. Илларионов А.И. Современные методы защиты растений: учебное пособие. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf> (дата обращения: 03.11.2021).
8. Лебедев В.В. Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур закрытого грунта – тепличной белокрылкой при помощи специализированного паразита – энкарзии: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11. Москва, 1983. 26 с.
9. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2020 год: справочное издание. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4, 2020. Москва, 2020. 826 с.
10. Штерншис М.В., Джалилов Ф.С.-У., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений. Москва: КолосС, 2004. 264 с.

11. Яркулов Ф.Я. Энкарзия (*Encarsia Formosa* Gahan) как регулятор численности тепличной белокрылки в защищенном грунте // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2013. № 4(29). С. 7–14.

#### References

1. Alpat'ev A.V. Pomidory [Tomatoes]. Moscow: Kolos Press; 1981. 304 p. (In Russ.).
2. Bazdyrev G.I., Tretyakov N.N., Beloshapkina O.O. Integrirovannaya zashchita rastenij ot vrednykh organizmov: uchebnoe posobie [Integrated protection of plants from harmful organisms: a textbook]. Moscow: Lan' Press; 2014. 302 p. (In Russ.).
3. Gavriush S.F. Tomaty [Tomatoes]. Moscow: Veche Press; 2005. 160 p. (In Russ.).
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments). 5th ed., revised and enlarged]. Moscow: Agropromizdat Press; 1985. 351 p. (In Russ.).
5. Zakharenko V.A., Chenkin A.F., Cherkasov V.A., et al. Spravochnik po zashchite rastenij [Handbook of Plant Protection]. Moscow: Agropromizdat Press; 1985. 415 p. (In Russ.).
6. Illarionov A.I., Zhenchuk A.V. Effektivnost' bakovykh smesey pestitsidov i agrokhimikatov pri integrirovannoy zashchite ozimoy pshenitsy ot vrednykh organizmov [The efficiency of tank mixtures of pesticides and agrochemicals in integrated protection of winter wheat from harmful organisms]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12(1):13-23. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.1.13. (In Russ.).
7. Illarionov A.I. Sovremennye metody zashchity rastenij: uchebnoe posobie [Modern methods of plant protection: textbook]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2018. URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf>. (In Russ.).
8. Lebedev V.V. Biologicheskij metod bor'by s vreditelyami ovoshchnykh kul'tur zakrytogo grunta – teplichnoj belokrylkoj pri pomoshchi specializirovannogo parazita – enkarzii: avtoreferat dissertatsii kandidata biologicheskikh nauk : 06.01.11 [Biological method of pest control of vegetable crops grown under cover, i.e. greenhouse cabbage whitefly, with the help of parasitic wasp encarsia: Author's Abstract of Candidate of Biological Sciences: 06.01.11]. Moscow; 1983. 26 p. (In Russ.).
9. Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federatsii, 2020 god: spravocnoe izdanie. Prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rastenij» № 4, 2020 [List of pesticides and agrochemicals permitted to use on the territory of the Russian Federation, 2020: reference edition. Appendix to the Journal "Plant Protection and Quarantine" No. 4, 2020]. Moscow; 2020. 826 p. (In Russ.).
10. Shternshis M.V., Jalilov F.S.-U., Andreeva I.V., Tomilova O.G. Biologicheskaya zashchita rastenij [Biological protection of plants]. Moscow: KolosS Press; 2004. 264 p. (In Russ.).
11. Yarkulov F.Ya. Enkarziya (*Encarsia Formosa* Gahan) kak regulator chislennosti teplichnoj belokrylki v zashchishchennom grunte [*Encarsia Formosa* Gahan as a regulator of nursery whitefly number in protected ground]. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2013;4(29):7-14. (In Russ.).

#### Информация об авторах

А.И. Илларионов – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [IllarionovAlexandr@yandex.ru](mailto:IllarionovAlexandr@yandex.ru).

П.Н. Фролов – магистрант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский аграрный университет имени императора Петра I», [aibolyt48@mail.ru](mailto:aibolyt48@mail.ru).

А.А. Деркач – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», [dercach.vrn.2010@mail.ru](mailto:dercach.vrn.2010@mail.ru).

#### Information about the authors

A.I. Illarionov, 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, [Illarionov-Alexandr@yandex.ru](mailto:Illarionov-Alexandr@yandex.ru).

P.N. Frolov, Master's Degree Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aibolyt48@mail.ru](mailto:aibolyt48@mail.ru).

A.A. Derkach, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Plant Protection, [dercach.vrn.2010@mail.ru](mailto:dercach.vrn.2010@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 20.01.2022; одобрена после рецензирования 28.02.2022; принята к публикации 09.03.2022.

The article was submitted 20.01.2022; approved after revision 28.02.2022; accepted for publication 09.03.2022.

© Илларионов А.И., Фролов П.Н., Деркач А.А., 2022

## ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 579.64:631.53.027:633.1  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_136

### Оценка стимулирующего действия микробиологического препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* на посевные качества зерновых культур

Валентина Алексеевна Задорожная<sup>1✉</sup>, Надежда Владимировна Подлесных<sup>2</sup>,  
Галина Григорьевна Соколенко<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>1</sup>valyaz2015@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Увеличение производства органической продукции требует новых подходов к элементам агротехнологий. Отказ от химических препаратов для защиты растений от болезней создает предпосылки для поиска новых приемов обеззараживания семян и растений сельскохозяйственных культур. Перспективным в данном направлении является использование микроорганизмов. Один из способов использования бактериальных препаратов – предпосевная инокуляция семян сельскохозяйственных культур. Технология предпосевной обработки семян зерновых культур позволяет не только улучшить посевные качества и структуру урожая, но и повысить урожайность. Проведены исследования по оценке влияния бактериального препарата, полученного на основе штамма *Bacillus subtilis*, на посевные качества семян зерновых культур (яровая пшеница, овес, соя). Лабораторные исследования показали стимулирующее действие изучаемого препарата на посевные качества зерновых культур, которое выразилось в увеличении энергии прорастания и лабораторной всхожести: овса – соответственно на 8,2 и 9,7%, яровой пшеницы – на 13,2 и 1,0, сои – на 4,7 и 8,3%. При этом увеличивались длина и масса проростков: овса – на 2,0 см и 2,6 г, яровой пшеницы – на 2,9 см и 0,3 г, сои – на 3,4 см и 11,0 г. При проращивании контрольных образцов семян овса, яровой пшеницы и сои было выявлено плесневение семян, поражение грибом *Mucor* и неправильное прорастание семян, в то время как семена, обработанные биопрепаратом на основе штамма *Bacillus subtilis*, были здоровыми, что свидетельствует о фунгицидном и стимулирующем свойстве изучаемого препарата. На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности применения препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* в системе предпосевной подготовки семян зерновых культур с целью повышения их посевных качеств.

**Ключевые слова:** микробиологический препарат, штамм *Bacillus subtilis*, зерновые культуры, овес, яровая пшеница, соя, семена, посевные качества

**Для цитирования:** Задорожная В.А., Подлесных Н.В., Соколенко Г.Г. Оценка стимулирующего действия микробиологического биопрепарата на основе штамма *Bacillus subtilis* на посевные качества зерновых культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 136–142. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_136-142](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_136-142).

## PLANT PROTECTION (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

### Evaluation of stimulating effect of microbiological preparation based on *Bacillus subtilis* strain on sowing qualities of grain crops

Valentina A. Zadorozhnaya<sup>1✉</sup>, Nadezhda V. Podlesnykh<sup>2</sup>, Galina G. Sokolenko<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>1</sup>valyaz2015@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Increasing the production of organic products requires new approaches to the elements of agricultural technologies. The rejection of chemical preparations for protecting plants from diseases creates the prerequisites for searching for new methods of disinfecting the seeds and plants of agricultural crops. The use of microorganisms is promising in this direction. One of the ways of using bacterial preparations is the presowing inoculation of crop seeds. Presowing treatment of seeds with microbiological preparations is one of the methods for increasing the productivity and environmental friendliness of agricultural production. The technology of presowing treatment of grain crop seeds allows not only improving the sowing qualities and yield structure, but also increasing the yield. The authors have performed a research in order to evaluate the effect of a bacterial preparation obtained on the basis of *Bacillus subtilis* strain on sowing qualities of seeds of grain crops (e.g. spring wheat, oat, and soybean). Laboratory studies have shown the stimulating effect of the studied preparation on sowing qualities of grain crops, which resulted in the increase in germination energy and laboratory germination by 8.2% and 9.7%, respectively, for oat, 13.2% and 1.0% for spring wheat, and 4.7% and 8.3% for soybean. Moreover, the length and weight of seedlings increased by 2.0 cm and 2.6 g for oat, by 2.9 cm and 0.3 g for spring wheat, and by 3.4 cm and 11.0 g for soybean. Germination of control samples of seeds of oat, spring

wheat and soybean showed moldy seeds affected by the *Mucor* fungus and improper seed germination, while the seeds treated with the biological preparation based on *Bacillus subtilis* strain were healthy, which indicates the fungicidal and stimulating properties of the studied preparation. Based on the obtained results, it can be concluded that it is expedient to use the preparation of *Bacillus subtilis* strain in the system of presowing treatment of seeds of grain crops in order to improve the sowing qualities of seeds.

**Key words:** microbiological preparation, *Bacillus subtilis*, sowing qualities, oat, spring wheat, soybean

**For citation:** Zadorozhnaya V.A., Podlesnykh N.V., Sokolenko G.G. Evaluation of stimulating effect of microbiological preparation based on *Bacillus subtilis* strain on sowing qualities of grain crops. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):136-142. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_136-142](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_136-142).

**Н**а современном этапе развития основной задачей отрасли растениеводства является производство качественной, экологически безопасной продукции с минимальными энергетическими и трудовыми затратами при максимальном выходе с единицы площади, что требует широкого внедрения интенсивных, энерго- и ресурсосберегающих экологически целесообразных технологий [7]. Одна из основных проблем растениеводства заключается в том, что посеянные семена не всегда наилучшим образом реализуют заложенный генетический потенциал продуктивности [1]. Для решения этой проблемы ведется поиск рациональных агроприемов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе и способов предпосевной обработки семян. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур, включая зерновые, позволяет улучшить их посевные качества и, как следствие, повысить урожайность [11].

В настоящее время учеными разработаны способы предпосевной обработки семян с использованием различных микробиологических препаратов, вступающих во взаимодействие с развивающимися растениями и влияющих на физиологические процессы. При этом предпосевная обработка семян микробиологическими препаратами является одним из методов повышения не только продуктивности, но и экологичности сельскохозяйственного производства. В связи с этим исследования, направленные на изучение влияния микробиологических препаратов на посевные качества семян зерновых культур, являются актуальными.

Известно, что почвенная бактерия *Bacillus subtilis* способна вступать во взаимодействие с корневой системой растений, синтезировать биологически активные вещества, стимулирующие развитие проростка и его физиологические процессы, повышающие иммунитет растения и устойчивость к неблагоприятным факторам. К настоящему времени установлено, что микробиологические препараты, содержащие *Bacillus subtilis*, способны улучшать питательный режим растений, защищать от фитопатогенов, повышать урожайность, являясь существенной альтернативой агрессивным химическим удобрениям и пестицидам [1, 2, 4, 5, 8–16].

Целью проведенных исследований являлась оценка стимулирующего действия биопрепарата на основе почвенного микроорганизма *Bacillus subtilis* на посевные качества семян зерновых культур (яровой пшеницы, овса, сои).

Объекты исследования:

- микробиологический препарат, содержащий споры и метаболиты *Bacillus subtilis* (разработан в Центре биотехнологических исследований Воронежского государственного университета на основе штамма *Bacillus subtilis* путем микробной биоконверсии отходов картофелеперерабатывающего производства и содержит споры, вегетативные клетки и метаболиты *Bacillus subtilis*);

- семена овса посевного (сорт Яков), яровой пшеницы (сорт Дарья) и сои (сорт Воронежская 31).

Семенной материал получен на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного университета.

Посевные качества семян определяли лабораторным методом в соответствии с ГОСТ 12038-84 [3].

Исследуемые семена овса, пшеницы и сои замачивали в водном растворе биопрепарата с концентрацией спор  $10^7$  в  $1 \text{ см}^3$  в течение 2 часов. В качестве контроля использовали семена, замоченные в воде.

Проращивание проводили рулонным методом [6].

Повторность опытов четырехкратная. Энергию прорастания определяли на 3-й день проращивания, лабораторную всхожесть – на 7-й, длину и массу проростков – на 10-й.

На первом этапе были определены исходные посевные качества семян овса, яровой пшеницы и сои (см. табл.).

Исходные посевные качества семян овса, яровой пшеницы и сои

Культура	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина проростка, см	Масса 100 проростков, г
Овес	71,8	80,0	11,0	11,2
Яровая пшеница	82,8	95,8	16,2	8,25
Соя	68,3	84,0	15,0	103,7

Как следует из данных таблицы, самое низкое значение энергии прорастания имели семена сои (68,3%), самое высокое – семена яровой пшеницы (82,8%). Что касается лабораторной всхожести, то сельскохозяйственные культуры расположились следующим образом по возрастанию значений этого показателя: овес – 80,0%, соя – 84,0, яровая пшеница – 95,8%.

Различные исходные посевные качества исследуемых культур определили различную ответную реакцию на бактеризацию микробиологическим препаратом на основе *Bacillus subtilis*.

Анализ результатов исследования показал, что обработка семян препаратом на основе *Bacillus subtilis* оказала положительное влияние на посевные качества всех исследованных культур (рис. 1, 2).

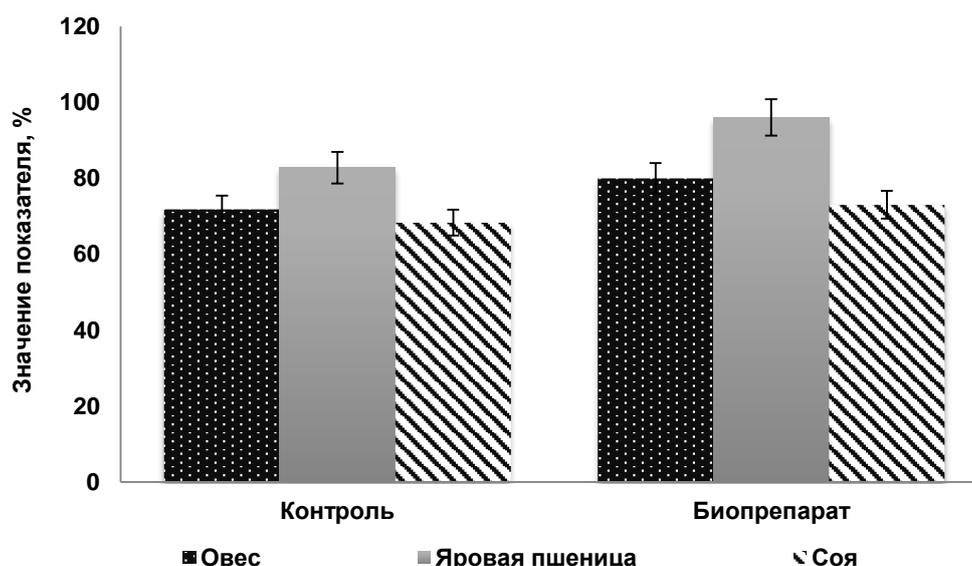


Рис. 1. Влияние предпосевной обработки биопрепаратом на основе *Bacillus subtilis* на энергию прорастания зерновых культур

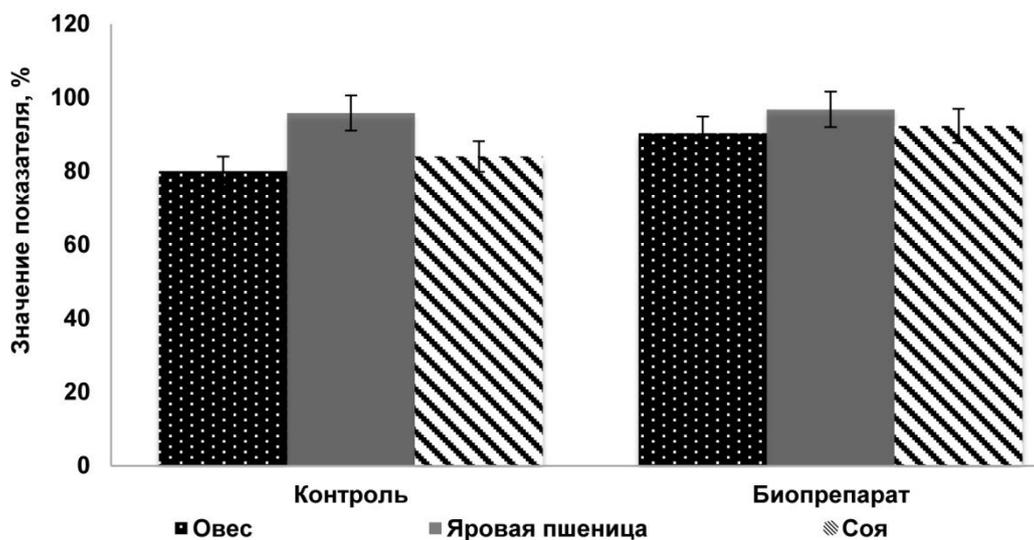


Рис. 2. Влияние предпосевной обработки биопрепаратом на основе *Bacillus subtilis* на лабораторную всхожесть зерновых культур

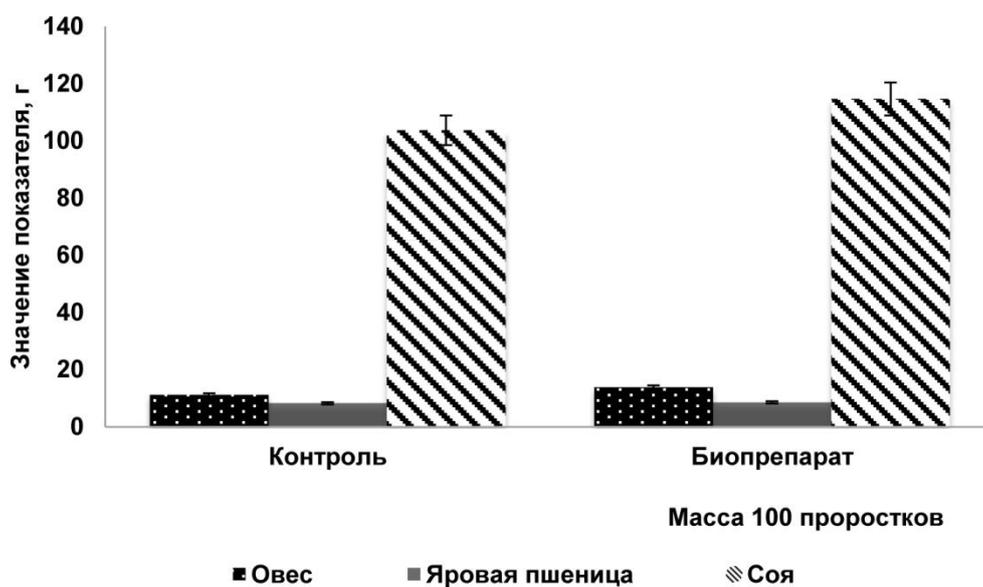
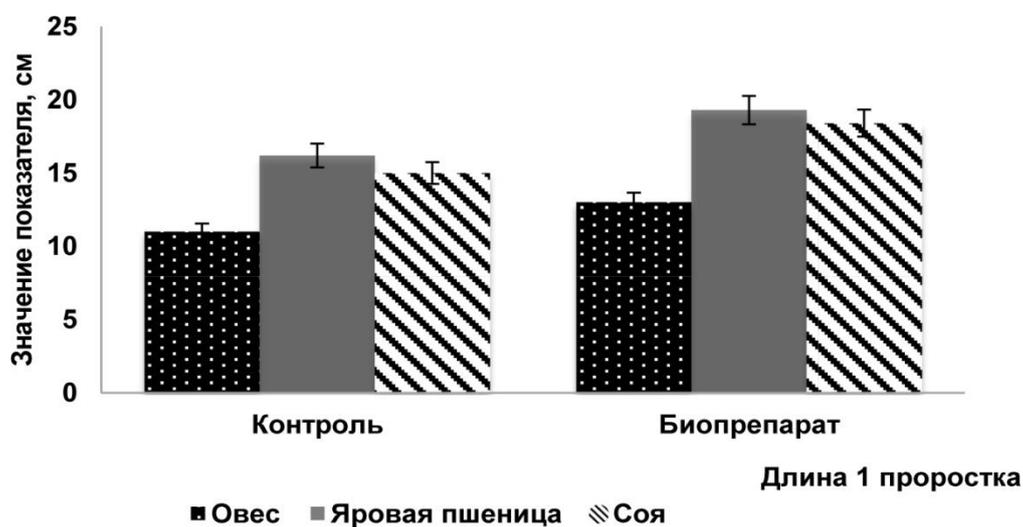


Рис. 3. Сила роста зерновых культур (длина 1 проростка, масса 100 проростков) в зависимости от предпосевной обработки биопрепаратом на основе *Bacillus subtilis*

Стимулирующий эффект изучаемого микробиологического препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* на энергию прорастания был различным, просматривается зависимость от исходного значения данного показателя семян исследуемых культур: так, у пшеницы, имевшей наиболее высокое исходное значение энергии прорастания, выявлено повышение на 13,2%, у овса – на 8,2, а у сои, имевшей самое низкое исходное значение, – на 4,7%.

Использованный биопрепарат существенно ускорил начальные ростовые процессы семян яровой пшеницы, повысив энергию прорастания до 96,8%. Этот показатель весьма важен в растениеводстве, так как позволяет получить дружные всходы за короткий период и иметь выровненные по степени развития посевы. При этом закономерно, что лабораторная всхожесть пшеницы увеличилась по сравнению с контролем лишь на 1%.

У семян овса и сои стимулирующий эффект биопрепарата на лабораторную всхожесть различался незначительно – соответственно на 9,7 и 8,3%.

При оценке влияния предпосевной обработки биопрепаратом на ростовые процессы проростка установлено выраженное стимулирующее действие на такие показатели, как длина проростка и масса 100 проростков (рис. 3).

После обработки семян биопрепаратом наибольшее увеличение длины 1 проростка отмечено у сои (22%) и наименьшее – у овса (18%).

Стимулирующий эффект биопрепарата на массу 100 проростков максимальным был у овса (23%), средним – у сои (10%), минимальным – у пшеницы (3%). Не выявлено корреляции массы 100 проростков с длиной проростков исследуемых культур. Эти показатели определяются их морфологическими особенностями.

При проращивании контрольных образцов семян овса, яровой пшеницы и сои было выявлено плесневение семян, поражение грибом *Mucor* и неправильное прорастание семян, в то время как семена, обработанные биопрепаратом, были здоровыми. Это позволяет говорить о фунгицидном и стимулирующем свойстве изучаемого препарата.

Качественный семенной материал позволяет без дополнительных энергетических затрат (удобрения, гербициды, пестициды) обеспечить надлежащий рост растений, снизить негативное влияние сорняков, болезней, вредителей и на этой основе повысить урожайность культуры и качество получаемой продукции, улучшить экологическое состояние поля.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что предпосевная обработка семян овса, яровой пшеницы и сои оказывает стимулирующее действие на их посевные качества: энергию прорастания, лабораторную всхожесть, развитие проростка (длину проростка и массу 100 проростков). Кроме того, применение этого биопрепарата открывает возможности использования семян с низкими посевными качествами в сельскохозяйственном производстве.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения биологического препарата на основе *Bacillus subtilis* в системе предпосевной подготовки семян зерновых культур.

**Список источников**

1. Алексеичук Г.Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения. Минск: Право и экономика, 2009. 44 с.
2. Бизюкова О.В. Обзор мирового рынка биопрепаратов // Защита и карантин растений. 2012. № 3. С. 17–20.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Москва: Стандартинформ, 2011. 64 с.
4. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои // Вестник аграрной науки. 2020. № 5(86). С. 33–38.
5. Лихачев Б.С., Захарова Л.Г. Критерии оценки состояния зерновых культур при длительном хранении // Научно-технический Бюллетень ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. 1985. № 152. С. 26–30.
6. Лихачев Б.С. Морфофизиологическая оценка проростков и сила роста семян // Селекция и семеноводство. 1977. № 3. С. 67–68.
7. Рудой Е.В. Прогнозирование научно-технологического развития отрасли растениеводства // Участие аграрных вузов в научно-техническом обеспечении развития сельского хозяйства: материалы Всероссийского семинара совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России. Курск: Курская ГСХА, 2018. С. 48–55.
8. Соколенко Г.Г., Задорожная В.А., Подлесных Н.В. Изучение влияния микробиологического препарата на основе *Bacillus subtilis* на посевные качества семян пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13, № 1(64). С. 85–89. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.85.
9. Строна И.Г. Методика изучения силы роста семян полевых культур. Москва: Колос, 1964. 24 с.
10. Ульяненко Л.Н., Филипас А.С., Лой Н.Н. и др. Эффективность предпосевной обработки семян яровой пшеницы микробиологическим препаратом Бисолбисан в условиях загрязнения почвы кадмием // Агрехимия. 2009. № 3. С. 76–83.
11. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Купряжкин Е.А. и др. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы // Аграрная наука. 2016. № 5. С. 13–14.
12. Фирсова М.К. Семенной контроль. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1969. 295 с.
13. Beers E.P., McDowell J.M. Regulation and execution of programmed cell death in response to pathogens, stress and development cues // Current Opinion in Plant Biology. 2001. Vol. 4(6). Pp. 561–567. DOI: 10.1016/s1369-5266(00)00216-8.
14. Hampton J.G. What is Seed Quality? // Seed Science and Technology. 2002. Vol. 30(1). Pp. 1–10. DOI:10.1201/b10312-2.
15. Meriaux B., Wagner M.H., Ducoumau S., Ladonne F., Fougereux J.A. Using sodium chloride saturated solution to standardize accelerated aging test for wheat seeds // Seed Science and Technology. 2007. Vol. 35(3). Pp. 722–732. DOI:10.15258/SST.2007.35.3.18.
16. Zhu C., Chen J. Changes in soluble sugar and antioxidant enzymes in peanut seeds during ultra dry storage and after accelerated aging // Seed Science and Technology. 2007. Vol. 35(2). Pp. 387–401. DOI: 10.15258/SST.2007.35.2.14.

**References**

1. Alekseichuk G.N. Sila rosta semyan zernovykh kul'tur i ee otsenka metodom uskorennoy stareniya [Seed vigor of cereal crops and its evaluation with accelerated aging method]. Minsk: Law and Economics Press; 2009. 44 p. (In Russ.).
2. Bizyukova O.V. Obzor mirovogo rynka biopreparatov [Overview of the world market of biological products]. *Zashchita i karantin rastenij = Protection and Quarantine of Plants*. 2012;3:17-20. (In Russ.).
3. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyajstvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti [Agricultural seeds. Methods for determination of germination]. Moscow: Standartinform Press; 2011. 64 p. (In Russ.).
4. Zubareva K.Yu., Prudnikova E.G. Vliyanie biopreparatov na nachal'nye rostovye protsessy semyan soi [The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds]. *Vestnik agrarnoy nauki = Bulletin of Agrarian Science*. 2020;5(86):33-38. (In Russ.).
5. Likhachev B.S., Zakharova L.G. Kriterii otsenki sostoyaniya zernovykh kul'tur pri dlitel'nom khranении [Criteria for assessing the state of grain crops during long-term storage]. *Nauchno-tekhnicheskij Byulleten' VNIИ rastenievodstva im. N.I. Vavilova = Scientific and Technical Bulletin of N.I. Vavilov Institute of Plant Breeding*. 1985;152:26-30. (In Russ.).
6. Likhachev B.S. Morfofiziologicheskaya otsenka prorostkov i sila rosta semyan [Morphophysiological assessment of seedlings and the strength of seed growth]. *Selektsiya i semenovodstvo = Breeding and Seed Production*. 1977;3:67-68. (In Russ.).

7. Rudoj E.V. Prognozirovaniye nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya otrasli rastenievodstva [Forecasting the technological development of plant production]. Uchastie agrarnykh vuzov v nauchno-tekhnicheskom obespechenii razvitiya sel'skogo khozyajstva: materialy Vserossijskogo seminaru soveshchaniya prorektorov po nauchnoj rabote vuzov Minsel'khoza Rossi [Participation of agrarian universities in scientific and technical support of agricultural development: Proceedings of the All-Russian seminar of the meeting of vice-rectors for scientific work of universities of the Ministry of Agriculture of Russia]. Kursk: Kursk State Agricultural Academy Press; 2018:48-55. (In Russ.).

8. Sokolenko G.G., Zadorozhnaya V.A., Podlesnykh N.V. Izuchenie vliyaniya mikrobiologicheskogo preparata na osnove *Bacillus subtilis* na posevnye kachestva semyan pshenitsy [Studies of the influence of the microbiological preparation containing *Bacillus subtilis* cell culture on sowing qualities of wheat seeds]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2020;13(1):85-89. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.1.85. (In Russ.).

9. Strona I.G. Metodika izucheniya sily rosta semyan polevykh kul'tur [Methodology for studying the growth force of field crop seeds]. Moscow: Kolos Press; 1964. 24 p. (In Russ.).

10. Ul'yanenko L.N., Filipas A.S., Loi N.N., et al. Effektivnost' predposevnoj obrabotki semyan yarovoj pshenitsy mikrobiologicheskim preparatom Bisolbisan v usloviyakh zagryazneniya pochvy kadmiiem [Effect of the preplant treatment of wheat seeds with the microbiological preparation Bisolbisan under conditions of soil contamination with cadmium]. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry*. 2009;3:76-83. (In Russ.).

11. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Kupryazhkin E.A., et al. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan na urozhajnost' i kachestvo zerna tverdoj ozimoy pshenitsy [The influence of pre-sowing seed treatment on the yield and grain quality of hard winter wheat]. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*. 2016;5:13-14. (In Russ.).

12. Firsova M.K. Semenoj kontrol'. 3-e izd., pererab. i dop. [Seed control. 3rd ed., revised and enlarged]. Moscow: Kolos Press; 1969. 295 p. (In Russ.).

13. Beers E.P., McDowell J.M. Regulation and execution of programmed cell death in response to pathogens, stress and development cues. *Current Opinion in Plant Biology*. 2001;4(6):561-567. DOI: 10.1016/s1369-5266(00)00216-8.

14. Hampton J.G. What is Seed Quality? *Seed Science and Technology*. 2002;30(1):1-10. DOI:10.1201/b10312-2.

15. Meriaux B., Wagner M.H., Ducoumau S., Ladonne F., Fougereux J.A. Using sodium chloride saturated solution to standardize accelerated aging test for wheat seeds. *Seed Science and Technology*. 2007;35(3):722-732. DOI:10.15258/SST.2007.35.3.18.

16. Zhu C., Chen J. Changes in soluble sugar and antioxidant enzymes in peanut seeds during ultra dry storage and after accelerated aging. *Seed Science and Technology*. 2007;35(2):387-401. DOI: 10.15258/SST.2007.35.2.14.

### Информация об авторах

В.А. Задорожная – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», valyaz2015@mail.ru.

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

Г.Г. Соколенко – доктор технических наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», galigri@mail.ru.

### Information about the authors

V.A. Zadorozhnaya, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agriculture, Crop Production and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, valyaz2015@mail.ru.

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

G.G. Sokolenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, galigri@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 11.12.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 09.02.2022.

The article was submitted 11.12.2021; approved after revision 28.01.2022; accepted for publication 09.03.2022.

© Задорожная В.А., Подлесных Н.В., Соколенко Г.Г., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 330.34:346.2:338.43(470.324)  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_143

**Оценка уровня адаптации хозяйствующих субъектов аграрного сектора  
Воронежской области к изменениям условий развития**

**Максим Сергеевич Трунов<sup>1</sup>, Андрей Валерьевич Улезько<sup>2✉</sup>, Наталья Николаевна Кононова<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru✉

**Аннотация.** Представлен анализ деятельности хозяйствующих субъектов аграрного сектора Воронежской области в условиях нестабильности внешней среды в постреформенный период. Выявлены изменения объемов производства продукции сельского хозяйства. Делается вывод о том, что сельскохозяйственные организации Воронежской области в сравнении с сельскохозяйственными организациями РФ могли более эффективно воспользоваться складывающимися условиями. До 2014 г., индексы объемов производства в хозяйствах населения Воронежской области менялись более существенно, чем в целом по РФ, демонстрируя устойчивый повышательный тренд, что в определенной мере противоречит общероссийской тенденции и требует дополнительного осмысления причин такого функционирования данной категории хозяйств. Довольно высокие способности адаптации к условиям внешней среды продемонстрировали крестьянские (фермерские) хозяйства региона, устойчиво повышающие свою долю в производстве всех основных видов сельскохозяйственной продукции (за исключением мяса). В постреформенный период сельскохозяйственные производители стали определять размеры развиваемых отраслей исходя только из рыночной конъюнктуры и наличия платежеспособного спроса на отдельные виды продукции, учитывая собственные финансовые возможности. В начале реформ именно ухудшившееся финансовое положение сельскохозяйственных организаций вынудило их сокращать количество продуктивных земель в обработке и поголовье скота и птицы, адаптируя свои производственные системы к новым условиям хозяйствования. Приводятся результаты исследования рентабельности производства отдельных видов продукции на основе обработки сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области за 2011–2020 гг. методом группировок. Обосновывается комплекс мер по наращиванию адаптационных возможностей сельскохозяйственных организаций исследуемого региона.  
**Ключевые слова:** адаптация, сельское хозяйство, сельскохозяйственные организации, среда функционирования, Воронежская область

**Для цитирования:** Трунов М.С., Улезько А.В., Кононова Н.Н. Оценка уровня адаптации хозяйствующих субъектов аграрного сектора Воронежской области к изменениям условий развития // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 143–157. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_143-157](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_143-157).

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Assessment of the adaptation level of economic entities in the agrarian  
sector of Voronezh Oblast to changes in the development conditions**

**Maxim S. Trunov<sup>1</sup>, Andrey V. Ulez'ko<sup>2✉</sup>, Natalia N. Kononova<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru✉

**Abstract.** The authors present the analysis of activities of economic entities in the agrarian sector of Voronezh Oblast in the conditions of instability of external environment in the post-reform period. Changes in the volume of agricultural production are revealed. It is concluded that agricultural organizations of Voronezh Oblast, in comparison with agricultural organizations of the Russian Federation, could more effectively take advantage of the emerging conditions. Before 2014 the indices of production volumes in household farms of Voronezh Oblast were changing more significantly than in the Russian Federation as a whole, demonstrating a steady upward trend, which to a certain extent contradicts the all-Russian trend and requires additional understanding of the reasons for such functioning of this category of farms. Fairly high ability to adapt to external conditions was

demonstrated by peasant farm enterprises of the region, which were steadily increasing their share in the production of all major types of agricultural products (with the exception of meat). In the post-reform period, agricultural producers began to determine the size of developing industries based only on market conditions and the availability of solvent demand for certain types of products, taking into account their own financial capabilities. In the beginning of reforms, it was the deteriorating financial situation of agricultural organizations that forced them to reduce the amount of productive land in cultivation and the number of livestock and poultry, adapting their production systems to the new economic conditions. The authors present the results of studying the profitability of production of certain types of products based on the processing of summary annual reports of agricultural organizations of Voronezh Oblast over the period of 2011-2020 using the grouping method. The authors have substantiated a set of measures for increasing the adaptive capacity of agricultural organizations in the region under study.

**Key words:** adaptation, agriculture, agricultural organizations, functioning environment, Voronezh Oblast

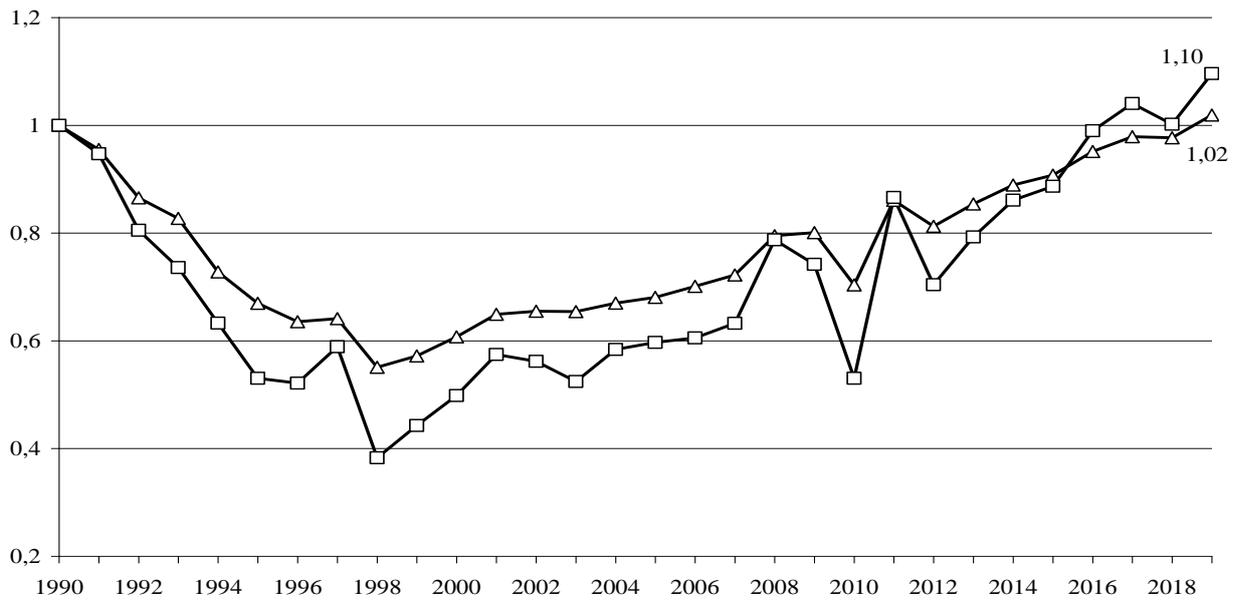
**For citation:** Trunov M.S., Ulez'ko A.V., Kononova N.N. Assessment of the adaptation level of economic entities in the agrarian sector of Voronezh Oblast to changes in the development conditions. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):143-157. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_143-157](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_143-157).

**М**аксимальную устойчивость макроэкономической среды в условиях централизованной плановой экономики государство обеспечивало, устанавливая фиксированные цены на сельскохозяйственную продукцию и ресурсы, необходимые для ее производства, гарантируя приобретение всей произведенной продукции и выделяя необходимые объемы основных и оборотных средств. В стабильной макроэкономической ситуации основная адаптационная задача сельскохозяйственных производителей сводилась к формированию эффективных инструментов адаптации к прогнозируемым изменениям природно-климатических условий [1–5, 7–12].

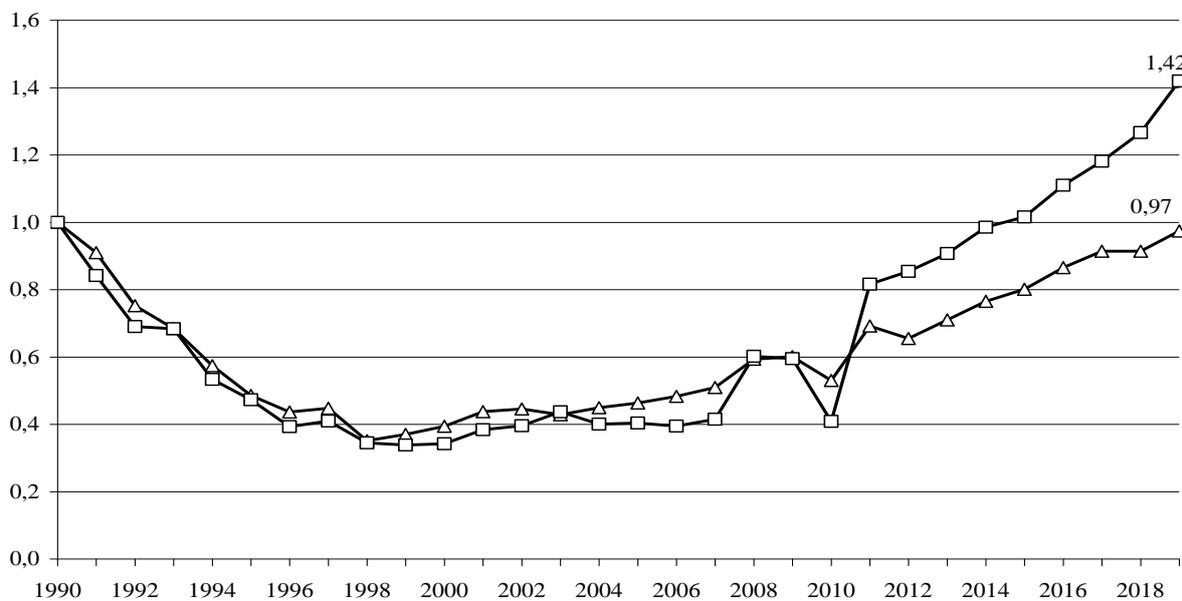
Радикальные экономические реформы 90-х годов прошлого столетия и практически полный отказ государства от регулирования экономики привели к разрушению сложившейся системы аграрного производства, а вновь возникшие хозяйствующие субъекты не смогли быстро адаптироваться к трансформирующейся среде функционирования, что объективно обусловило спад объемов производства продукции сельского хозяйства (рис. 1, а). Особенно существенным было падение объемов производства в сельскохозяйственных организациях в 1999 г.: по Воронежской области – 33,8%, по РФ – 37,0% к уровню 1990 г. В 2019 г. сельскохозяйственные организации Воронежской области смогли превзойти уровень 1990 г. в 1,42 раза, в то время как по стране этот показатель находился на уровне 97,4% (рис. 1, б).

Исследование сформировавшихся трендов позволяет предположить, что, начиная с 2011 г., в сложившихся условиях сельскохозяйственные организации Воронежской области могли более эффективно функционировать по сравнению с сельскохозяйственными организациями Российской Федерации. При этом нельзя отрицать и заслугу региональных властей, сумевших повысить качество среды развития и уровень поддержки крупнотоварного производства сельскохозяйственной продукции, в том числе и продукции животноводства. В 2019 г. сельскохозяйственные организации Воронежской области смогли превзойти уровень производства продукции растениеводства 1990 г. в 1,7 раза, а по продукции животноводства выйти на уровень 98%. По сельскохозяйственным организациям Российской Федерации аналогичные показатели находились соответственно на уровне 109,6 и 83,5%.

Объективность оценки экономических результатов хозяйств населения в условиях существующей системы учета объемов производства в данной категории хозяйствующих субъектов вызывает определенные сомнения, но если исходить из данных Росстата, то тенденции производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах населения Российской Федерации и Воронежской области несколько отличались на исследуемом временном интервале. Если до 2009 г. динамика производства в хозяйствах населения РФ практически не менялась, то с 2011 г. стал формироваться тренд устойчивого сокращения объемов производства.



а) хозяйства всех категорий



б) сельскохозяйственные организации

—△— Российская Федерация      —□— Воронежская область

Рис. 1. Динамика производства сельскохозяйственной продукции (1990 г. = 1)  
(построено по данным Росстата [6])

По хозяйствам населения Воронежской области индексы объемов производства менялись более существенно, до 2014 г. отмечен устойчивый повышательный тренд, что в определенной мере противоречит общероссийской тенденции и требует дополнительного осмысления. Согласно официальной статистике, уровень производства сельскохозяйственной продукции хозяйствами населения Воронежской области в 2019 г. превышал уровень производства 1990 г. в 1,53 раза [6].

Довольно высокие способности адаптации к среде функционирования продемонстрировали крестьянские (фермерские) хозяйства региона: отмечен устойчивый рост их удельного веса в производстве всех основных видов сельскохозяйственной продукции (за исключением мяса) (табл. 1).

Таблица 1. Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств Воронежской области в производстве основных видов сельскохозяйственной продукции, %

Виды продукции	В среднем за период			2020 г.
	1991–2000 гг.	2001–2010 гг.	2011–2020 гг.	
Зерновые и зернобобовые	2,3	13,9	25,3	27,4
Сахарная свекла	2,2	11,3	11,8	7,6
Подсолнечник	5,3	22,0	28,9	32,2
Соя	5,2	12,3	11,5	11,6
Картофель	0,2	1,6	3,7	1,8
Овощи	0,5	4,6	10,4	9,4
Молоко	0,3	2,4	4,3	4,6
Мясо всего	0,4	1,3	1,2	1,0
Яйца	0,1	0,3	0,6	1,0

По данным Росстата [6].

Очевидно, что направление и глубина трансформации структуры аграрного сектора является одним из важнейших показателей, отражающих качество адаптации различных типов хозяйствующих субъектов к изменениям среды функционирования сельскохозяйственных производителей. Для оценки изменений аграрной структуры агроэкономических систем различного уровня используются такие показатели, как удельный вес хозяйств различных категорий в совокупном объеме производства сельскохозяйственной продукции (в стоимостном выражении) и их удельный вес в производстве отдельных видов продукции аграрного сектора.

Если с началом реформ в Воронежской области наблюдалось устойчивое снижение объемов продукции, произведенной сельскохозяйственными организациями (при повышении значимости для аграрной экономики региона сектора хозяйств населения), то с 1998 по 2013 г. процессы трансформации замедлились, вклад этих категорий хозяйств был примерно равным. С 2014 г. отмечен резкий рост удельного веса сельскохозяйственных организаций в производстве основных видов продукции, который в 2019 г. достиг 63,4% (для сравнения: в 1991 г. – 68,5%). Доля крестьянских (фермерских) хозяйств региона в 2019 г. выросла до 13,8%.

Если в условиях централизованной экономики отраслевая структура аграрного сектора являлась объектом государственного управления сельским хозяйством, то в постреформенный период хозяйствующие субъекты стали определять размеры развиваемых отраслей исходя только из рыночной конъюнктуры и наличия платежеспособного спроса на отдельные виды сельскохозяйственной продукции. Кроме того, ухудшившееся финансовое положение сельскохозяйственных организаций вынудило их сокращать количество продуктивных земель в обработке и поголовье скота и птицы, адаптируя свои производственные системы к новым условиям хозяйствования.

Сокращение посевных площадей в сельскохозяйственных организациях Воронежской области продолжалось до 2007 г., после чего произошла их стабилизация и даже определенный рост. Если общий размер посевных площадей в сельскохозяйственных организациях региона в 2020 г. составил 65,6% к уровню 1990 г., то по зерновым культурам данный показатель находился на уровне 71,5%, подсолнечнику – 137,3, сахарной свекле – 53,5%, кормовым – 26,9%. При этом площади, занимаемые картофелем и овощами, в исследуемом периоде сократились соответственно с 14,8 до 0,8 тыс. га и с 9,8 до 0,5 тыс. га. В группе товарных культур максимальный рост площадей отмечался по техническим культурам. В 2020 г. их доля в структуре посевных площадей достигла 28,4% [6].

С середины нулевых годов произошел резкий рост поголовья свиней и птицы за счет строительства новых комплексов в рамках стратегии развития крупных интегри-

рованных агропромышленных формирований, сумевших обеспечить свое участие в государственных программах развития животноводства, но поголовье птицы, начиная с 2016 г., стало снижаться. Таким образом производители мяса птицы отреагировали на насыщение внутреннего рынка данного вида продукции и отсутствие внутреннего спроса на него при неразвитости механизмов экспорта. При этом восстановительный рост поголовья крупного рогатого скота шел крайне медленно: в 2020 г. по данному показателю сельскохозяйственные организации Воронежской области вышли на уровень всего 29,1% к 1990 г. Овцеводство как отрасль аграрного производства практически утратила свое товарное значение.

Сокращение посевных площадей и поголовья скота и птицы было в значительной мере компенсировано за счет роста урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных.

Так, например, средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур в 2016–2020 гг. в сельскохозяйственных организациях Воронежской области достигла 37,5 ц/га, тогда как в 1991–1995 гг. она составляла всего 18,1 ц/га, то есть урожайность повысилась в 2,1 раза. По подсолнечнику и сахарной свекле средняя урожайность выросла в 2,7 раза, по картофелю – в 6,5, по овощам открытого грунта – в 3,3 раза (табл. 2).

**Таблица 2. Урожайность основных сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, ц/га**

Сельскохозяйственные культуры	1990 г.	В среднем за год в периоде					
		1991–1995 гг.	1996–2000 гг.	2001–2005 гг.	2006–2010 гг.	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.
Зерновые	24,9	18,1	15,5	22,7	23,6	28,8	37,5
Подсолнечник	9,4	9,7	10,3	11,7	15,3	22,5	25,9
Сахарная свекла	239,0	159,8	154,4	233,9	290,7	414,7	427,8
Картофель	62,1	37,8	35,5	84,1	147,5	222,0	247,3
Овощи	113,5	85,2	116,7	190,4	170,2	349,4	277,3

По данным Росстата [6].

Устойчивый рост урожайности сельскохозяйственных культур свидетельствует не только о совершенствовании технологий их возделывания, отражающих изменения в качестве используемого семенного фонда, в применяемых система машин, удобрений и средств защиты растений и обеспечивающих снижение зависимости от природно-климатических условий, но и определенным образом характеризует повышение адаптационных способностей хозяйствующих субъектов, рационально использующих появляющиеся финансовые возможности.

Оценка ежегодных колебаний урожайности основных сельскохозяйственных культур в 1990–2020 гг. свидетельствует о довольно широкой амплитуде их изменений и необходимости реализации мероприятий по их минимизации.

Впечатляющих успехов сельскохозяйственные организации Воронежской области смогли добиться в повышении молочной продуктивности крупного рогатого скота: надой на 1 корову вырос в 2,8 раза, достигнув в 2020 г. 7836 кг. Данный рост был обеспечен за счет реализации стратегии развития крупнотоварного молочного скотоводства, заключающейся в строительстве новых крупных молочных комплексов и мегаферм, предполагающих высокий уровень механизации и информатизации производства, использование высокопродуктивного молочного скота с высоким генетическим потенци-

алом, но относительно коротким сроком производственной эксплуатации, переходом на новые рационы кормления скота и технологии заготовки, хранения, приготовления и раздачи кормов.

Рост мясной продуктивности крупного рогатого скота был достигнут, в первую очередь, за счет развития мясного скотоводства. Приняв в 2010 г. ведомственную целевую программу «Развитие мясного скотоводства Воронежской области на 2011–2013 годы», региональные власти отнесли ее к приоритетным направлениям развития аграрного сектора региона, выделяя на ее поддержку значительный объем финансовых ресурсов.

В качестве одного из ключевых индикаторов реализации данной программы было определено поголовье специализированного мясного и помесного скота. К 2020 г. в Воронежской области планировалось нарастить поголовье скота мясного направления до 350 тыс. гол., из которых поголовье коров должно было составить 200 тыс. гол. Но, несмотря на высокий уровень государственной поддержки в 2020 г., поголовье КРС мясного направления в хозяйствах всех категорий в Воронежской области достигло всего 155,0 тыс. гол., в том числе коров – 45,0 тыс. гол. [6].

За счет роста доли скота специализированных мясных пород сельскохозяйственным организациям области удалось обеспечить увеличение среднесуточного прироста крупного рогатого скота на выращивании и откорме к 2020 г. до 820 г. За счет повышения среднесуточного прироста производителям мяса крупного рогатого скота удалось обеспечить сокращение сроков доращивания, откорма, рост сдаточной массы животных и повышение качества мяса. Рост мясной продуктивности свиней и птицы был обеспечен за счет повышения их генетического потенциала и оптимизации рационов кормления, обеспечивающих баланс всех питательных веществ, макро- и микроэлементов.

Информация об изменении объемов производства основных видов продукции растениеводства и животноводства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в 1990–2020 гг. приведена в таблице 3.

Таблица 3. Производство основных видов продукции в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, тыс. т

Виды продукции	1990 г.	В среднем за год в периоде						2020 г.
		1991–1995 гг.	1996–2000 гг.	2001–2005 гг.	2006–2010 гг.	2011–2015 гг.	2015–2020 гг.	
Зерновые	3823,7	2600,6	1773,5	2090,9	2123,5	2825,4	3851,9	4443,4
Подсолнечник	201,7	225,8	290,4	339,7	451,5	714,8	746,5	737,7
Сахарная свекла	4795,5	2644,5	1910,7	2382,9	2666,6	4452,2	4896,3	3231,7
Картофель	92,1	25,3	3,2	6,5	41,9	51,8	28,1	12,0
Овощи	110,7	46,4	21,8	18,1	23,7	26,8	27,2	22,9
Молоко	1187,0	787,3	470,1	396,5	295,6	405,6	661,8	802,2
Мясо – всего	231,5	122,5	44,8	44,4	58,4	144,8	275,2	329,1
в т. ч. мясо КРС	102,4	63,6	29,9	23,4	14,8	17,5	28,3	30,9
мясо свиней	101,4	39,4	10,9	10,6	15,1	51,7	167,6	223,4
мясо овец	3,9	2,9	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
мясо птицы	23,4	16,2	3,5	10,2	28,4	75,6	79,3	74,7
Яйца, млн шт.	576,7	490,9	335,1	356,6	346,9	501,1	538,6	425,9

По данным Росстата [6].

В 2016–2020 гг. среднегодовой объем производства подсолнечника сельскохозяйственными организациями региона превысил уровень 1991–1995 гг. в 3,3 раза, сахарной свеклы – в 1,9, зерновых и зернобобовых – в 1,5 раза. При этом объемы производства картофеля в 2020 г. составили 13,1%, а овощей – 20,7% к уровню 1990 г.

Объемы производства молока в с.-х. организациях Воронежской области, несмотря на почти трехкратный рост продуктивности коров, в 2020 г. находились на уровне 84,1% к 1990 г. Высокие темпы наращивания поголовья свиней и птицы в сочетании с ростом их мясной продуктивности позволили сельскохозяйственным организациям региона превысить уровень 1990 г. по производству мяса (в убойном весе) в 2,2 раза, но объемы производства мяса крупного рогатого скота были сокращены в 3,4 раза: с 102,4 до 30,9 тыс. т. Пик производства яиц (640,1 млн шт.) был достигнут в 2018 г., после чего произошло снижение данного показателя до 425 млн шт. в 2019 и 2020 гг.

Анализируя рост доли сельскохозяйственных организаций в производстве продукции аграрного сектора и объемов производства основных видов этой продукции, можно констатировать, что в условиях увеличения размеров государственной поддержки крупнотоварного сельскохозяйственного производства именно эта категория хозяйств Воронежской области смогла успешно адаптироваться к изменениям среды функционирования и сформировать конкурентные преимущества, обеспечивающие возможности повышения эффективности и устойчивости воспроизводственных процессов.

Наряду с повышением результативных показателей, характеризующих адаптационные способности сельскохозяйственных производителей через оценку трендов роста объемов продукции, следует использовать и показатели, описывающие изменение эффективности их функционирования. Для комплексной оценки эффективности функционирования экономических систем традиционно используется уровень рентабельности, отражающий отношение объема полученной прибыли от реализации произведенных экономических благ к затратам, понесенным на их производство.

На основе обработки сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области за 2011–2020 гг. был определен уровень рентабельности сельскохозяйственного производства (табл. 4).

За исследуемый период сельскохозяйственное производство в сельскохозяйственных организациях Воронежской области было устойчиво рентабельным, а среднегодовая сумма прибыли от реализации сельскохозяйственной продукции составила 19,2 млрд руб., из которых 15,5 млрд руб., или 80,8%, было получено от реализации продукции растениеводства. В 2020 г. размер прибыли сельскохозяйственных организаций региона достиг 45,7 млрд руб., что позволило превысить средний уровень 2011–2020 гг. в 2,4 раза. Средний уровень рентабельности по сельскохозяйственной продукции составил 29,2% (в 2020 г. – 44,5%), при этом средний уровень рентабельности по продукции растениеводства был 45,2%, а по животноводческой продукции – всего 11,7% (табл. 4). По среднему уровню рентабельности на исследуемом периоде лидирующие позиции занимает подсолнечник (71,2%), сахарная свекла (39,1%), гречиха (37,8%), пшеница (34,9%) и овощи (34,4%).

Для оценки качества адаптации хозяйствующих субъектов к изменениям среды функционирования наряду со средним уровнем рентабельности целесообразно оценивать его колебания. Так, безубыточность производства в 2011–2020 гг. отмечается по пшенице, кукурузе на зерно, овсу, ячменю, подсолнечнику и сахарной свекле.

По одному случаю убыточности отмечается по сое и овощам. В половине случаев из 10 оказалось убыточным производство рапса, в 4 из 10 – ржи и картофеля. По подсолнечнику во все годы уровень рентабельности производства превышал 40%, на втором месте по этому показателю находилась пшеница (4 случая из 10).

Таблица 4. Уровень рентабельности производства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области

Показатели	Годы										В среднем в 2011–2020 гг.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Продукция растениеводства, млн руб.											
Себестоимость	19,2	20,6	24,6	24,5	31,0	37,3	35,7	46,9	47,4	55,7	34,3
Выручка	26,5	28,6	30,4	33,5	52,0	57,2	46,5	63,7	64,9	94,6	49,8
Прибыль	7,4	8,0	5,8	8,9	21,0	19,9	10,8	16,9	17,5	38,9	15,5
Уровень рентабельности, %	38,6	38,7	23,5	36,4	67,9	53,4	30,3	36,0	36,8	69,8	45,2
Продукция животноводства, млн руб.											
Себестоимость	17,8	19,6	22,8	23,8	30,6	37,1	30,6	41,0	44,9	47,0	31,5
Выручка	19,1	21,0	21,6	27,5	34,6	41,1	35,1	46,7	51,6	53,9	35,2
Прибыль	1,2	1,4	-1,2	3,7	4,0	4,1	4,5	5,7	6,7	6,9	3,7
Уровень рентабельности, %	6,8	7,0	-5,1	15,6	13,1	11,0	14,6	13,9	14,8	14,6	11,7
В целом по сельскохозяйственной продукции, млн руб.											
Себестоимость	37,0	40,2	47,4	48,3	61,6	74,4	66,3	87,9	92,4	102,7	65,8
Выручка	45,6	49,6	52,0	61,0	86,7	98,4	81,6	110,4	116,5	148,4	85,0
Прибыль	8,6	9,3	4,6	12,6	25,1	24,0	15,3	22,6	24,1	45,7	19,2
Уровень рентабельности, %	23,3	23,3	9,7	26,1	40,7	32,3	23,0	25,7	26,1	44,5	29,2

Рассчитано по данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области.

Значимость отдельных видов продукции для экономики сельскохозяйственных организаций предлагается оценивать по их доле в формировании прибыли от реализации продукции растениеводства. В среднем за последние пять лет (2016–2020 гг.) 78,4% прибыли по растениеводству было получено от реализации пшеницы (32,2%), подсолнечника (31,9%) и сахарной свеклы (14,2%) (табл. 5).

Таблица 5. Доля отдельных видов продукции в прибыли от реализации продукции растениеводства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, %

Продукция	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	В среднем в 2016–2020 гг.
Зерно пшеницы	17,6	26,4	36,7	32,7	39,2	32,2
Подсолнечник	30,8	30,4	24,7	36,0	34,1	31,9
Свекла сахарная	29,5	17,4	21,3	5,2	6,5	14,2
Зерно кукурузы	7,1	2,2	3,4	13,5	6,5	6,9
Зерно ячменя	2,1	6,0	6,8	4,5	4,3	4,5
Соя	2,1	1,8	2,8	0,2	6,5	3,5
Плоды и ягоды	2,0	4,6	3,2	2,2	1,6	2,4
Зерно гречихи	1,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3
Зерно овса	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Картофель	0,00	0,68	0,10	0,06	0,00	0,10
Зерно ржи	0,07	0,16	0,00	0,00	0,16	0,09
Семена рапса	0,00	0,00	0,01	0,03	0,13	0,06
Овощи	0,08	0,15	0,00	0,08	0,00	0,04

Рассчитано по данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области.

В сельскохозяйственных организациях области в 2011–2020 гг. производство только трех видов продукции животноводства было рентабельным: яиц – 32,1%, молока – 19,9% и мяса свиней – 19,3%. По объему прибыли в 2020 г. среди отраслей животноводства в сельскохозяйственных организациях региона (без учета субсидий) первое место занимало свиноводство (5,7 млрд руб.). Прибыль от реализации молока (3,6 млрд руб.) превысила в 2020 г. убыток от реализации крупного рогатого скота на мясо (2,4 млрд руб.), что позволило достичь уровня рентабельности молочного скотоводства в 4,5%. В среднем в 2016–2020 гг. рентабельность отрасли молочного скотоводства составила 4,6%. В 2016–2020 гг. среднегодовой размер прибыли от реализации мяса свиней в сельскохозяйственных организациях составил 4,1, молока – 3,3, яиц – 0,4 млрд руб. В условиях устойчивой убыточности овцеводства можно считать объективным процесс практически полного отказа от развития этой отрасли. Гораздо более сложной представляется проблема развития мясного скотоводства, которое даже в условиях масштабной господдержки продолжает оставаться убыточным; в последние годы уровень окупаемости данной отрасли находится на уровне 70–75%, а среднегодовая величина убытка составляет 413,8 млн руб. при средней ежегодной прямой государственной поддержке отрасли в 274,3 млн руб. На грани прибыльности (с учетом субсидии) остается в последние годы производство мяса птицы, что делает эту отрасль непривлекательной для производителей и создает объективные предпосылки сокращения поголовья птицы, влияние которых усиливается повышением рисков зависимости от импорта яиц кроссов мясных пород.

С позиций оценки адаптационных возможностей сельскохозяйственных организаций Воронежской области представляет интерес изучение их дифференциации по уровню рентабельности развиваемых ими отраслей. Изучение дифференциации сельскохозяйственных организаций региона по уровню рентабельности проводилось методом группировок на основе данных годовых отчетов за 2020 г. В 2020 г. в Воронежской области хозяйственную деятельность осуществляли 432 сельскохозяйственные организации, из которых выручку от реализации продукции растениеводства задекларировали 393 субъекта, использовавших для этого 2200,6 тыс. га пашни. Реализацию зерновых и зернобобовых культур в 2020 г. провели 367 сельскохозяйственных организаций Воронежской области, подсолнечника – 352, сои – 121, сахарной свеклы – 41, картофеля – 11, овощей открытого грунта – 8, овощей защищенного грунта – 3, плодов и ягод – 22, продукции питомников – 7 организаций.

Практически у всех субъектов (кроме трех хозяйств), осуществлявших производство продукции растениеводства (без учета плодов, ягод и овощей защищенного грунта), в отчетном году оно было безубыточным, но лишь 70 из них смогли превысить средний уровень рентабельности по региону (табл. 6).

Максимальное количество хозяйств попало в группы с уровнем рентабельности от 25,1 до 50,0% (101) и от 50,1 до 75,0% (89). Следует обратить внимание на тот факт, что по группе с уровнем рентабельности продукции растениеводства свыше 100% средний размер пашни, приходящейся на 1 хозяйство, был ниже, чем в предыдущей группе, что свидетельствует о том, что рост концентрации производства не всегда ведет к росту рентабельности производства. При этом именно по группе с рентабельностью от 75,1 до 100,0% наблюдается самый высокий показатель прибыли от реализации продукции растениеводства в расчете на 1 га пашни. Также по этой группе отмечается самый высокий уровень урожайности зерновых и подсолнечника.

Из 367 сельскохозяйственных организаций, производящих товарное зерно, 13 (3,5%) в 2020 г. не смогли обеспечить его безубыточность. По этим хозяйствам отмечается наименьший уровень урожайности зерновых (27,1 ц/га), что в 1,6 раза ниже среднеобластного уровня.

Таблица 6. Группировка сельскохозяйственных организаций Воронежской области по уровню рентабельности продукции растениеводства в 2020 г.

Группы по уровню рентабельности, %	Количество организаций	Средний уровень рентабельности, %	Средний размер пашни, га	Средняя урожайность зерновых, ц/га	Средняя урожайность подсолнечника, ц/га	Средняя урожайность сахарной свеклы, ц/га	Прибыль на 1 га пашни, тыс. руб.	Средний уровень рентабельности зерновых, %	Средний уровень рентабельности подсолнечника, %	Средний уровень рентабельности сахарной свеклы, %
Менее 0	3	-4,1	658	29,9	17,6	0,0	-1,0	-8,8	9,5	0,0
От 0,1 до 25,0	62	16,0	4442	37,5	20,6	263,0	3,6	22,1	20,9	28,7
От 25,1 до 50,0	101	40,0	3791	36,5	22,2	268,6	8,9	36,5	72,1	-11,6
От 50,1 до 75,0	89	64,4	6479	39,0	23,2	280,5	18,4	78,7	100,4	35,2
От 75,1 до 100,0	55	90,8	9902	48,1	31,5	327,8	25,1	85,6	148,5	39,0
Более 100,0	70	130,1	5978	44,9	26,3	391,5	23,6	112,4	168,3	128,5
Всего	380	69,8	5789	42,0	25,5	287,1	17,5	72,6	111,5	33,2

Рассчитано по данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области.

Второй по месту формирования прибыли от продукции растениеводства культурой является подсолнечник (34,4%). Более 41% сельскохозяйственных организаций региона (141 субъект) смогли обеспечить уровень рентабельности данной культуры более 100,0%. Всего в пяти организациях области производство подсолнечника в 2020 г. было убыточным. В этих хозяйствах наблюдается самый низкий уровень урожайности при максимальном насыщении пашни посевами подсолнечника (20,7%) и один из самых высоких уровней затрат на 1 га посева данной сельскохозяйственной культуры (40,8 тыс. руб.).

Возделывание сахарной свеклы в Воронежской области в 2020 г. осуществляла 41 сельскохозяйственная организация. В 13 хозяйствах региона в отчетном году эта культура была убыточной, а в 12 хозяйствах уровень рентабельности не превысил 25%. По этим группам отмечается самый высокий уровень затрат на 1 га посевов сахарной свеклы (соответственно 97,9 и 97,9 тыс. руб.). Минимальный уровень затрат на 1 га наблюдается по группе хозяйств с уровнем рентабельности сахарной свеклы более 100% (64,2 тыс. на 1 га).

Важнейшим фактором, оказавшим влияние на относительно низкий уровень рентабельности сахарной свеклы в 2020 г., можно считать погодные условия: при сохранении технологий производства и размера текущих затрат на уровне прошлых лет урожайность этой сельскохозяйственной культуры снизилась до 287,1 ц/га (в предыдущие пять лет, с 2015 по 2019 гг., средняя урожайность свеклы в сельскохозяйственных организациях Воронежской области составляла 453,9 ц/га). Доля прибыли от реализации сахарной свеклы в структуре прибыли по отрасли растениеводства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в 2020 г. составила всего 6,6%. На этом же уровне находилась и доля прибыли от реализации такой культуры, как соя.

Из всех сельскохозяйственных организаций региона, занимавшихся возделыванием товарной сои (в количестве 121), 21 организация (17,4%) не смогла обеспечить рентабельность производства, только в 11 организациях уровень рентабельности превышал 100%. Высокий уровень рентабельности по данной группе был обеспечен

не за счет более высокой урожайности, которая на 18,2% была выше средней урожайности по региону, а за счет минимального уровня затрат на 1 га посева сои (всего 21,2 тыс. руб. при 31,3 тыс. руб. в среднем по сельскохозяйственным организациям области).

Из 8 сельскохозяйственных организаций области, специализирующихся на производстве овощей открытого грунта, в 2020 г. в четырех реализация овощей принесла убытки. При этом сумма прибыли от реализации овощей сельскохозяйственными организациями региона составила всего 556,4 тыс. руб. при уровне рентабельности 1,4% (площадь овощей открытого грунта в отчетном году составила 246 га).

Убытки от реализации картофеля в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в 2020 г. составили 7,4 млн руб. Производство товарного картофеля в отчетном году осуществляли 11 сельскохозяйственных организаций региона, разместив его на 812 га. При средней урожайности картофеля в 148,1 ц/га средний уровень затрат на 1 гектар составил 144,7 тыс. руб.

Отрасли животноводства являются менее привлекательными для сельскохозяйственных организаций Воронежской области. В 2020 г. выручку от реализации продукции животноводства (без племенного скота и рыбы) в годовых отчетах отразили 185 организаций, товарное молочное скотоводство развивало всего 114, специализированное мясное скотоводство – 54, свиноводство – 13, овцеводство – 25, птицеводство – 7 хозяйств. При этом в 102 организациях (55,1%) реализация животноводческой продукции была убыточной, еще в 65 уровень рентабельности не превысил 25% и лишь в 5 – был более 50%. Средний уровень рентабельности по продукции животноводства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в 2020 г. составил 14,5% (табл. 7).

**Таблица 7. Группировка сельскохозяйственных организаций Воронежской области по уровню рентабельности продукции животноводства в 2020 г.**

<b>Группы по уровню рентабельности, %</b>	<b>Количество организаций</b>	<b>Средний уровень рентабельности, %</b>
Менее –50,0	21	–64,2
От –49,9 до –25,0	30	–34,6
От –24,9 до 0,0	51	–7,4
От 0,1 до 25,0	65	10,8
От 25,1 до 50,0	13	39,4
От 50,1 до 75,0	3	56,3
Более 75,0	2	79,4
Всего	185	14,5

Рассчитано по данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области.

По объему прибыли и уровню рентабельности производства животноводческой продукции в сельскохозяйственных организациях региона первое место занимает свиноводство – соответственно 5680,4 млн руб. и 31,0%. По производству свинины наблюдается прямая зависимость повышения эффективности производства с повышением уровня его концентрации. Максимальный уровень рентабельности отмечается в группе с самым высоким средним поголовьем свиней. По этой же группе наблюдается минимальная себестоимость 1 ц мяса свиней (6762 руб.) и максимальная цена реализации (9411 руб.). Следует отметить, что на долю 10 организаций, обеспечивших рентабельность производства свинины, в 2020 г. пришлось 98,0% объемов реализации данного вида продукции.

Вторым видом животноводческой продукции по объему приносимой прибыли и уровню рентабельности является молоко – соответственно 35 724 млн руб. и 19,2%, причем в 33 хозяйствах в 2020 г. его производство было убыточным. В первых трех группах, в которые вошли эти хозяйства, наблюдался наиболее низкий надой на 1 корову и самая высокая себестоимость реализуемого молока. Необходимо отметить, что в группе с самым высоким уровнем поголовья коров (17 организаций) средняя рентабельность молока составила всего 27,1%, что ниже среднеобластного уровня. По этой группе отмечается наибольший средний годовой уровень молочной продуктивности коров – 90,4 ц. В группе с максимальным уровнем рентабельности молока (2 хозяйства) наблюдается минимальный уровень себестоимости (1654 руб.) и максимальный уровень цены реализации (2981 руб.). Еще в 6 организациях рентабельность производства молока находилась в диапазоне от 50 до 75%. Наличие таких хозяйств с невысоким уровнем концентрации поголовья коров убедительно доказывает, что сельскохозяйственные организации среднего размера с небольшим дойным стадом могут на равных конкурировать с крупными комплексами и мегафермами по эффективности производства молока даже при более низком уровне продуктивности коров. В лидирующем по Воронежской области в 2020 г. по размеру поголовья молочного стада ООО «Эко-НиваАгро» (среднегодовое поголовье коров – 41 842 гол.) рентабельность молока достигла уровня 26,6%. В находящихся на втором и третьем местах по поголовью коров ООО СХП «Новомарковское» (5013 гол.) и ООО СХП «Молоко Черноземья» (4330 гол.) уровень рентабельности составил соответственно 8,5 и 6,4%.

Следует отметить, что производство мяса КРС молочного направления в 2020 г. в Воронежской области оставалось убыточным. В отчетном году убытки от его реализации понесли 96 сельскохозяйственных организаций из 114 (84,2%). В среднем по области уровень окупаемости данного вида продукции составлял всего 67,2%. Совокупный убыток от реализации мяса крупного рогатого скота молочного направления в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в 2020 г. составил 2243,2 млн руб., а совокупная прибыль от реализации продукции скотоводства молочного направления – 1154,4 млн руб. При этом уровень рентабельности скотоводства молочного направления достиг в отчетном году 5,2%.

Устойчиво убыточным в 2020 г. оставалось производство мяса КРС специализированных мясных пород. Только 9 сельскохозяйственных организаций региона из 54 смогли обеспечить рентабельность этой отрасли. Из 24 сельскохозяйственных организаций Воронежской области, развивающих овцеводство, 7 хозяйств в 2020 г. получили прибыль от реализации мяса овец. Уровень окупаемости затрат по мясу овец в 2020 г. в целом по сельскохозяйственным организациям Воронежской области составил 66,8%, а общая сумма убытка – 5,3 млн руб.

Прибыльным в 2020 г. в Воронежской области оставалось производство яиц. Средний уровень рентабельности по товарному яйцу в отчетном году составил 43,6%, в том числе по пищевому яйцу – 36,9%. Из 5 организаций, реализовавших в отчетном яйце, лишь одно не смогло обеспечить прибыльность производства данного вида продукции, но его удельный вес в производстве яиц сельскохозяйственными организациями региона в 2020 г. составлял всего 0,3%. Но если яичное птицеводство в 2020 г. было рентабельным, то производство мяса птицы – убыточным (убыток составил 7,1 млн руб. при среднем уровне окупаемости 95,2%). Наименьший уровень рентабельности производства мяса птицы отмечался по птицефабрикам, специализирующимся на производстве пищевых яиц: ООО СХП «Заброденское» (–43,4%) и ООО «Ряба» (–20,7%).

Результаты анализа удельного веса сельскохозяйственных организаций региона, обеспечивших рентабельность производства отдельных видов продукции, приведены в таблице 8.

**Таблица 8. Удельный вес сельскохозяйственных организаций Воронежской области, обеспечивших рентабельность производства отдельных видов продукции в 2020 г.**

Виды продукции	Количество организаций		Доля организаций с рентабельным производством, %
	всего	в том числе рентабельных	
Зерновые и зернобобовые	367	354	96,5
Подсолнечник	351	346	98,6
Сахарная свекла	41	28	68,3
Соя	121	100	82,6
Картофель	10	7	70,0
Овощи	8	4	50,0
Молоко	114	81	71,1
Мясо КРС молочного направления	114	18	15,8
Мясо КРС мясного направления	54	9	16,7
Мясо свиней	13	10	76,9
Мясо овец	25	10	40,0
Мясо птицы	7	3	42,9
Яйца	5	4	80,0

Рассчитано по данным сводных годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Воронежской области.

Данные таблицы 8 позволяют подтвердить вывод о том, что процесс адаптации сельскохозяйственных товаропроизводителей осуществляется в виде формирования трендов корректировки их производственного направления в соответствии с ориентацией на производство наиболее рентабельных видов продукции.

Для сельскохозяйственных организаций, осуществляющих производство товарных видов продукции растениеводства, в качестве основных мер по наращиванию их адаптационных возможностей предлагается:

- обеспечить максимально допустимое научно обоснованное насыщение севооборотов посевами зерновых, в первую очередь, озимой пшеницы и кукурузы на зерно, подсолнечника и сои;

- с целью стабилизации сырьевых зон сахарных заводов пересмотреть систему взаимоотношений производителей сахарной свеклы и ее переработчиков, особенно в части графиков и квот приема;

- развивать производство картофеля и овощей только на орошаемых землях, что позволит повысить урожайность и качество продукции, а также расширять инфраструктуру хранения, обеспечивающую возможность реализации продукции по более высоким ценам;

- разработать и принять программу снижения зависимости сельскохозяйственных производителей от импорта семян, в первую очередь, кукурузы на зерно, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля и овощей;

- органам регионального управления сельским хозяйством обеспечить вывод излишков продукции растениеводства с регионального рынка путем формирования устойчивых каналов межрегиональных обменов и экспорта, а также повышения глубины ее переработки.

Для повышения адаптационных возможностей хозяйствующих субъектов, развивающих товарное животноводство, предлагается:

- с целью повышения окупаемости производства мяса крупного рогатого скота молочного направления разработать и реализовать проекты создания предприятий, специализирующихся на выращивании, дорастивании и откорме молодняка КРС;

- оценить экономический, социальный и бюджетный эффект государственной поддержки, выделяемой на развитие отрасли специализированного мясного скотоводства, и разработать программу повышения эффективности этой отрасли;
- разработать программу увеличения площадей естественных кормовых угодий, позволяющих укрепить кормовую базу мясного скотоводства и снизить себестоимость кормов;
- для поддержания высокой эффективности производства свинины создать условия прибыльного вывоза возникающих излишков за пределы регионального рынка;
- в мясном птицеводстве разработать и реализовать программу снижения зависимости от импорта инкубационного яйца кроссов птиц и кормовых добавок;
- для развития яичного птицеводства стимулировать внутренний спрос на инкубационное яйцо отечественных кроссов птицы.

Совокупность перечисленных мероприятий, комплексно реализуемых на всех уровнях управления аграрным производством, позволит не только нарастить адаптационный потенциал сельскохозяйственных производителей, но и создаст предпосылки повышения результативности и эффективности функционирования всех хозяйствующих субъектов аграрного сектора Воронежской области.

#### Список источников

1. Агибалов А.В., Запорожцева Л.А., Ткачева Ю.В. Проблемы организации воспроизводства в сельском хозяйстве // Механизация и автоматизация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. С. 717–721.
2. Алисова А., Иода Е. Управление рисками в сельском хозяйстве // Инновационная экономика и право. 2018. № 1(10). С. 8–12.
3. Гайдаенко Э.В. Понятие опасности, неопределенности и риска с позиции повышения эффективности управления субъектами сельского хозяйства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 2032–2047.
4. Голубев А.В. Адаптивная агроэкономика. Москва: Колос, 1996. 168 с.
5. Дронов А.В. Сущность риск-менеджмента в агропромышленном комплексе // Современная экономика: проблемы, пути решения, перспективы: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Кинель: Брянский ГАУ, 2021. С. 206–209.
6. Единая межведомственная информационно-аналитическая система // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://www.gks.ru/emiss> (дата обращения: 21.08.2021).
7. Карнаухов Н.С., Лихолетова Н.В. Риски в сельском хозяйстве и их минимизация // Бенефициар. 2021. № 91. С. 13–17.
8. Коваленко Ю.Н., Улезько А.В., Савченко Т.В. Оценка условий развития агропродовольственного комплекса Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. Т. 11, № 2(57). С. 151–165. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.151.
9. Коваленко Ю.Н., Улезько А.В. Стратегический анализ агропродовольственного комплекса Воронежской области // Бухучет в сельском хозяйстве. 2018. № 6. С. 62–79.
10. Меделеева З.П. Тенденции развития Воронежской области // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики: сб. научных трудов. Самара: Самарский гос. аграрный университет, 2019. С. 29–31.
11. Основин С., Мальцевич Н., Основин В., Основина Л. Формирование механизма управления рисками // Аграрная экономика. 2019. № 11(294). С. 45–53.
12. Трунова С.Н., Михалев В.А. Теоретико-методологические основы управления риском и его отраслевая специфика в аграрной экономике // Наука и Образование. 2020. Т. 3, № 3. С. 120.

#### References

1. Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V. Problemy organizatsii vosproizvodstva v sel'skom khozyajstve [Problems of reproduction organization in agriculture]. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya tekhnologicheskikh processov v sel'skohozyajstvennom proizvodstve: materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Mechanization and automation of technological processes in agricultural production: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2020:717-721. (In Russ.).

2. Alisova A., Ioda E. Upravlenie riskami v sel'skom khozyajstve [Risk management in agriculture]. *Innovatsionnaya ekonomika i pravo = Innovative Economics and Law*. 2018;1(10):8-12. (In Russ.).
3. Gaydaenko E.V. Ponyatie opasnosti, neopredelennosti i riska s pozitsii povysheniya effektivnosti upravleniya sub'ektami sel'skogo khozyajstva [Concept of danger, uncertainty and risk from a position of improving the management of agricultural subjects]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;104:2032-2047. (In Russ.).
4. Golubev A.V. Adaptivnaya agroekonomika [Adaptive agro-economics]. Moscow: Kolos Press; 1996. 168 p. (In Russ.).
5. Dronov A.V. Sushchnost' risk-menedzhmenta v agropromyshlennom komplekse [The essence of risk management in the Agro-Industrial Complex]. *Sovremennaya ekonomika: problemy, puti resheniya, perspektivy: materialy VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Modern economics: problems, solutions, prospects: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference]*. Kinel: Bryansk State University Press; 2021:206-209. (In Russ.).
6. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-analiticheskaya sistema [Unified interdepartmental information and analytical system]. Oficial'nyj sajt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Official website of the Federal State Statistics Service]. URL: <https://www.gks.ru/emiss>. (In Russ.).
7. Karnaukhov N.S., Likholetova N.V. Riski v sel'skom khozyajstve i ikh minimizatsiya [Risks in agriculture and their minimization]. *Beneficiar = Beneficiary*. 2021;91:13-17. (In Russ.).
8. Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V., Savchenko T.V. Otsenka uslovij razvitiya agroproduktov'stvennogo kompleksa Voronezhskoj oblasti [Evaluation of the conditions for the development of Voronezh regional agri-food complex]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2018;11(2):151-165. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.151. (In Russ.).
9. Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V. Strategicheskij analiz agroproduktov'stvennogo kompleksa Voronezhskoj oblasti [Strategic analysis of Voronezh regional Agro-Industrial Complex]. *Bukhchet v sel'skom khozyajstve = Accounting in Agriculture*. 2018;6:62-79. (In Russ.).
10. Medelyaeva Z.P. Tendentsii razvitiya Voronezhskoj oblasti [Trends in the development of Voronezh Oblast. Razvitie agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh tsifrovoj ekonomiki: sbornik nauchnykh trudov [Development of the Agro-Industrial Complex in the digital economy: collection of research papers]. Samara: Samara State University Press; 2019:29-31. (In Russ.).
11. Osnovin S., Mal'tsevich N., Osnovin V., Osnovina L. Formirovanie mekhanizma upravleniya riskami [Formation of risk management mechanism]. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*. 2019;11(294):45-53. (In Russ.).
12. Trunova S.N., Mihalev V.A. Teoretiko-metodologicheskie osnovy upravleniya riskom i ego otraslevaya spetsifika v agrarnoj ekonomike [Theoretical and methodological basis of risk management and its industry specifications in the agrarian economy]. *Nauka i Obrazovanie = Science and Education*. 2020;3(3):120. (In Russ.).

### Информация об авторах

М.С. Трунов – ассистент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [maksim-trunov11@mail.ru](mailto:maksim-trunov11@mail.ru).

А.В. Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [arle187@rambler.ru](mailto:arle187@rambler.ru), [iomas@agroeco.vsau.ru](mailto:iomas@agroeco.vsau.ru).

Н.Н. Кононова – старший преподаватель кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [nata\\_kononova@hotmail.com](mailto:nata_kononova@hotmail.com).

### Information about the authors

M.S. Trunov, Assistant, Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [maksim-trunov11@mail.ru](mailto:maksim-trunov11@mail.ru).

A.V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [arle187@rambler.ru](mailto:arle187@rambler.ru), [iomas@agroeco.vsau.ru](mailto:iomas@agroeco.vsau.ru).

N.N. Kononova, Senior Lecturer, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [nata\\_kononova@hotmail.com](mailto:nata_kononova@hotmail.com).

Статья поступила в редакцию 21.11.2021; одобрена после рецензирования 24.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 21.11.2021; approved after revision 24.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Трунов М.С., Улезько А.В., Кононова Н.Н., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 330.322.2

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_158

**Экономическая эффективность инвестиционной деятельности  
в сельском хозяйстве региона в современных условиях**

**Андрей Алексеевич Козлов**<sup>1✉</sup>

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

<sup>1</sup>kust000@gmail.com<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В настоящее время, несмотря на ужесточение санкций западных стран и США в отношении России, сельское хозяйство страны по многим направлениям обеспечивает продовольственную безопасность, в том числе в связи с активизацией инвестиционной деятельности, что особенно заметно в регионах Центрального Черноземья, в частности в Воронежской области. Представлены результаты организационно-экономической оценки состояния и тенденций развития инвестиционной деятельности в сельскохозяйственной отрасли Воронежской области. Установлено, что с 2015 по 2019 г. в отрасль в среднем ежегодно вкладывалось более 30 млрд руб. инвестиционных средств. Объемы инвестиций в расчете на 100 га площади сельскохозяйственных угодий и площади посева с 2000 по 2020 г. увеличились более чем в 40 раз, а фондообеспеченность и фондовооруженность – соответственно в 7,7 и 16,1 раза. Максимальные объемы инвестиций в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий выделяются интегрированным агропромышленным формированиям – 2,5–3,8 тыс. руб. Все это способствовало повышению эффективности сельскохозяйственного производства: отмечен рост урожайности сельскохозяйственных культур за последние 20 лет в 1,5–2,5 раза и продуктивности животных более чем в 3 раза. При этом производство зерна на 100 га пашни к 2020 г. достигло 2025 ц, сахарной свеклы – 1165, подсолнечника – 345 ц, а производство молока на 100 га сельскохозяйственных угодий в регионе составило 251,4 ц. В 2019 г. прибыль в расчете на 1 рубль инвестиций в сельскохозяйственных организациях составила 2,5 руб., в интегрированных структурах – 2,1 руб. Уровень рентабельности реализованной продукции в сельскохозяйственных предприятиях достиг 35,1%, в агрохолдингах с учетом субсидий – 14,4, без учета субсидий – 7,8%. Таким образом, выявленная эффективность инвестиций подтверждает правильность выбранной инвестиционной политики в сельском хозяйстве региона.

**Ключевые слова:** инвестиционная деятельность, сельское хозяйство, регион, инвестиции в расчете на 1 га сельхозугодий, прибыль в расчете на 1 руб. инвестиций, интегрированные агропромышленные формирования

**Для цитирования:** Козлов А.А. Экономическая эффективность инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве региона в современных условиях // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 158–170. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_158](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_158)–170.

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Economic efficiency of investment activities in agriculture  
of the region in modern conditions**

**Andrey A. Kozlov**<sup>1✉</sup>

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

<sup>1</sup>kust000@gmail.com<sup>✉</sup>

**Abstract.** At present, despite the tightening of sanctions by Western countries and the United States against Russia, the country's agriculture ensures food security in many areas, including the intensification of investment activities, which is especially noticeable in the Central Chernozem Regions and Voronezh Oblast in particular. The author presents the results of organizational and economic assessment of the status and development trends of investment activities in the agricultural sector of Voronezh Oblast. It has been established that from 2015 to 2019 more than 30 billion rubles (on average) were annually invested in the industry. From 2000 to 2020 investment volumes per 100 hectares of agricultural land and sown area increased by more than 40 times, while the capital-area and capital-labor ratios increased by 7.7 and 16.1 times, respectively. The maximum volume of investments per 1 hectare of

agricultural land is allocated to integrated agro-industrial formations and amount to 2.5-3.8 thousand rubles. All this contributed to an increase in the efficiency of agricultural production, e.g. over the past 20 years the crop yield has increased by 1.5-2.5 times, and animal productivity has increased by more than 3 times. At the same time, by 2020 the production figures per 100 hectares of arable land have reached 2,025 centners for grain, 1,165 centners for sugar beet, and 345 centners for sunflower, and milk production in the region amounted to 251.4 centners per 100 hectares of agricultural land. In 2019 the profit per 1 ruble of investments amounted to 2.5 rubles in agricultural organizations, and 2.1 rubles in integrated structures. The level of profitability of sold products in agricultural enterprises reached 35.1%, while in agricultural holdings it amounted to 14.4% with the account of subsidies, or 7.8% excluding subsidies. Thus, the identified investment efficiency confirms that the right investment policy was chosen for the region's agriculture.

**Key words:** investment activity, agriculture, region, investments per 1 ha of farmland, profit per 1 rub of investment, integrated agro-industrial formations

**For citation:** Kozlov A.A. Economic efficiency of investment activities in agriculture of the region in modern conditions. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):158-170. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_158-170](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_158-170).

**В** условиях резкого обострения геополитической обстановки, масштабных политических и экономических мер, введенных западными странами и США в отношении России, приоритетной задачей импортозамещения, безусловно, является устойчивое развитие сельского хозяйства. Стратегия импортозамещения предполагает ослабление зависимости от поставок импортных товаров продовольственного назначения и переход на самообеспечение страны отечественной продовольственной продукцией. Меры, предпринимаемые на государственном и региональном уровнях, создают благоприятную среду для развития сельского хозяйства, которое, обладая значительным потенциалом, становится более привлекательным объектом для вложения денежных средств. Преференции со стороны государства, а также устойчиво эффективные вложения капитала позволяют большинству сельскохозяйственных предприятий преодолевать депрессивное состояние и способствуют повышению эффективности их деятельности.

В настоящее время, несмотря на ужесточение санкций западных стран и США в отношении России, сельское хозяйство страны по многим направлениям обеспечивает продовольственную безопасность, в том числе в связи с активизацией инвестиционной деятельности, что особенно заметно в регионах Центрального Черноземья, в частности в Воронежской области.

Представлены результаты организационно-экономической оценки состояния и тенденций развития инвестиционной деятельности в сельскохозяйственной отрасли Воронежской области. Анализ проводился с целью определения ключевых направлений совершенствования организации инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве региона.

В настоящее время на территории Воронежской области осуществляют хозяйственную деятельность сельскохозяйственные организации, хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства (включая индивидуальных предпринимателей). Организационные модели управления, формы концентрации и интеграции производства, характер экономических взаимоотношений в этих категориях хозяйств существенно отличаются.

В Воронежской области в структуре валового регионального продукта сельское хозяйство, включая лесное хозяйство, охоту, рыболовство и рыбоводство, по итогам 2019 г. занимало третье место (рис. 1).

За последние 5 лет доля сельского хозяйства в ВРП снизилась на 3 процентных пункта, а по сравнению с 2000 г. – на 5,5 п. п. При этом показатель среднегодового совокупного темпа роста ВРП региона на 1,6% (CAGR за 2016–2019 гг.) отстает от показателей многих регионов-лидеров, а также от среднероссийских значений CAGR за 2016–2019 гг. (4,6%) (рис. 2) [1, 5].

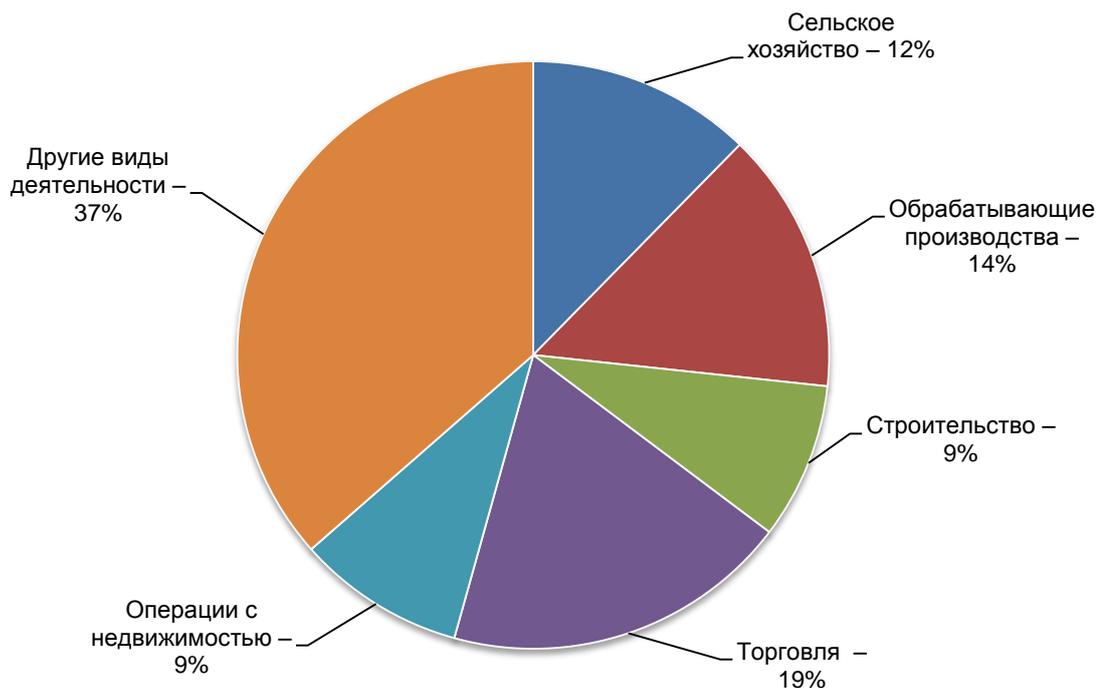


Рис. 1. Отраслевая структура валового регионального продукта Воронежской области в 2019 г., %  
 Источник: [3, с. 456–462].

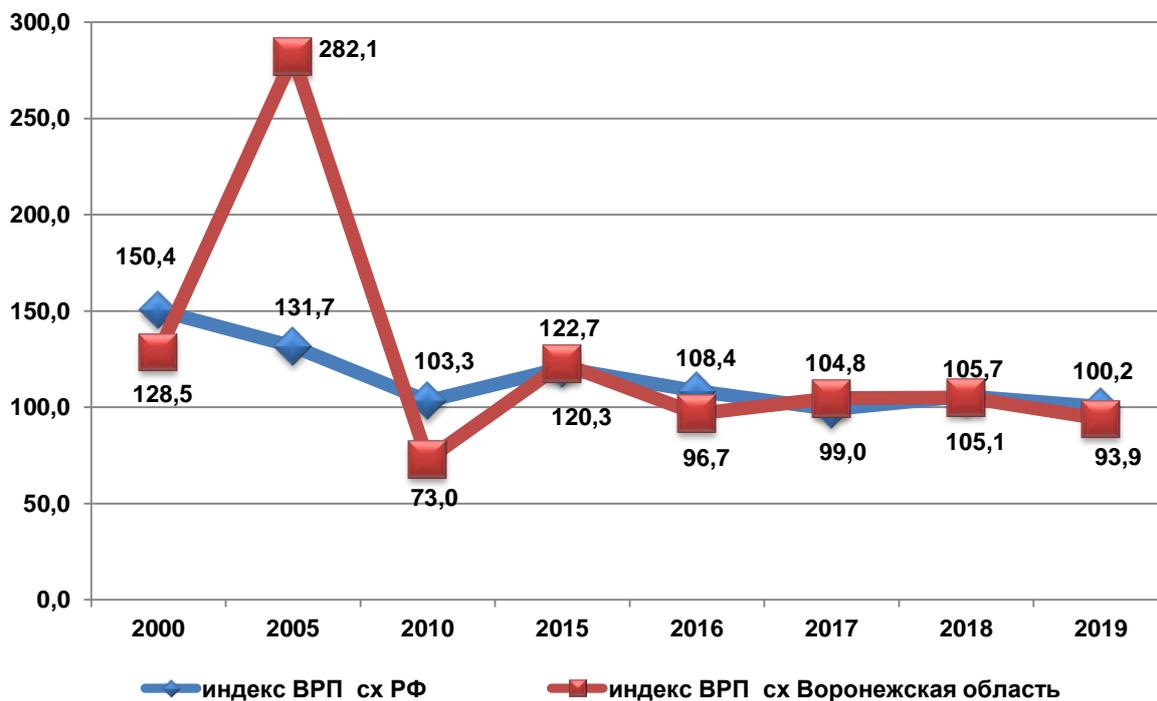


Рис. 2. Прирост выпуска ВРП сельского хозяйства Воронежской области, %  
 Источник: [5, с. 456–462].

В связи с реализацией в Российской Федерации стратегии импортозамещения сельскохозяйственное производство стало находиться в более выгодном положении по сравнению с другими видами экономической деятельности. По мнению некоторых ученых-

экономистов [8, 9], в современных условиях наращивание производства сельскохозяйственной продукции и повышение в целом эффективности деятельности всех категорий хозяйствующих субъектов определяются уровнем инвестиционной активности, удовлетворением интересов всех без исключения участников производства, обмена и распределения ресурсов.

В Воронежской области с 2015 по 2019 г. в сельское хозяйство в среднем вкладывалось более 30 млрд руб. инвестиционных средств ежегодно. Эффективность инвестиционных процессов в этой отрасли экономики во многом определяется уровнем ресурсного потенциала как объекта для инвестиционной деятельности. Проведенные исследования показывают, что с повышением инвестиционной активности ускорялись процессы восстановления и обновления основных средств (замена, модернизация и ремонт), улучшались их качественные характеристики. В результате стоимость основных фондов в сельском хозяйстве увеличилась с 32,8 млрд руб. в 2000 г. до 257,7 млрд руб. в 2020 г., или в 7,9 раза (табл. 1).

Ежегодный ввод основных фондов сельского хозяйства с 2016 по 2020 г. превышал 20 млрд руб. Наибольшие суммы капиталовложений в основные фонды были направлены в 2018 и в 2020 гг. – соответственно 4,64 и 31,2 млрд руб. При этом одной из основных причин, сдерживающих рост показателей эффективности сельского хозяйства, является высокий физический и моральный износ основных средств, который, хотя и снизился к настоящему времени на 15,4 п. п. по сравнению с 2000 г., составляет 39,2%.

Создание всесторонне развитого высокопроизводительного сельского хозяйства требует соответствующего уровня развития материально-технической базы аграрных предприятий. Материально-техническая база является важнейшей составной частью производительных сил и имеет многогранное значение в развитии аграрного производства. Увеличение масштабов производства сельскохозяйственной продукции в значительной степени определяется уровнем материально-технической базы, которая обеспечивается за счет долгосрочных вложений на приобретение основных фондов и оборотных средств. Однако они оправданы только тогда, когда способствуют получению прибыли и достижению социального эффекта [3, 4].

Проведенный ретроспективный анализ позволяет сделать вывод о том, что высокая инвестиционная активность в сельском хозяйстве Воронежской области дала толчок к существенному увеличению ресурсообеспеченности отрасли. Фондообеспеченность и фондовооруженность за анализируемый период увеличились соответственно в 7,7 и 16,1 раза, что связано с приобретением новой сельскохозяйственной техники и оборудования, увеличением производственных мощностей значительного количества сельскохозяйственных предприятий.

Подтверждением тому могут служить значения рассчитанных коэффициентов корреляции, свидетельствующих о достаточно высоком уровне зависимости фондообеспеченности и фондовооруженности от объемов вложенного капитала:

- зависимость фондовооруженности от инвестиционных вложений –  $R = 0,827$ ,
- зависимость фондообеспеченности –  $R = 0,861$ ,
- зависимость фондоотдачи –  $R = 0,858$ .

В 2020 г. нагрузка пашни на 1 трактор увеличилась по сравнению с 2000 г. в 2,5 раза, а нагрузка зерноуборочной площади на 1 комбайн – в 4,3 раза, что обусловлено повышением интенсификации производства, внедрением многофункциональной, широкозахватной техники. Как следствие, это привело к сокращению потребности в трудовых ресурсах и снижению трудообеспеченности более чем в 2 раза (табл. 2, рис. 3).

Таблица 1. Экономическая оценка ресурсного потенциала инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве Воронежской области, 2000–2020 гг.

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Стоимость основных фондов всего, млн руб.	235 504	428 766	788 059	1 401 937	1 534 644	1 841 669	2 017 212	4 042 520	4 156 859
Ввод в действие основных фондов, млн руб.	8 389	18 086	61 549	124 090	133 285	299 243	190 794	402 303	324 928
Степень износа основных фондов, %	49,0	47,0	45,0	44,5	46,3	40,4	41,3	40,2	40,7
Стоимость основных фондов сельского хозяйства, млн руб.	32 797	32 030	51 763	123 789	145 968	163 203	215 392	238 903	257 712
Удельный вес основных фондов сельского хозяйства в стоимости основных фондов всего, %	12,3	7,5	6,6	8,8	9,5	8,9	10,7	5,9	6,2
Ввод в действие основных фондов сельского хозяйства, млн руб.	н/д	н/д	6 420	20 920	29 361	20 728	44 640	29 482	31 169
Удельный вес введения основных фондов в сельском хозяйстве, %	н/д	н/д	10,4	16,9	22,0	6,9	23,4	7,3	9,6
Степень износа основных фондов сельского хозяйства, %	54,6	44,2	30,7	36,4	32,4	37,3	36,0	37,1	39,2
Полностью изношенных основных фондов сельского хозяйства, %	18,4	13,9	5,2	4,1	4,4	5,1	5,3	4,9	6,6
Работники, занятые в сельском хозяйстве, тыс. чел.	267,9	191,3	163,9	190,2	190,2	146,6	146,6	205,8	130,5
Среднемесячная заработная плата работников сельского хозяйства, руб.	н/д	3 112	10 000	20 569	23 567	25 090	28 505	30 790	34 401
Прибыль, млн руб.	н/д	-301	-534	10 897	13 676	3 847	12 114	12 437	30 971
Субсидии бюджетов всех уровней, млн руб.	н/д	н/д	н/д	219,3	227,7	2232,5	2547,3	3219,3	2845,9
Кредиторская задолженность с.-х. организаций, млн руб.	н/д	н/д	10931,5	25325,9	21709,3	19854,4	27377,7	28741,0	27230,2
Дебиторская задолженность с.-х. организаций, млн руб.	н/д	н/д	8811,5	29259,4	27494,4	22421,9	36150,2	41926,9	50163,1
Рентабельность активов в сельском хозяйстве, %	н/д	н/д	-0,9	6,6	8,3	2,4	5,6	4,7	10,3

Источник: [2; 5, с. 495–509; 4].

Таблица 2. Показатели ресурсообеспеченности сельского хозяйства Воронежской области, 2000–2020 гг.

Показатели	Годы									Отношение 2020 г. к 2000 г.
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Приходится пашни на 1 трактор, га	135	207	321	367	375	377	380	366	343	2,5 раза
Приходится площади посева зерновых на 1 зерноуборочный комбайн, га	185	337	527	826	810	825	831	872	796	4,3 раза
Фондообеспеченность, тыс. руб./га	8,2	7,9	12,7	30,4	35,8	40,0	52,8	58,6	63,2	7,7 раза
Фондовооруженность, тыс. руб./чел.	122	167	316	651	767	1113	1469	1161	1975	16,1 раза
Трудообеспеченность, чел./100 га пашни	8,8	6,3	5,4	6,2	6,2	4,8	4,8	6,8	4,3	49%

Источник: рассчитано автором по [2, 6].

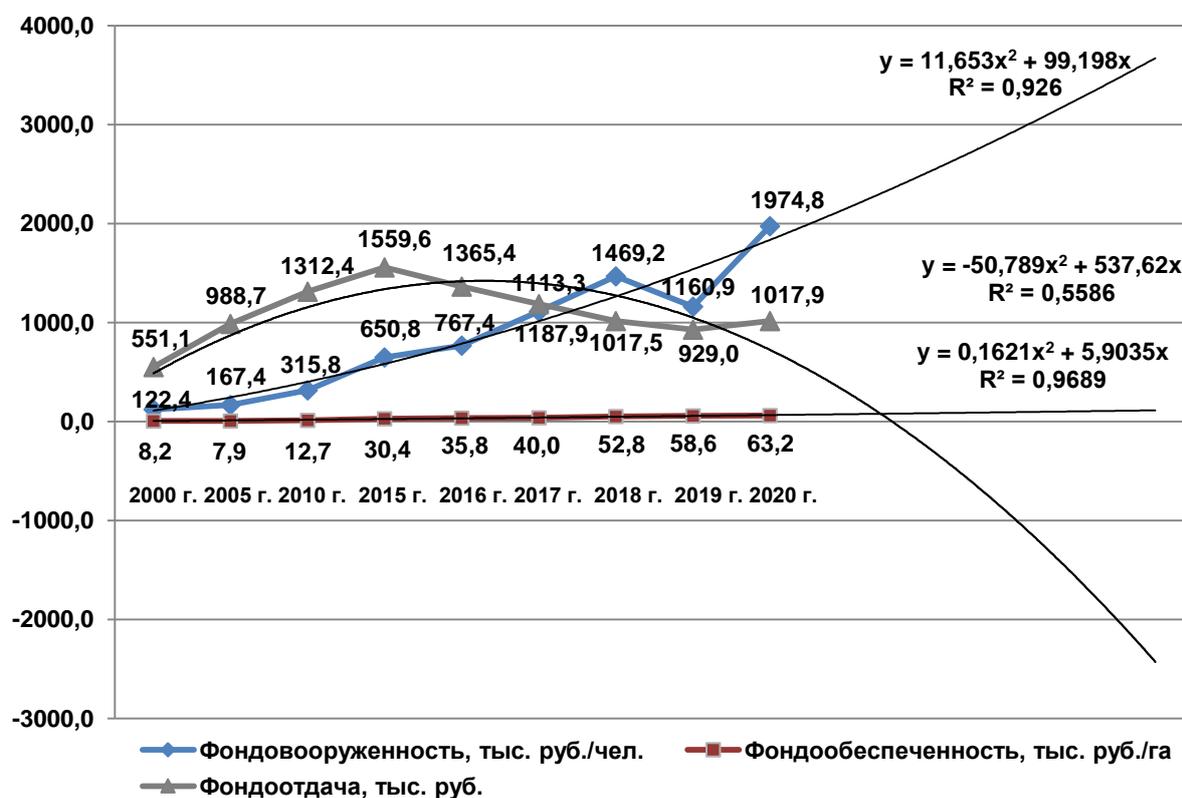


Рис. 3. Динамика эффективности использования основных фондов в сельском хозяйстве Воронежской области

Источник: рассчитано автором по [2, 5].

Эффективность инвестиционных вложений отражают итоговые производственно-экономические показатели и финансовые результаты деятельности сельскохозяйственных организаций, которые зависят от их специализации.

Так, наибольший удельный вес в крупных сельскохозяйственных организациях традиционно занимает производство зерна, сахарной свеклы, семян подсолнечника, мяса и молока. В крестьянских (фермерских) хозяйствах наибольший удельный вес занимает производство зерна, семян подсолнечника, сахарной свеклы, овощей, молока. В послед-

ние годы хозяйства этих двух категорий возрождают производство картофеля в промышленных масштабах, в том числе орошаемое.

В хозяйствах населения наблюдается снижение производства всех видов сельскохозяйственной продукции вследствие таких причин, как сокращение численности сельского населения и его старение, сложности приобретения и обновления материально-технической базы хозяйств, преобладание ручного труда, низкий уровень оказываемой государственной поддержки.

Проведенный анализ свидетельствует об устойчивости сельскохозяйственного производства, подтверждаемой за последние 20 лет ростом урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5–2,5 раза и увеличением продуктивности животных более чем в 3 раза, изменениями структуры сельскохозяйственных угодий, диверсификацией производства, повышением материально-технического обеспечения. В результате производство зерна на 100 га пашни к 2020 г. достигло 2025 ц, сахарной свеклы – 1165 ц, подсолнечника – 345 ц, а производство молока на 100 га сельскохозяйственных угодий в регионе составило 25,1 ц (табл. 3).

**Таблица 3. Показатели экономической эффективности сельскохозяйственного производства Воронежской области**

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Стоимость продукции, млн руб.	18 073	31 669	67 936	193 058	199 308	193 876	219 151	221 944	262 330
Произведено на 100 га пашни, ц:									
зерна	555,0	871,8	278,6	1387,9	1581,4	1859,2	1564,9	1700,6	2025,4
сахарной свеклы	703,7	970,7	585,8	1611,9	1915,6	2046,7	1670,1	2250,4	1165,2
подсолнечника	116,8	174,8	124,9	330,8	302,9	277,6	361,2	409,9	345,2
Произведено молока на 100 га с.-х. угодий, ц	189,1	151,8	167,5	198,1	203,4	206,4	222,0	240,6	251,4
Урожайность с.-х. культур, ц/га:									
зерна	16,4	21,5	14,0	30,0	34,4	39,4	32,9	35,0	39,1
сахарной свеклы	189	281	179	437	484	470	395	509	309
подсолнечника	11,1	12,5	10,2	23,0	23,4	19,9	25,6	28,6	23,9
Надой молока на 1 корову, кг	2046	3220	4264	5781	6145	6491	6914	7495	7836
Фондоотдача, тыс. руб.	551,1	988,7	1312,4	1559,6	1365,4	1187,9	1017,5	929,0	1017,9
Прибыль, млн руб.	н/д	–301	–534	10 897	13 676	3 847	12 114	12 437	30 971
в т. ч. в растениеводстве	н/д	–373	–1230	8 897	9 850	2 173	7 319	8 602	21 139
в животноводстве	н/д	53	730	1 954	3 517	2 294	4 736	3 909	4 874
Убыточные с.-х. организации, % от общего количества	н/д	н/д	37,9	21,6	22,1	26,2	34,2	28,8	23,0
Сумма убытка, млн руб.	н/д	н/д	2831,1	2497,0	868,6	2892,4	2891,4	3142,5	2030,6
Рентабельность реализованной с.-х. продукции, %	н/д	н/д	5,1	27,1	27,3	13,5	17,8	18,1	35,1
Рентабельность проданных товаров растениеводства, %	37,2	2,6	4,7	41,7	37,6	13,5	22,2	26,0	57,4
Рентабельность проданных товаров животноводства, %	–24,2	10,9	6,0	13,1	16,2	13,8	14,2	13,0	15,3

Источник: рассчитано автором по [2, 5, 6].

Систему инвестиционного обеспечения сельского хозяйства характеризует его концентрация в расчете на единицу экономического потенциала. При этом повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции требует развития прогрессивных новаторских процессов, способствующих повышению интенсификации инвестиционных вложений.

По результатам проведенного анализа динамики концентрации инвестиций за двадцатилетний период определены высокие показатели коэффициента риска и колеблемости объемов инвестиций (табл. 4).

Таблица 4. Оценка инвестиционных вложений на развитие сельского хозяйства Воронежской области

Инвестиции в расчете на	Годы									Уравнение общей тенденции	Коэффициент риска	Коэффициент корреляции
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	14,8	35,2	137,4	421,3	790,6	845,5	856,0	945,4	754,0	$y = -2,4454x^2 + 128,07x$	0,718	0,800
100 га площади посева, тыс. руб.	26,0	66,7	230,0	669,3	1272,7	1324,0	1353,8	1460,1	1144,0	$y = -5,5049x^2 + 212,05x$	0,709	0,787
100 руб. основных фондов, руб.	1,8	4,5	10,8	13,9	22,1	21,1	16,2	16,1	11,9	$y = -0,4532x^2 + 5,6253x$	0,519	0,763
1 работника, тыс. руб.	2,2	7,5	34,2	90,3	169,5	235,1	238,0	187,2	235,4	$y = 0,2154x^2 + 26,615x$	0,753	0,818

Источник: рассчитано автором по [2, 5, 6, 10].

Приведенные в таблице 4 показатели характеризуют рост эффективности использования инвестиционных ресурсов в целом по региону и высокую зависимость их от уровня вложений. Так, объемы инвестиций в расчете на 100 га площади сельскохозяйственных угодий и на 100 га площади посева за анализируемый период увеличились более чем в 40 раз и составили соответственно 754 и 1144 тыс. руб. При этом следует отметить, что инвестиции на 100 руб. основных фондов в последние годы имеют тенденцию к снижению вследствие более низких темпов роста инвестиционных вложений по сравнению с темпами роста стоимости основных фондов.

Как известно, основными результативными показателями инвестиционной деятельности являются: стоимость сельскохозяйственной продукции, прибыль, производительность труда. Нами проведена оценка влияния инвестиционных вложений на объемы прибыли, получаемой сельскохозяйственными производителями, стоимости производства сельскохозяйственной продукции и на производительность труда (рис. 4–6).

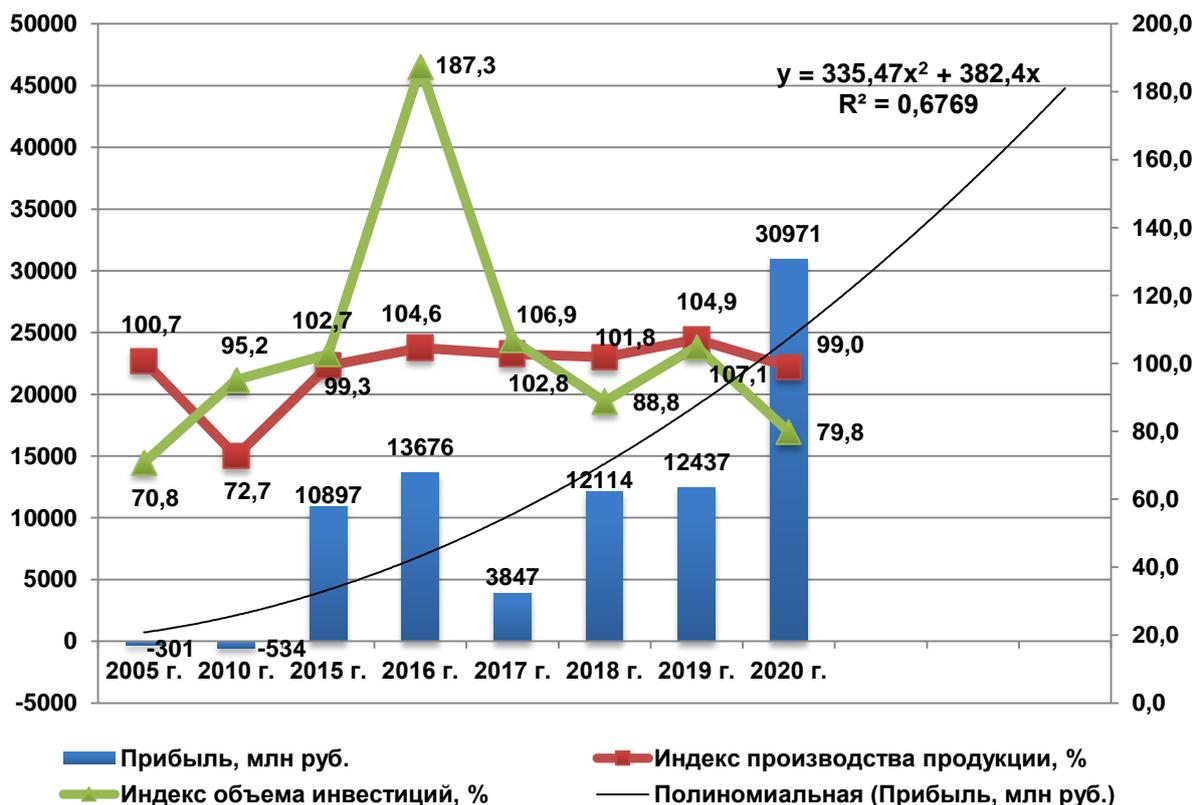


Рис. 4. Оценка результативных показателей оценки инвестиционных вложений в основной капитал сельского хозяйства Воронежской области

Источник: рассчитано автором по [2, 5].

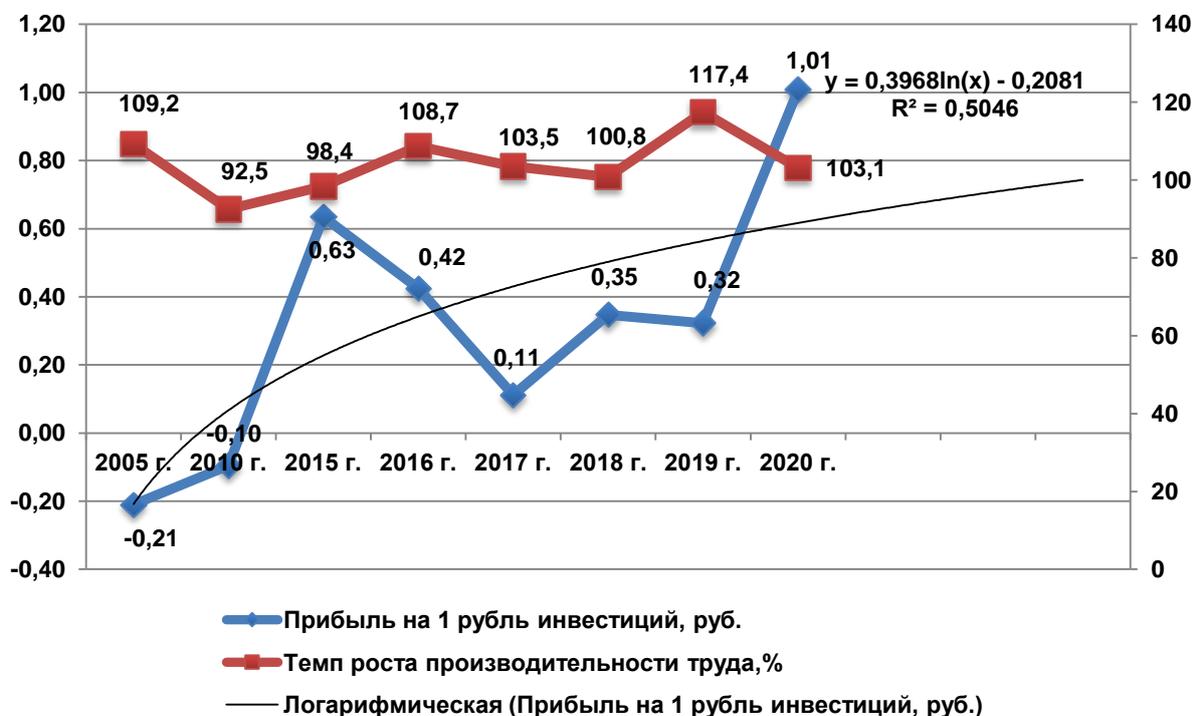


Рис. 5. Показатели эффективности сельскохозяйственного производства Воронежской области

Источник: рассчитано автором по [2, 5].

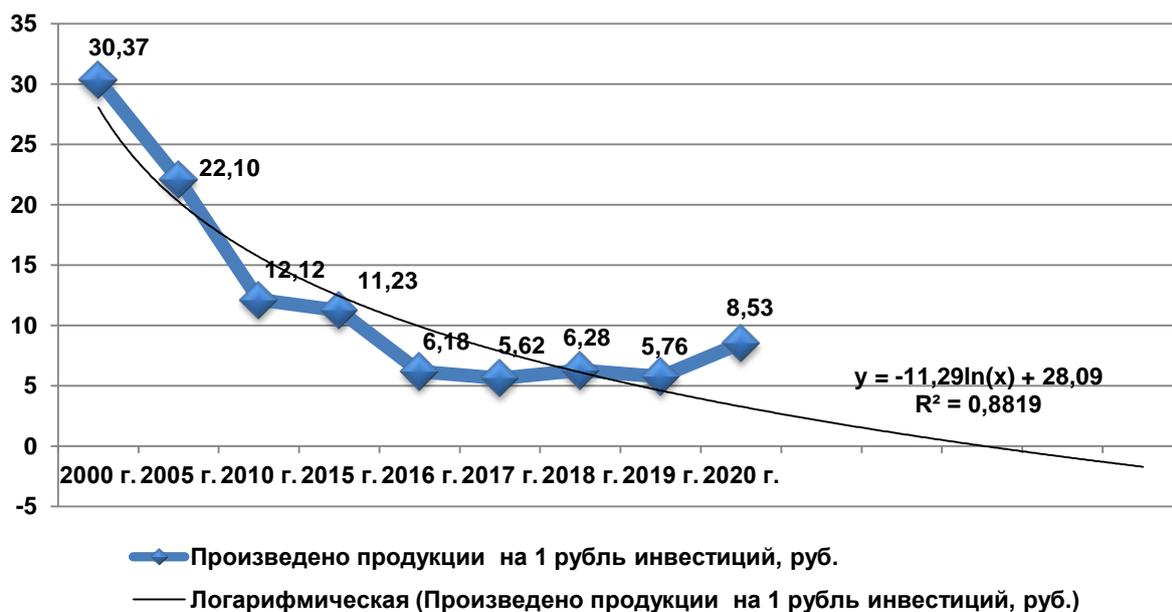


Рис. 6. Стоимость продукции на 1 рубль инвестиций, руб.

Источник: рассчитано автором по [2, 5].

Исследования показывают, что объемы инвестиционных вложений изменялись и были различными в отдельные периоды деятельности сельскохозяйственных предприятий. При этом в связи с долгосрочностью инвестиционных вложений и пролонгированным характером не наблюдается их прямого влияния на показатели эффективности использования основных фондов.

В последние годы повышение активности инвестиционной деятельности нашло отражение в конечных экономических результатах производственно-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей, в повышении прибыльности и существенном росте производительности труда. Так, за исследуемый период рост инвестиционных вложений в основной капитал сельского хозяйства превышал рост стоимости производимой продукции в отдельные годы на 4%, а в 2016 г. – на 82,7%. С 2016 по 2020 г. наблюдались существенные темпы роста производительности труда, в частности в 2020 г. по сравнению с 2019 г. темп роста производительности труда составил 103,1%, а в 2019 г. по сравнению с 2018 г. – 117,4%.

В целом прибыль в сельском хозяйстве в 2020 г., несмотря на кризисные и пандемийные процессы, достигла рекордных значений по региону – 30,9 млрд руб. При этом следует отметить, что не все сельскохозяйственные предприятия справляются со своими обязательствами, в результате чего 23% их от общего количества остаются убыточными. Уровень рентабельности реализованной продукции составил 35,1%, или возрос за последние 10 лет на 30,0 п. п.

Таким образом, сложившиеся тенденции в сельском хозяйстве обостряют актуальность увеличения масштабов и обеспечения устойчивости инвестиционных вложений, а также эффективности их использования, обеспечивающее повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции.

Поскольку характерной особенностью сельского хозяйства Воронежской области является функционирование большой доли сельскохозяйственных предприятий в составе инвесторов-интеграторов, которыми выступают производственные, торговые, финансовые и другие организации, то возникает необходимость оценки использования бюджетных ассигнований интегрированными агропромышленными формированиями.

Исследованиями установлено, что интегрированные агропромышленные формирования имеют преимущественное право при получении целевых банковских кредитов и субсидий из бюджета, так как они в большей степени располагают необходимыми возможностями и объемами денежных ресурсов для воспроизводства материально-технической базы, модернизации производства, внедрения новых технологий.

Интегрированные агропромышленные формирования ведут свою деятельность на 1558,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, что составляет 61,3% всей площади сельхозугодий региона. Наибольшие объемы инвестиций в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий за анализируемый период наблюдаются в ГК «АГРОЭКО», фирме «Экозем-Аграр», ГК «Молвест», ООО «Монолит», ГК «Теннис Фляйш» (табл. 5).

**Таблица 5. Инвестиции на 1 га сельскохозяйственных угодий в наиболее крупных интегрированных структурах АПК Воронежской области, тыс. руб.**

Интегрированные формирования	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
ГК «АГРОЭКО»	11,6	-	384,0	165,0	22,3
ООО «Агротех-Гарант»	1,6	1,9	0,8	0,7	1,4
Фирма «Экозем-Аграр»	9,1	8,1	15,7	18,5	12,4
ГК «Продимекс»	1,7	2,1	0,8	0,6	0,5
ПАО АКБ «Авангард»	5,0	3,6	2,3	2,3	2,4
ГК «Молвест»	6,2	8,8	10,6	15,2	11,9
ООО «Монолит»	0,0	18,5	9,0	20,6	15,2
ГК «Теннис Фляйш»	1,4	0,0	-	0,9	11,2
ООО УК «Дон-Агро»	1,9	6,0	3,4	4,0	0,7
ГК «Верхнехавский агрохолдинг»	8,7	6,0	-	5,3	5,6
Итого по агрохолдингам	3,5	4,5	5,7	5,7	3,7
Всего по области	2,5	3,1	3,0	3,8	2,7

Источник: рассчитано автором по годовым отчетам сельскохозяйственных предприятий Воронежской области.

В целом по региону большая часть интегрированных агропромышленных формирований за исследуемый период являются прибыльными. В 2019 г. прибыль в расчете на 1 рубль инвестиций составила 2,1 руб. Наибольшую эффективность инвестиционных вложений показывают ГК «Продимекс» – 17,7 руб. на 1 руб. инвестиций, ГК «Верхнехавский агрохолдинг» – 5,1 руб., ГК «АГРОЭКО» – 3,5 руб., ПАО АКБ «Авангард» – 3,3 руб., ООО «Агротех-Гарант» – 1,3 руб. (табл. 6). Уровень рентабельности агрохолдингов в 2019 г. с учетом субсидий составил 14,4%, без учета субсидий – 7,8%.

**Таблица 6. Прибыль в расчете на 1 рубль инвестиций в интегрированных агропромышленных формированиях Воронежской области, руб.**

Интегрированные формирования	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
ГК «АГРОЭКО»	1,2	1,0	1,3	2,1	3,5
ООО «Агротех-Гарант»	7,3	6,6	3,1	6,2	1,3
Фирма «Экозем-Аграр»	0,4	0,6	0,5	-0,1	0,1
ГК «Продимекс»	5,1	6,6	2,6	12,7	17,7
ПАО АКБ «Авангард»	1,9	2,3	1,7	2,8	3,3
ГК «Молвест»	0,7	0,0	0,0	-0,2	-0,1
ООО «Монолит»	-3289,5	-0,9	0,8	-0,7	-1,1
ГК «Теннис Фляйш»	1,5	-	-	37,4	0,9
ООО УК «Дон-Агро»	0,0	1,8	0,3	0,7	-8,0
ГК «Верхнехавский агрохолдинг»	4,8	4,2	-	6,5	5,1
Итого по агрохолдингам	2,1	1,9	0,9	1,3	2,1
Всего по области	2,9	2,4	1,5	1,7	2,5

Источник: рассчитано автором по годовым отчетам сельскохозяйственных предприятий Воронежской области.

Несмотря на сформировавшиеся тенденции результативного инвестиционного обеспечения, многолетнее эффективное использование капитальных вложений, современный механизм инвестирования в сельское хозяйство требуют дальнейшего совершенствования в рамках решения следующих проблем и задач.

Во-первых, в сложившихся экономических и политических условиях стратегическим вопросом является импортозамещение продуктов питания с использованием отечественных средств производства (техники, семян, племенных животных, удобрений, средств защиты растений и др.) и инновационных технологий, что требует существенных комплексных вложений.

Во-вторых, в регионе инвестиционные вложения в основном направлялись крупным интегрированным агропромышленным формированиям, производящим социально значимые виды продукции (зерно, подсолнечник, сахарную свеклу, мясо, молоко). Поскольку в дефиците остаются овощи, плодово-ягодная продукция, то необходима диверсификация инвестиционной деятельности в аграрном секторе.

В-третьих, интенсивное функционирование современного рынка диктует сельскому хозяйству ориентироваться на инновационное развитие и, следовательно, привлекать инвестиции на техническое и технологическое перевооружение и модернизацию отрасли. При этом большинству сельскохозяйственных предприятий по-прежнему сложно дается кредитная нагрузка.

В-четвертых, неразвитость кооперативных отношений в сельском хозяйстве не способствует активизации малого и среднего агробизнеса. Малым и средним формам хозяйствования на селе для результативной продажи продукции, ее совместной переработки, а также получения кредитов жизненно необходимо создание системы поддержки и развития сельской кооперации, что, в свою очередь, предполагает инвестиционную поддержку государства.

В-пятых, для сокращения времени по оформлению инвестиций в рамках государственной поддержки необходимо содействие со стороны региональных органов в реализации инновационно-инвестиционных проектов на территории Воронежской области в режиме «одного окна».

В-шестых, в связи с локальностью мер государственной поддержки многим хозяйствующим субъектам она не доступна, что ухудшает их позиции среди инвестиционных резидентов.

В-седьмых, необходимо совершенствовать формы и методы государственно-частного партнерства в рамках стимулирования инвестиционной деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей.

---

#### **Список источников**

1. Агроинвестор // Деловое издание для инвесторов АПК. URL: <https://www.agroinvestor.ru/regions> (дата обращения: 23.12.2021).
2. Воронежский статистический ежегодник 2021: Стат. сб. / Воронежстат. Воронеж, 2021. 312 с.
3. Леонова Н.В. Методический подход к оценке экономической эффективности // Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях глобализации экономики: материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 19–20 ноября 2015 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. С. 72–75.
4. Леонова Н.В. Теоретические основы экономической эффективности производства // Современные организационно-экономические проблемы развития АПК: материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня создания кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК (Воронеж, 19 ноября 2015 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. С. 99–102.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Стат. сб. / Росстат. Москва, 2021. 1112 с.
6. Сельское хозяйство в России. 2021. Стат. сб. / Росстат. Москва, 2021. 100 с.
7. Терновых К.С., Измалков А.А. Формирование инновационно ориентированного АПК в ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 3(42). С. 178–185.

8. Терновых К.С., Чернов Д.В. Методика анализа и оценки инвестиционных проектов // Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях глобализации экономики: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. С. 121–125.

9. Терновых К.С., Чернов Д.В. Формирование модели инвестиционного поведения интегрированных структур в АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 4(43). С. 139–145.

10. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // Официальный сайт. Статистика. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.12.2021).

## References

1. Agriinvestor. Delovoe izdanie dlya investorov APK [Business publication for investors dealing with Agro-Industrial Complex]. URL: <https://www.agriinvestor.ru/regions>. (In Russ.).

2. Voronezhskij statisticheskiy ezhegodnik 2021: Statisticheskiy sbornik. Voronezhstat [Voronezh Statistical Yearbook 2021: Statistical abstract]. Voronezh; 2021. 312 p. (In Russ.).

3. Leonova N.V. Metodicheskiy podkhod k otsenke ekonomicheskoy effektivnosti. Strategiya innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh globalizatsii ekonomiki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Voronezh, 19–20 noyabrya 2015 g.) [Methodological approach to economic efficiency assessment. Strategy of innovative development of the Agro-Industrial Complex in the context of economic globalization: proceedings of the International scientific and practical conference (Voronezh, November 19-20, 2015)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2015:72-75. (In Russ.).

4. Leonova N.V. Teoreticheskie osnovy ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva. Sovremennyye organizatsionno-ekonomicheskie problemy razvitiya APK: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya sozdaniya kafedry organizatsii proizvodstva i predprinimatel'skoy deyatel'nosti v APK (Voronezh, 19 noyabrya 2015 g.) [Theoretical foundations of economic efficiency of production. Modern organizational and economic problems of Agro-Industrial Complex development: proceedings of the scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the foundation of the Department of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex (Voronezh, November 19, 2015)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2015:99-102. (In Russ.).

5. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. 2021: Statisticheskiy sbornik. Rosstat [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2021: Statistical abstract]. Moscow; 2021. 1112 p.

6. Sel'skoe khozyajstvo v Rossii. 2021. Statisticheskiy sbornik. Rosstat [Agriculture in Russia. 2021. Statistical abstract]. Moscow; 2021. 100 p. (In Russ.).

7. Ternovykh K.S., Izmalkov A.A. Formirovaniye innovatsionno orientirovannogo APK v CChR [Innovation-driven growth strategy of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2014;3(42):178-185. (In Russ.).

8. Ternovykh K.S., Chernov D.V. Metodika analiza i otsenki investitsionnykh proektov. Strategiya innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyakh globalizatsii ekonomiki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Methods of analysis and evaluation of investments projects. Strategy of innovative development of the Agro-Industrial Complex in the context of economic globalization: proceedings of the International scientific and practical conference (Voronezh, November 19-20, 2015)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2015:121-125. (In Russ.).

9. Ternovykh K.S., Chernov D.V. Formirovaniye modeli investitsionnogo povedeniya integrirovannykh struktur v APK [Developing the pattern of investment behaviour of the integrated structures in Agro-Industrial Complex]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2014;4(43):139-145. (In Russ.).

10. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki (Rosstat). Oficial'nyy sayt. Statistika [Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Statistics]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).

## Информация об авторе

А.А. Козлов – аспирант кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [kust000@gmail.com](mailto:kust000@gmail.com).

## Information about the author

A.A. Kozlov, Postgraduate Student, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [kust000@gmail.com](mailto:kust000@gmail.com).

Статья поступила в редакцию 12.02.2022; одобрена после рецензирования 15.03.2022; принята к публикации 26.03.2022.

The article was submitted 12.02.2022; approved after revision 15.03.2022; accepted for publication 26.03.2022.

© Козлов А.А., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 332.12:338.4

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_171

**Перспективные направления развития системы интеграционных  
взаимодействий в агропродовольственном комплексе**

**Константин Дмитриевич Недиков<sup>1</sup>, Андрей Валерьевич Улезько<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru

**Аннотация.** В качестве базового метода стратегического анализа развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области предлагается использовать SWOT-анализ, позволяющий на основе выявления сильных и слабых сторон объекта анализа, а также потенциальных угроз и возможностей установить взаимосвязи между структурными элементами анализа и оценить приоритетные направления развития агропромышленной интеграции. В качестве перспективных направлений действий по развитию системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области предлагаются: наращивание аграрного потенциала и потенциала перерабатывающей промышленности; усиление рыночного влияния и наращивание экспортного потенциала; переход на инновационно ориентированную модель развития; вовлечение в продуктовые цепочки новых субъектов и рост загруженности перерабатывающих мощностей; увеличение финансирования НИОКР в области сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственного сырья; концентрация усилий и ресурсов на повышении эффективности производства; переход на кластерную систему взаимодействий с конкурентами на региональном рынке; внедрение цифровых технологий на всех звеньях продуктовых цепочек; повышение глубины переработки сельскохозяйственного сырья, вывод на рынок новых продуктов питания и их компонентов; совершенствование системы межсубъектных взаимодействий и повышение заинтересованности независимых производителей в интеграции; внедрение новых технологий управления интеграционными взаимодействиями; реализация проектов по развитию системы инфраструктурного обеспечения; оптимизация отраслевой структуры интегрированных формирований; диверсификация производственных систем интегрированных формирований; участие в государственных программах поддержки агрострахования; установление прямых связей с поставщиками ресурсов; минимизация транзакционных издержек; активное участие в программах государственно-частного партнерства.

**Ключевые слова:** стратегический анализ, SWOT-анализ, агропромышленная интеграция, интеграционные взаимодействия, модели интеграционных взаимодействий, территориально-отраслевое развитие

**Для цитирования:** Недиков К.Д., Улезько А.В. Перспективные направления развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 171–179. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_171-179](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_171-179).

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Perspectives for development of the system of integration  
interactions in the agrifood complex**

**Konstantin D. Nedikov<sup>1</sup>, Andrey V. Ulez'ko<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>arle187@rambler.ru

**Abstract.** As a basic method of strategic analysis of the development of the system of integration interactions in the agrifood complex of Voronezh Oblast, it is proposed to use SWOT-analysis, which allows, on the basis of identifying the strengths and weaknesses of the object of analysis, as well as potential threats and opportunities, to establish the relationship between the structural elements of the analysis and evaluate priority areas for development agro-

industrial integration. As promising areas of action for the development of a system of integration interactions in the agrifood complex of the Voronezh Oblast, the following are proposed: building up the agricultural potential and the potential of the processing industry; strengthening market influence and building export potential; transition to an innovation-oriented development model; involvement of new entities into the food chains and increase in the workload of processing capacities; increased funding for R&D efforts in the field of agriculture and processing of agricultural raw materials; concentration of efforts and resources on increasing production efficiency; transition to a cluster system of interactions with competitors in the regional market; introduction of digital technologies at all levels of food chains; increasing the depth of processing of agricultural raw materials, bringing new food products and their components to the market; improving the system of inter-subject interactions and increasing the interest of independent producers in integration; introduction of new technologies for managing integration interactions; implementation of projects for the development of the infrastructure support system; optimization of the sectoral structure of integrated formations; diversification of production systems of integrated formations; participation in state programs to support agricultural insurance; establishing direct links with resource providers; minimization of transaction costs; active participation in public-private partnership programs.

**Keywords:** strategic analysis, SWOT analysis, agro-industrial integration, integration interactions, models of integration interactions

**For citation:** Nedikov K.D., Ulez'ko A.V. Perspectives for development of the system of integration interactions in the agrifood complex. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):171-179. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_171-179](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_171-179).

Одним из наиболее часто используемых инструментов определения возможностей развития экономических систем и изменения содержания протекающих в них процессов является стратегический анализ [1, 4, 8]. Необходимо отметить, что практически все основные методы стратегического анализа были разработаны для использования на уровне бизнес-систем и ориентировались прежде всего на оценку ключевых воздействий на текущее и будущее состояние экономического субъекта и осознание уровня их влияния на выбор стратегии развития бизнес-структуры. Использование стратегического анализа для обоснования направлений совершенствования системы интеграционных взаимодействий предполагает не только использование единых методологических принципов, но и учет особенностей факторов, формирующих систему стимулов и ограничений возможностей развития агропромышленной интеграции в регионе.

В качестве базового метода стратегического анализа развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области предлагается использовать SWOT-анализ, позволяющий на основе выявления сильных и слабых сторон объекта анализа, а также потенциальных угроз и возможностей установить взаимосвязи между структурными элементами анализа и оценить приоритетные направления развития агропромышленной интеграции [2, 9, 11, 12].

Достоинства данного метода заключаются в том, что он прост в использовании, довольно легко адаптируется к экономическим объектам от нано- до макроуровня, реализует принцип системного подхода к изучению процессов развития объектов анализа, предоставляет возможность маневра факторными элементами анализа с учетом целей исследования, позволяет учитывать фактическое состояние как объекта анализа, так и среды функционирования, а также оценивать их прогнозируемые изменения.

Вместе с тем у данного метода имеются определенные недостатки:

- использует данные субъективной оценки состояния объекта анализа и перспектив его развития;
- предполагает использование качественных характеристик и концептуальных описаний состояния и процессов развития объекта анализа;
- ориентирован на обоснование общих направлений развития объекта анализа без детализации мероприятий, позволяющих обеспечить достижение этих целей;
- допускает использование разных уровней научной абстракции при оценке факторов, воздействующих на развитие объекта анализа;

- качество анализа зависит от объемов и уровня достоверности информации о состоянии объекта анализа и среды функционирования;
- исследование объекта анализа статично и не отражает динамику его развития;
- характеризуется низким уровнем формализации и отсутствием единых критериев при оценке степени воздействия на объект анализа отдельных факторов;
- не учитывает вероятность изменений факторов внешней среды и глубину возможных последствий и др.

Вместе с тем как инструмент оценки возможных перспектив развития объекта SWOT-анализ является довольно эффективным и широко используется в практике стратегического управления, поскольку другие методы стратегического анализа либо развивают результаты, полученные данным методом, либо используют их в качестве собственной информационной базы.

В качества сильных сторон (strength) сложившейся в агропродовольственном комплексе региона системы интеграционных взаимодействий можно выделить:

- высокий аграрный потенциал региона и уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности;
- сбалансированную структуру агропродовольственного комплекса и относительно устойчивую динамику его развития;
- высокий уровень государственной поддержки инвестиционных проектов по развитию производства и переработки сельскохозяйственной продукции;
- достаточный уровень конкурентоспособности практически всех видов продовольственных ресурсов, производимых в регионе, как на национальном, так и на мировом рынках;
- устойчивость сырьевых зон перерабатывающих предприятий за счет реализации холдинговой модели агропромышленной интеграции;
- выгодную географическую локацию региона и развитость транспортной инфраструктуры и др.

В качестве факторов, ограничивающих возможности развития агропромышленной интеграции (weaknesses), определены:

- насыщение регионального рынка практически всеми видами продовольственных товаров, производимых в области, и рост логистических и транзакционных издержек, связанных с выходом на новые рынки;
- относительно высокий уровень монополизации отдельных продуктовых рынков региона и дисбаланс интересов производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции;
- низкий уровень вовлечения в продуктовые цепочки субъектов малого агробизнеса, ограничивающий возможности использования их производственного потенциала;
- рост затрат на управление интегрированными формированиями, обусловленный ростом концентрации производства и капитала и использованием холдинговой модели агропромышленной интеграции;
- относительно низкий уровень развития системы инфраструктурного обеспечения, в первую очередь инфраструктуры хранения;
- низкий уровень цифровизации процессов производства сельскохозяйственной продукции и управления системой интеграционных взаимодействий и др.

Возможности развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области (opportunities) связаны с:

- вовлечением в систему интеграционных взаимодействий новых субъектов, в том числе представляющих сектор малого агробизнеса;
- углублением переработки сельскохозяйственной продукции и выходом на новые рынки с продукцией с высокой добавленной стоимостью;
- использованием технологических, продуктовых и организационно-экономических инноваций;
- совершенствованием системы межсубъектных и межзвенных взаимодействий в цепочках создания добавленной стоимости;
- ориентацией на производство органических продуктов питания и экологически безопасной сельскохозяйственной продукции;
- повышением сбалансированности интегрированных формирований за счет оптимизации продуктовых цепочек и межсубъектных связей и др.

Основные угрозы развитию процессов агропромышленной интеграции в регионе (threats) обусловлены:

- высоким уровнем зависимости от импорта технологий и значительной номенклатуры основных и оборотных средств;
- высоким уровнем зависимости от государственной поддержки инвестиционных проектов и производства отдельных видов продовольственных ресурсов (в первую очередь мяса крупного рогатого скота и птицы, картофеля и овощей);
- ростом конкуренции на региональных рынках практически всех видов продовольственных ресурсов;
- снижением эффективности управления сверхкрупными интегрированными формированиями со сложной структурой и пространственной рассредоточенностью;
- турбулентностью внешней среды и относительно низкой эффективностью имеющейся системы управления рисками и др.

Традиционно сильные и слабые стороны принято рассматривать как факторы внутренней среды, а возможности и угрозы – как внешние факторы, определенным образом влияющие на развитие объекта анализа. В этой связи важным этапом SWOT-анализа является сопоставление внутренних факторов с факторами внешней среды, поскольку именно на их пересечении и находятся потенциально возможные направления развития объекта анализа.

В зависимости от объекта анализа сопоставлению внутренних факторов и факторов внешней среды может предшествовать экспертная оценка взаимосвязей этих факторов для установления уровня этих связей и их значимости для дальнейшего развития объекта анализа. Если в качестве объектов анализа выбираются не хозяйствующие субъекты, а экономические системы более высокого уровня, то возникают дополнительные сложности адаптации метода SWOT-анализа, поскольку наряду с традиционными показателями, отражающими внутренние параметры бизнес-структур и среды их функционирования, необходимо оценивать уровень развития взаимодействий между структурными элементами сложных экономических систем и их устойчивости, а также эффективность функционирования систем и уровень их сбалансированности, что позволит оценивать перспективы развития данных систем несколько под другим ракурсом.

В матричной форме элементы SWOT-анализа развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты SWOT-анализа развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области**

<i><b>Сильные стороны</b></i>	<i><b>Слабые стороны</b></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий аграрный потенциал региона и уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности;</li> <li>- сбалансированная структура агропродовольственного комплекса и относительно устойчивая динамика его развития;</li> <li>- высокий уровень государственной поддержки инвестиционных проектов по развитию производства и переработки сельскохозяйственной продукции;</li> <li>- высокий уровень конкурентоспособности практически всех видов продовольственных ресурсов, производимых в регионе, как на национальном, так и на мировом рынках;</li> <li>- устойчивость сырьевых зон перерабатывающих предприятий за счет реализации холдинговой модели агропромышленной интеграции;</li> <li>- выгодная географическая локация региона и развитость транспортной инфраструктуры и др.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- насыщение регионального рынка практически всеми видами продовольственных товаров, производимых в области, и рост издержек, связанных с выходом на новые рынки;</li> <li>- относительно высокий уровень монополизации отдельных продуктовых рынков региона и дисбаланс интересов производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции;</li> <li>- низкий уровень вовлечения в продуктовые цепочки субъектов малого агробизнеса, ограничивающий возможности использования их производственного потенциала;</li> <li>- рост затрат на управление интегрированными формированиями, обусловленный ростом концентрации производства и капитала и использованием холдинговой модели агропромышленной интеграции;</li> <li>- относительно низкий уровень развития системы инфраструктурного обеспечения, в первую очередь инфраструктуры хранения;</li> <li>- низкий уровень цифровизации процессов производства и управления системой интеграционных взаимодействий и др.</li> </ul>
<i><b>Возможности развития</b></i>	<i><b>Угрозы развитию</b></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- вовлечение в систему интеграционных взаимодействий новых субъектов, в том числе представляющих сектор малого агробизнеса;</li> <li>- углубление переработки сельскохозяйственной продукции и выход на новые рынки с продукцией с высокой добавленной стоимостью;</li> <li>- использование технологических, продуктовых и организационно-экономических инноваций;</li> <li>- совершенствование системы межсубъектных и межзвенных взаимодействий в цепочках создания добавленной стоимости;</li> <li>- повышение сбалансированности интегрированных формирований за счет оптимизации продуктовых цепочек и межсубъектных связей и др.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень зависимости от импорта технологий и значительной номенклатуры основных и оборотных средств;</li> <li>- высокий уровень зависимости от государственной поддержки инвестиционных проектов и производства отдельных видов продовольственных ресурсов;</li> <li>- рост конкуренции на региональных рынках практически всех видов продовольственных ресурсов;</li> <li>- снижение эффективности управления сверхкрупными интегрированными формированиями со сложной структурой и пространственной рассредоточенностью;</li> <li>- турбулентность внешней среды и относительно низкая эффектность имеющейся системы управления рисками и др.</li> </ul>

Матрица, в рамках которой происходит сопоставление внешних и внутренних факторов, принято называть матрицей направлений действий. В рамках данной матрицы обосновываются:

- перспективы усиления имеющихся преимуществ (strength) при реализации внешних возможностей (opportunities);
- потенциал минимизации внешних угроз (threats) за счет использования уже имеющихся преимуществ (strength);
- возможности нейтрализации внутренних проблем (weaknesses) за счет использования благоприятных факторов внешней среды (opportunities);
- пути устранения факторов возникновения внутренних проблем (weaknesses) в условиях потенциальных внешних угроз (threats).

Матрица направлений действий по развитию системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области приведена в таблице 2.

Таблица 2. Матрица направлений действий по развитию системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе Воронежской области

Направления действий	Действия, связанные с реализацией возможностей	Действия, направленные на устранение угроз
<b>Действия, связанные с реализацией сильных сторон</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наращивание аграрного потенциала и потенциала перерабатывающей промышленности;</li> <li>- усиление рыночного влияния и наращивание экспортного потенциала;</li> <li>- переход на инновационно ориентированную модель развития;</li> <li>- вовлечение в продуктовые цепочки новых субъектов и рост загруженности перерабатывающих мощностей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличение финансирования НИОКР в области сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственного сырья;</li> <li>- концентрация усилий и ресурсов на повышении эффективности производства;</li> <li>- переход на кластерную систему взаимодействий с конкурентами на региональном рынке;</li> <li>- внедрение цифровых технологий на всех звеньях продуктовых цепочек</li> </ul>
<b>Действия, связанные с нейтрализацией слабых сторон</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышение глубины переработки сельскохозяйственного сырья, вывод на рынок новых продуктов питания и их компонентов;</li> <li>- совершенствование системы межсубъектных взаимодействий и повышение заинтересованности независимых производителей в интеграции;</li> <li>- внедрение новых технологий управления интеграционными взаимодействиями;</li> <li>- реализация проектов по развитию системы инфраструктурного обеспечения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизация отраслевой структуры интегрированных формирований;</li> <li>- диверсификация производственных систем интегрированных формирований;</li> <li>- участие в государственных программах поддержки агрострахования;</li> <li>- установление прямых связей с поставщиками ресурсов;</li> <li>- минимизация транзакционных издержек;</li> <li>- активное участие в программах государственно-частного партнерства</li> </ul>

Реализация совокупности обоснованных направлений развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе региона предполагает переход на кластерную модель агропромышленной интеграции, предусматривающую трансформацию межсубъектных отношений в рамках интегрированных формирований, «мягкое» воздействие государства на процессы их развития и балансирование интересов субъектов интеграции.

Холдинговая модель агропромышленной интеграции позволяет полноценно реализовать сильные стороны данной формы интеграционных взаимодействий с учетом перспектив, открывающихся за счет возможностей, определяемых прогнозируемыми изменениями среды функционирования. Но в условиях использования холдинговой модели представляется крайне затруднительным преодоление таких слабых сторон, как насыщение внутреннего рынка, дисбаланс интересов производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции, низкий уровень интеграции в продуктовые цепочки субъектов малого агробизнеса, рост затрат на управление интегрированными формированиями. При этом задачи развития системы инфраструктурного обеспечения и цифровизации процессов производства и управления системой интеграционных взаимодействий могут быть успешно решены и в рамках существующих агрохолдингов.

Ограничены возможности интегрированных структур холдингового типа в предотвращении таких угроз, как рост конкуренции на региональных продуктовых рынках и снижение эффективности управления сверхкрупными интегрированными формированиями со сложной структурой и пространственной рассредоточенностью. В данном случае следует признать, что угрозы, связанные с высоким уровнем зависимости от импорта технологий и значительной номенклатуры основных и оборотных средств, зависимости от государственной поддержки инвестиционных проектов и производства отдельных видов продовольственных ресурсов, а также с сохранением и воз-

можным усилением турбулентности внешней среды и относительно низкой эффективностью имеющейся системы управления рисками, одинаково проблематичны для всех форм агропромышленной интеграции и не могут быть устранены за счет специфики организации интеграционных взаимодействий в рамках цепочек создания добавленной стоимости [3, 5, 6, 7, 10, 13].

Сбалансированность системы интеграционных взаимодействий в региональном агропродовольственном комплексе может быть обеспечена за счет оптимального сочетания различных форм агропромышленной интеграции, создающих возможность достижения максимального уровня реализации аграрного потенциала региона и мощностей предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, использующих в качестве сырья сельскохозяйственную продукцию.

Холдинговая модель агропромышленной интеграции далеко не исчерпала потенциал своего развития, и агрохолдинги еще довольно долгое время будут составлять ядро крупнотоварного производства продовольственных ресурсов и успешно генерировать добавленную стоимость в рамках сформированных ими продуктовых цепочек, но изменение институциональной и рыночной сред объективно создает предпосылки для инициации процессов использования нового для них типа интеграционных взаимодействий – взаимодействий кластерного типа.

Именно в рамках кластерной модели формируются условия:

- конструктивного взаимодействия конкурирующих бизнес-структур и обеспечения баланса их интересов;
- взаимодействия всех субъектов агропромышленной интеграции с государством в рамках государственно-частного партнерства;
- согласования стратегий развития отдельных интегрированных формирований со стратегией развития региона;
- усиления рыночного влияния интегрированных формирований и наращивания их экспортного потенциала;
- развития инновационной системы агропродовольственного комплекса и модернизации технико-технологической базы;
- установления партнерских связей с научными и образовательными учреждениями;
- формирования инфраструктуры сетевых взаимодействий и минимизации трансакционных издержек;
- оптимизации системы инфраструктурного обеспечения агропродовольственного комплекса;
- интеграции в продуктовые цепочки независимых сельскохозяйственных производителей, в том числе субъектов малого агробизнеса;
- улучшения инвестиционного климата и рационального использования инвестиционных ресурсов;
- обеспечения рационального распределения средств государственной поддержки агропродовольственного комплекса;
- повышения социальной ответственности бизнеса и сбалансированности развития отдельных территорий и др.

Управление процессами развития системы интеграционных взаимодействий в агропродовольственном комплексе относится к компетенции стратегического управления и предполагает активное участие государства в стимулировании тех или иных форм агропромышленной интеграции с целью реализации стратегий территориально-отраслевого развития.

---

**Список источников**

1. Вакаева Е.А., Наконечная Т.В. Стратегический анализ как основа принятия управленческих решений // *Инновации и инвестиции*. 2020. № 11. С. 98–101.
2. Ефремова Н.Е., Конивец А.Д. SWOT-анализ как важный инструмент стратегического менеджмента // *Вестник Тульского филиала Финуниверситета*. 2020. № 1. С. 159-162.
3. Иванова Е.В., Саяпин А.В. Кластеры и кластерная политика в АПК // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 5. С. 44–47.
4. Коваленко Ю.Н., Улезько А.В. Стратегический анализ агропродовольственного комплекса Воронежской области // *Бухучет в сельском хозяйстве*. 2018. № 6. С. 62–79.
5. Лобков К.Ю., Цветцых А.В., Шапорова З.Е. Предпосылки и значение развития интегрированных структур АПК в современных экономических условиях // *Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ*. 2017. № 1(5). С. 81–88.
6. Макаревич Л.О., Улезько А.В. Механизм обеспечения сбалансированности развития экономических систем // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2019. № 2(61). С. 208–215. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.208.
7. Макаревич Л.О., Улезько А.В., Реймер В.В. Формы взаимодействия субъектов агропромышленной интеграции // *Экономика сельского хозяйства России*. 2019. № 7. С. 53–59. DOI: 10.32651/197-53.
8. Мечукаева К.М. Стратегический анализ и оценка перспектив развития компании // *Global Science and Innovations: Central Asia*. 2021. Т. 1, № 7(12). С. 46–50.
9. Нехланова А.М. Концепция SWOT-анализа в стратегическом управлении в АПК // *Финансовая экономика*. 2021. № 1. С. 70–73.
10. Терновых К.С., Нечаев Н.Г. Развитие интегрированных структур в АПК: проблемы и этапы решения // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2012. № 8. С. 53–56.
11. Цулая И.Н. SWOT-анализ в системе стратегического управления: особенности применения и пути адаптации к объектам мезоуровня // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*. 2010. № 2(17). С. 34–38.
12. Черных А.И., Гончаренко О.В. Обоснование перспектив развития аграрных интегрированных формирований на основе SWOT-анализа // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2019. № 4(24). С. 158–172.
13. Шевцов В.В. Об интеграционной специфике российского АПК // *Региональные проблемы преобразования экономики: интеграционные процессы и механизмы формирования: материалы IX Международной научно-практической конференции. Махачкала : ИСЭИ ДНЦ РАН, 2018. С. 481–483.*

**References**

1. Vakaeva E.A., Nakonechnaya T.V. Strategicheskij analiz kak osnova prinyatiya upravlencheskikh reshenij [Strategic analysis as a basis for making management decisions]. *Innovatsii i investitsii = Innovations and Investments*. 2020;11:98-101. (In Russ.).
2. Efremova N.E., Konivets A.D. SWOT-analiz kak vazhnyj instrument strategicheskogo menedzhmenta [SWOT analysis as an important strategic management tool]. *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta = Bulletin of the Financial University. Tula Branch*. 2020;1:159-162. (In Russ.).

3. Ivanova E.V., Sayapin A.V. Klasteri i klaster'naya politika v APK [Clusters and cluster policy in agrarian and industrial complex]. *Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = International Agricultural Journal*. 2018;5:44-47. (In Russ.).
4. Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V. Strategicheskij analiz agroproduktivnogo kompleksa Voronezhskoj oblasti [Strategic analysis of Voronezh regional agro-food complex]. *Bukhuchet v sel'skom khozyaystve = Accounting in Agriculture*. 2018;6:62-79. (In Russ.).
5. Lobkov K.Yu., Tsvetyskh A.V., Shaporova Z.E. Predposylki i znachenie razvitiya integrirovannykh struktur APK v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh [Background and value of development of integrated structures of agrarian and industrial complex in modern economic condition]. *Social'no-ekonomicheskij i gumanitarnyj zhurnal Krasnoyarskogo GAU = Social and Economic and Humanitarian Magazine of Krasnoyarsk SAU*. 2017;1(5):81-88. (In Russ.).
6. Makarevich L.O., Ulez'ko A.V. Mekhanizm obespecheniya sbalansirovannosti razvitiya ekonomicheskikh sistem [The mechanism for ensuring the balanced development of economic systems]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;2(61):208-215. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2.208. (In Russ.).
7. Makarevich L.O., Ulez'ko A.V., Reimer V.V. Formy vzaimodejstviya sub'ektov agropromyshlennoj integratsii [The forms of interaction among the subjects of agro-industrial integration]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019;7:53-59. DOI: 10.32651/197-53. (In Russ.).
8. Mechukaeva K.M. Strategicheskij analiz i otsenka perspektiv razvitiya kompanii [Strategic analysis and assessment of the company's development prospects]. *Global Science and Innovations: Central Asia*. 2021;7(12):46-50. (In Russ.).
9. Nekhlanova A.M. Kontseptsiya SWOT-analiza v strategicheskom upravlenii v APK [The concept of SWOT analysis in strategic management in the Agro-Industrial Complex]. *Finansovaya ekonomika = Financial Economics*. 2021;1:70-73. (In Russ.).
10. Ternovykh K.S., Nechaev N.G. Razvitie integrirovannykh struktur v APK: problemy i etapy resheniya [Development of integrated structures in the AIC: problems and phases of resolving]. *Ekonomika sel'skokhozyajstvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatij = Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2012;8:53-56. (In Russ.).
11. Tsulaya I.N. SWOT-analiz v sisteme strategicheskogo upravleniya: osobennosti primeneniya i puti adaptatsii k ob'ektam mezurovnyia [SWOT analysis in the strategic management system: features of application and ways of adaptation to mesolevel objects]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya. = Bulletin of Volgograd State University. Series 3: Economy. Ecology*. 2010;2(17):34-38. (In Russ.).
12. Chernykh A.I., Goncharenko O.V. Obosnovaniye perspektiv razvitiya agrarnykh integrirovannykh formirovaniy na osnove SWOT-analiza [Substantiation of the prospects for the development of agrarian integrated formations based on a SWOT analysis]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy = Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives*. 2019;4(24):158-172. (In Russ.).
13. Shevtsov V.V. Ob integratsionnoj spetsifike rossijskogo APK. Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki: integratsionnye processy i mekhanizmy formirovaniya: materialy IX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [On the integration particular features of the Russian AIC. Regional problems of economic transformation: integration processes and mechanisms of formation: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference. Makhachkala: Institute of Socio-Economic Research of Daghestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences Press; 2018:481-483. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

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

А.В. Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», arle187@rambler.ru.

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

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.

A.V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, arle187@rambler.ru.

**Статья поступила в редакцию 18.02.2022; одобрена после рецензирования 21.03.2022; принята к публикации 25.03.2022.**

**The article was submitted 18.02.2022; approved after revision 21.03.2022; accepted for publication 25.03.2022.**

© Недиков К.Д., Улезько А.В., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.24

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_180

**Методологические основы формирования системы экономической безопасности предпринимательской деятельности в АПК**

Михаил Викторович Загвозкин<sup>1✉</sup>, Светлана Николаевна Коновалова<sup>2</sup>

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

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

**Аннотация.** Целью исследования является определение базовых элементов системы экономической безопасности предпринимательской деятельности в сфере АПК, а также основных задач, которые выполняет система экономической безопасности предприятия в соответствии с каждой ее функциональной составляющей. Приведен теоретический анализ сущности экономической безопасности предприятия в современных условиях, показавший, что обеспечение экономической безопасности становится наукоемкой и комплексной проблемой, требующей разработки новых подходов, способных обеспечить максимально быструю адаптацию к стремительным изменениям. Сделан вывод о том, что управление аграрным производством имеет свои особенности, которые непосредственно влияют на процессы управления в этом секторе экономики, а перспективы деятельности субъектов предпринимательства в АПК существенно зависят от эффективности функционирования системы экономической безопасности предпринимательской деятельности. Рассмотрены элементы, составляющие систему управления экономической безопасностью на всех уровнях хозяйствования: функции, принципы и методы. В современных условиях для обеспечения эффективного функционирования предприятия АПК необходимо понимать ключевые задачи экономической безопасности. В связи с тем что на сегодняшний день не сформирован единый подход относительно выделения тех или иных функциональных составляющих экономической безопасности предприятия, осложняется формулирование задач, необходимых для обеспечения экономической безопасности предприятий АПК, поэтому была осуществлена декомпозиция экономической безопасности предприятия по функциональным направлениям и сформулированы задачи для каждой ее функциональной составляющей, по результатам анализа которых можно выявить угрозы экономической безопасности предприятия и разработать общие рекомендации по формированию комплекса мер по их нейтрализации.

**Ключевые слова:** АПК, предпринимательская деятельность, экономическая безопасность, предприятие, система, функциональное направление, задачи

**Для цитирования:** Загвозкин М.В., Коновалова С.Н. Методологические основы формирования системы экономической безопасности предпринимательской деятельности в АПК // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 180–189. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_180](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_180)–189.

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Methodological basis for the formation of economic security system of entrepreneurial activities in the Agro-Industrial Complex**

Mikhail V. Zagvozhkin<sup>1✉</sup>, Svetlana N. Konovalova<sup>2</sup>

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

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

**Abstract.** The objective of research was to determine the basic elements of economic security system of entrepreneurial activities in the Agro-Industrial Complex, as well as to define the main tasks that the system of economic security of an enterprise should perform in accordance with each of its functional components. The authors present a theoretical analysis of the essence of economic security of an enterprise in modern conditions, which showed that ensuring economic security is becoming a science-intensive and complex problem that requires the development of new approaches, which can ensure the fastest possible adaptation to rapid changes. It is

concluded that the management of agricultural production has its own peculiarities, which directly influence the management processes in this sector of the economy, and the prospects for the activities of business entities in the agroindustrial complex significantly depend on the efficiency of functioning of the system of economic security of entrepreneurial activities. The authors have considered the elements that constitute the economic security management system at all levels of management, i.e. functions, principles, and methods. Due to the fact that a unified approach has not yet been formed regarding the identification of certain functional components of economic security of an enterprise, it is difficult to formulate the tasks necessary to ensure the economic security of agroindustrial enterprises. In modern conditions, in order to ensure the efficient functioning of the Agro-Industrial Complex, it is necessary to understand the key tasks of economic security. Therefore, the authors decomposed the economic security of an enterprise into functional areas and formulated the tasks for each functional component. Their analysis allowed identifying the threats to the economic security of enterprises and developing general recommendations for the formation of a set of measures to neutralize them.

**Key words:** Agro-Industrial Complex, entrepreneurial activities, economic security, management system, enterprise, functional directions

**For citation:** Zagvozhkin M.V., Konovalova S.N. Methodological basis for the formation of economic security system of entrepreneurial activities in the Agro-Industrial Complex. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):180-189. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_180-189](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_180-189).

**П**овышение уровня конкуренции, непредсказуемость многих факторов внешней среды, рисковый характер предпринимательской деятельности значительно актуализировали проблему выживания предприятия в современных условиях хозяйствования, в которых деятельность многих предприятий АПК сопровождается ухудшением финансового положения, банкротствами и др., поэтому особую актуальность приобретает обеспечение безопасного функционирования и развития отечественных предприятий в сфере АПК.

Кроме того, в условиях углубления процессов глобализации возникают принципиально новые проблемы во внешнеэкономической деятельности на уровне региона и отдельных отечественных предприятий АПК, которые связаны с обеспечением экономической безопасности на всех уровнях хозяйствования. Повышение актуальности проблем экономической безопасности связано с усилением процессов глобализации и их влиянием на систему международных экономических отношений и, как следствие, на эффективность экономики государства, отдельных регионов, а также отраслей экономики и многих предприятий. Поэтому формирование и обеспечение эффективной работы системы экономической безопасности предпринимательской деятельности на всех уровнях хозяйствования является неотъемлемым условием успешного развития аграрной сферы экономики России [6].

Основным подходом к обоснованию сущности понятия «экономическая безопасность предприятия» является рассмотрение данной экономической категории в качестве защиты предприятия от рисков, что повышает эффективность функционирования и развития в рамках жизненного цикла [10].

В более широком смысле под экономической безопасностью предприятия следует понимать создание условий для устойчивого функционирования предприятия, его высокой конкурентоспособности, эффективного использования всех видов ресурсов на основе ослабления или локализации угроз, что является результатом целенаправленного комплекса мероприятий, в частности обеспечения оптимальности и эффективности организационной структуры, правовой защиты деятельности, защиты информационной среды, коммерческой тайны, безопасности персонала, капитала, имущества и коммерческих интересов [9].

Экономическая безопасность как категория имеет комплексный характер, сложную структуру с внутренними и внешними элементами, через которые, собственно, она проявляется и реализуется.

Управление аграрным производством с позиции обеспечения экономической безопасности имеет свои особенности, связанные с его повышенной сложностью, значительным влиянием природно-климатических условий, длительностью производственного цикла, сезонностью производственных процессов, многообразием организационно-правовых форм аграрных предприятий. Все вышеперечисленное непосредственно затрудняет управление в этом секторе экономики [3, 5].

В современных условиях перспективы деятельности субъектов предпринимательства в АПК в значительной степени зависят от эффективности функционирования системы экономической безопасности предпринимательской деятельности.

Систему экономической безопасности предприятия можно определить как взаимосвязанную совокупность функций, принципов и методов, обеспечивающих безопасность предпринимательской деятельности от внутренних и внешних угроз [8].

Предпринимательская деятельность как социально-экономический феномен с начала своего возникновения несла в себе фактор риска в качестве неотъемлемой существенной характеристики, что является отражением динамичности и непредсказуемости внешней среды. То есть в современных условиях обеспечение экономической безопасности становится наукоемкой и комплексной проблемой, требующей разработки новых подходов, способных обеспечить максимально быструю адаптацию к стремительным изменениям.

В основу системы экономической безопасности должны быть положены такие принципы, как:

- рациональности, предусматривающий, что расходы на проведение конкретных мер по обеспечению экономической безопасности должны соотноситься с результатами и не должны превышать возможные убытки и потери, которые могут возникнуть в процессе реализации подобных мероприятий;

- динамичности и адаптивности, предполагающие непрерывное развитие и совершенствование системы управления по векторам, которые совпадают с направлениями изменений во внутренней и внешней среде предприятия;

- научности, означающий, что разработка и реализация практической концепции управления экономической безопасностью происходят на основе исследований, реализованных с помощью научного инструментария;

- оперативности, заключающийся в обеспечении своевременного реагирования системы управления на изменения параметров внутренней или внешней среды, скорейшем проведении мероприятий, необходимых для решения существующих проблем;

- легитимности, предусматривающий функционирование системы управления экономической безопасностью в пределах требований действующего законодательства и в соответствии с положениями внутренних распорядительных документов предприятия;

- синергетического единства, заключающийся в достижении максимально возможной степени согласованности и скоординированности структурных подразделений, чья деятельность является объектом интереса или влияния системы управления экономической безопасностью для получения мощного эффекта от объединения их усилий при решении конкретной задачи;

- комплексности, предполагающий, с одной стороны, учет всей совокупности факторов, угрожающих экономической безопасности предприятия, а с другой – обеспечение противодействия факторам-угрозам по всем функциональным составляющим экономической безопасности.

Система управления экономической безопасностью должна выполнять ряд функций:

- аналитическую, которая заключается в проведении мониторинга и оценки угроз внешней и внутренней среды предприятия, получения информации, позволяющей принимать решения снижения рисков предпринимательской деятельности;
- целеполагания, которая заключается в постановке целей по защите экономических интересов на уровне предприятия и каждого структурного подразделения на базе модели «дерево целей»;
- нормативно-правового сопровождения, которая заключается в применении законодательных и нормативных актов для защиты экономических интересов предприятия, а также разработке внутренних нормативных документов, регулирующих сферу его экономической безопасности;
- организационно-административную, которая позволяет выстроить четкую организационную структуру и систему организационных отношений, которые обеспечат экономическую безопасность предприятия;
- планирования, которая на основе прогнозов развития внешней и внутренней среды предприятия позволит разработать обоснованные стратегические и тактические планы, обеспечивающие его стабильное развитие и экономическую безопасность;
- учетно-контрольную, которая завершает процесс управления экономической безопасностью на базе использования современных методов управленческого учета и контроллинга.

Данные функции являются универсальными для предприятий разных организационно-правовых форм, но отраслевая принадлежность будет придавать им некоторые специфические особенности.

Для создания эффективной системы экономической безопасности предприятия необходимо использовать ряд методических приемов. При этом использование того или иного метода должно учитывать особенности каждого предприятия. Можно выделить следующие методы:

- технико-технологические, которые предусматривают поддержание состояния оборудования и использования технологий, отвечающих современным мировым образцам;
- финансово-экономические, которые позволяют повысить эффективность использования ресурсов, снизить затраты производства, повысить рентабельность, обеспечить финансовую устойчивость предприятия;
- правовые, которые заключаются в использовании законодательных и нормативных актов, регулирующих различные стороны деятельности предприятия, его взаимоотношения с другими предприятиями и организациями для создания системы его экономической безопасности;
- информационные, которые используют с целью защиты коммерческой тайны предприятия и оперативного реагирования на угрозы информационного характера (использование современных аппаратных средств защиты от промышленного шпионажа, ИТ-аутсорсинг с разграничением доступа к критически важной информации);
- организационные, связанные с внедрением системы подготовки, переподготовки, ротации кадров, с изменением в аппарате управления предприятием, с реорганизацией отдельных функциональных подразделений [1, 7].

Таким образом, в основе системы экономической безопасности должен быть механизм управления, сочетающий четко определенные базовые принципы, функции и методы обеспечения экономической безопасности (см. рис.).



**Структура элементов системы экономической безопасности предприятия**

Система экономической безопасности предприятия может рассматриваться как совокупность подсистем, выделяемых в соответствии с функциональными направлениями его деятельности. Существуют различные варианты классификаций функциональных составляющих экономической безопасности предприятия, но наиболее распространенный подход позволяет выделить следующие: финансовую, интеллектуально-кадровую, технико-технологическую, политико-правовую, информационную, экологическую и силовую [1, 10]. Некоторые авторы научных работ в перечень указанных составляющих экономической безопасности добавляют также рыночную, которая позволяет предприятию занять устойчивое положение на рынке в условиях конкуренции на основе повышения эффективности товарной, сбытовой политики, ценообразования, рекламы и стимулирования сбыта.

Рассматривая экономическую безопасность предприятия как его способность к эффективному функционированию в течение длительного времени, мы предлагаем выделять экономическую безопасность в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периоде. В современных условиях высшее руководство предприятий для обеспечения эффективного функционирования должно формировать ключевые задачи для каждой функциональной составляющей экономической безопасности предприятия в отдельности.

Учитывая вышеизложенное, была предложена классификация экономической безопасности предприятия по временному критерию, в соответствии с которой выделяют следующие составляющие:

- в краткосрочном периоде – финансовую, морально-психологическую, силовую, информационную;
- в среднесрочном периоде – производственно-техническую, кадровую, коммерческую, правовую;
- в долгосрочном периоде – инновационно-технологическую, интеллектуальную, рыночную, экологическую и безопасность репутации.

Экономическая безопасность в краткосрочном периоде предполагает отсутствие угроз, способных привести к снижению экономической эффективности предприятия и обеспечивает его стабильное функционирование в текущий момент времени.

Экономическая безопасность в среднесрочном периоде предполагает отсутствие угроз, способных привести к снижению экономической эффективности предприятия и обеспечивает его стабильное функционирование в текущий момент времени.

Финансовая безопасность обеспечивает защищенность финансовых интересов предприятия, его финансовое равновесие, устойчивость, платежеспособность и ликвидность.

Можно выделить следующие задачи по обеспечению финансовой безопасности предприятия:

- проведение непрерывного мониторинга финансового состояния предприятия с целью раннего выявления симптомов финансового кризиса и разработка системы профилактических мер по предотвращению финансового кризиса;
- оценка и анализ экономического потенциала предприятия с целью укрепления его финансового положения, финансовой устойчивости и платежеспособности;
- разработка мероприятий по устранению негативных воздействий внешней среды предприятия в его экономической деятельности и др.

К ключевым задачам по обеспечению морально-психологической безопасности следует отнести следующие:

- мониторинг морально-психологического состояния ведущих специалистов и руководства;
- создание и поддержание благоприятного социально-психологического климата в коллективе;
- адаптацию персонала ко всем видам нововведений (организационных, технических, технологических и др.).

Силовая безопасность характеризует защищенность интересов предприятия и его работников от физических и моральных негативных воздействий. Эта составляющая экономической безопасности включает:

- обеспечение защиты имущества предприятия от хищений, порчи и других рисков;
- обеспечение физической безопасности сотрудников предприятия и их обучение умению распознавать опасности и принимать меры самозащиты;
- разработка мер по предотвращению мошенничества, краж и др.

Информационная безопасность отражает защищенность информационной среды и эффективность информационного обеспечения процесса управления на предприятии и предполагает:

- обеспечение программно-технической защиты от несанкционированного доступа к закрытой информации;
- обеспечение защиты от промышленного шпионажа;
- обеспечение безопасности поддержки связей с контрагентами;
- сбор, оценку, обработку информации, необходимой для обеспечения эффективного процесса управления предприятием, а также ее систематизацию и анализ.

Среднесрочная экономическая безопасность характеризует эффективность хозяйственной деятельности на основе рационального использования ресурсов предприятия в среднесрочной перспективе (до 1 года). При низком уровне среднесрочной безопасности предприятие может определенное время функционировать, в течение довольно короткого промежутка времени это обязательно приведет к потере платежеспособности предприятия.

Рассмотрим составляющие среднесрочной экономической безопасности.

Производственно-техническая безопасность отражает эффективность использования основных и оборотных средств предприятия в процессе осуществления им производственно-хозяйственной деятельности. Ключевыми задачами по обеспечению производственно-технической безопасности должны быть:

- проведение эффективной политики ресурсосбережения;
- обеспечение устойчивости сбытовой деятельности;
- обеспечение максимальной загрузки производственных мощностей;
- соблюдение надлежащего уровня качества продукции и др.

Кадровая безопасность характеризует эффективность использования персонала предприятия. Повышение эффективности работы персонала – главная задача по обеспечению кадровой безопасности. Персонал является одной из важнейших составляющих любой производственно-хозяйственной системы, следовательно, он требует особого внимания.

Планированием и управлением человеческими ресурсами должны заниматься соответствующие кадровые службы предприятия.

Задачи кадровой безопасности предприятия:

- стимулирование у сотрудников заинтересованности в обеспечении экономической безопасности;
- проведение эффективной политики в области заработной платы;
- тщательная проверка кандидатов на замещение вакантных должностей и др.

Коммерческая безопасность отражает эффективность маркетинговой и сбытовой деятельности предприятия, надежность взаимодействия с экономическими контрагентами. Уровень безопасности по этой составляющей определяется возможностью снижения рисков в сбытовой деятельности, в частности в процессе взаимодействия с поставщиками, торговыми посредниками и покупателями продукции предприятия, а также другими контрагентами.

К основным задачам по обеспечению коммерческой безопасности стоит отнести следующие:

- проведение эффективной политики ресурсного обеспечения;
- повышение уровня лояльности клиентов;
- обеспечение надежности взаимодействия с экономическими контрагентами;
- обеспечение своевременности выполнения обязательств по всем контрактам.

Правовая безопасность характеризует правовую защищенность интересов предприятия и его сотрудников. Ключевыми задачами по обеспечению экономической безопасности являются:

- контроль за выполнением действующего законодательства;
- систематическое отслеживание изменений в действующем законодательстве;
- юридическая проработка договорной документации;
- правовое обучение персонала;
- всестороннее правовое обеспечение всех функциональных составляющих экономической безопасности предприятия.

Долгосрочная экономическая безопасность характеризует возможности успешного функционирования предприятия в долгосрочной перспективе (3–5 лет). Для обеспечения этого вида безопасности необходимо использовать новейшие технологии и технику, иметь доступ к основным производственным ресурсам, обладать интеллектуальными ресурсами и т. п.) [2, 4].

Инновационно-технологическая безопасность характеризует степень соответствия уровня технологического развития предприятия научно-технологическому развитию других предприятий отрасли, региона, национальной экономики и мировой экономики.

К задачам по обеспечению инновационно-технологической безопасности следует отнести:

- непрерывный поиск внутренних резервов улучшения используемых технологий;
- систематический анализ применяемых на предприятии технологий на предмет соответствия современным мировым аналогам;
- прогнозирование тенденций развития научно-технологического процесса;
- проведение НИОКР по направлениям: ресурсосбережение; разработка принципиально новой продукции; совершенствование изготавливаемой продукции;
- разработка новых и совершенствование существующих технологий производства;
- контроль технологической дисциплины;
- получение патентов, лицензий и квот на использование природных ресурсов, прав на пользование землей и др.

Интеллектуальная безопасность характеризует эффективность использования интеллектуального потенциала предприятия, определяется квалификацией сотрудников, наличием условий труда, способствующих повышению профессиональных способностей персонала. К ключевым задачам по обеспечению интеллектуальной безопасности следует отнести:

- поддержание достаточного образовательного уровня работников;
- адаптация персонала ко всем видам нововведений;
- стимулирование изобретательской и рационализаторской активности;
- создание благоприятных условий для ведущих специалистов и др.

Рыночная безопасность отражает конкурентоспособность предприятия на отраслевом рынке, соответствие его маркетинговой стратегии основным рыночным тенденциям, возможности и перспективы реализации продукции предприятия на основе учета запросов и потребностей потребителей. Составным элементом рыночной безопасности является безопасность репутации предприятия. Репутация предприятия в современных условиях хозяйствования приобретает все большее значение. Так, любое ухудшение репутации предприятия, которое может произойти в результате определенных действий конкурентов или при любых других обстоятельствах, обязательно отразится на лояльности клиентов, в результате чего предприятие потеряет их, что в конце концов отразится на финансовых показателях предприятия и приведет к потере им стратегической безопасности.

Ключевыми задачами по обеспечению рыночной безопасности являются:

- разработка конкурентной стратегии предприятия на основе анализа внутренней и внешней среды;
- поиск рыночных ниш, не занятых конкурентами;
- разработка стратегии позиционирования продукции предприятия на рынке;
- создание и поддержание надлежащего уровня имиджа предприятия;
- обеспечение условий для создания благоприятной репутации продукции, изготавливаемой предприятием.

Экологическая безопасность характеризует способность предприятия осуществлять производственно-хозяйственную деятельность в соответствии с национальными и мировыми экологическими нормами. Для контроля за соблюдением норм минимально допустимого содержания вредных веществ, попадающих в окружающую среду, экологических параметров продукции, производимой на предприятии, должны создаваться соответствующие подразделения, которые будут осуществлять непрерывный контроль в данной сфере.

Понимание ключевых задач экономической безопасности предприятия высшим руководством в современных условиях является обязательным условием обеспечения эффективного функционирования предприятия. Анализ каждой из предложенных функциональных составляющих позволит выявить угрозы экономической безопасности и разработать общие рекомендации по формированию комплекса мер по их нейтрализации. Для комплексного анализа угроз необходимо проводить диагностику состояния безопасности по каждой предложенной составляющей, а по ее результатам разрабатывать комплекс мероприятий по повышению уровня экономической безопасности предприятия.

Таким образом, управление экономической безопасностью предприятия АПК должно носить системный и комплексный характер и опираться на совокупность теорий, принципов, функций, методов, которые применяются в процессе управления экономической безопасностью предприятий АПК.

#### Список источников

1. Горюхина Е.Ю., Литвинова Л.И. О системе управления экономической безопасностью предприятия // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: сборник научных статей 4-й Международной научно-практической конференции (Воронеж, 29 мая 2019 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 153–157.
2. Загвозкин М.В., Куксин С.В. Сущность и цели регионального планирования и развития // Повышение эффективности АПК в системе социально-ориентированного развития сельских территорий: сборник научных трудов ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России. Воронеж: ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2015. С. 135–137.
3. Закшевский В.Г., Чарыкова О.Г., Квасов А.Ю. Стратегирование социально-экономического развития агропромышленного комплекса региона // АПК: Экономика, управление. 2017. № 12. С. 13–23.
4. Попкова Е.В., Кучеренко О.И. Стратегическое планирование как фактор обеспечения экономической безопасности // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения: сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции (Курск, 30 июня 2017 г.). Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. С. 235–239.
5. Матюшкина И.А., Ковалева Н.Н. Экономическая безопасность в АПК // Экономика и региональное управление: сборник статей международной научно-практической конференции (Брянск, 06–07 декабря 2017 г.). Брянск: Брянский гос. университет, 2017. С. 241–244.
6. Меделяева З.П. Эффективный хозяйственный механизм как фактор успешного развития АПК // Социально-экономический потенциал развития аграрной экономики и сельских территорий: материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (11–15 марта 2019 г., Воронеж). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 356–360.
7. Терновых К.С., Леонова Н.В., Маркова А.Л. Сущность и содержание экономической эффективности сельскохозяйственного производства // International Agricultural Journal. 2019. № 4. С. 19.
8. Феодулова И.Ю., Коновалова С.Н. Оценка состояния экономической безопасности региона // Актуальные вопросы развития производства пищевых продуктов: технологии, качество, экология, оборудование, менеджмент и маркетинг: материалы II Всероссийской научно-практической конференции (Уссурийск, 01–02 марта 2018 г.). Уссурийск: Приморская ГСХА, 2018. С. 226–235.
9. Черных А.Н., Золотарева Н.А. Экономическая безопасность предприятия: критерии и показатели // Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса в условиях глобализации экономики: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. С. 146–151.
10. Яблоновская С.И., Козлобаева Е.А. К содержанию категорий «риск», «опасность» и «угроза» безопасности // Социально-экономический потенциал развития аграрной экономики и сельских территорий: материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (11–15 марта 2019 г., Воронеж). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 299–302.

#### References

1. Goryuhina E.Yu., Litvinova L.I. O sisteme upravleniya ekonomicheskoy bezopasnost'yu predpriyatiya [On the management system of economic security of an enterprise]. Politekonomicheskie problemy razvitiya sovremennykh agroekonomicheskikh sistem: sbornik nauchnykh statej 4-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii (Voronezh, 29 maya 2019 g.) [Political economic problems of the development of modern agro-economic systems: collection of scientific articles of the 4th International Scientific and Practical Conference (Voronezh, May 29, 2019)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2019:153-157. (In Russ.).
2. Zagvozhkin M.V., Kuskhin S.V. Sushchnost' i tseli regional'nogo planirovaniya i razvitiya [The essence and goals of regional planning and development]. Povysheniye effektivnosti APK v sisteme social'no-orientirovannogo razvitiya sel'skikh territorij: sbornik nauchnykh trudov FGBNU NIIEOAPK CCHR Rossii [Improving the efficiency of agriculture in the system of socially-oriented development of rural areas: collection of scientific papers of the Federal State Budgetary Research Institute of Economics and Organization of the AIC of the CChR of Russia]. Voronezh: FGBNU NIIEOAPK CCHR Rossii Press; 2015:135-137. (In Russ.).

3. Zakshevsky V.G., Charykova O.G., Kvasov A.Yu. Strategirovanie social'no-ekonomicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa regiona [Strategizing of social and economic development of regional Agro-Industrial Complex] // *APK: Ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*. 2017;12:13-23. (In Russ.).

4. Popkova E.V., Kucherenko O.I. Strategicheskoe planirovanie kak faktor obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti [Strategic planning as a factor of ensuring economic security]. Upravlenie social'no-ekonomicheskimi razvitiem regionov: problemy i puti ikh resheniya: sbornik nauchnykh statej 7-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kursk, 30 iyunya 2017 g.) [Management of socio-economic development of regions: problems and ways of solving: collection of scientific papers of the 7th International Scientific and Practical Conference (Kursk, June 30, 2017)]. Kursk: Universitetskaya kniga Press; 2017:235-239. (In Russ.).

5. Matyushkina I.A., Kovaleva N.N. Ekonomicheskaya bezopasnost' v APK [Economic security in the Agro-Industrial Complex]. *Ekonomika i regional'noe upravlenie: sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Bryansk, 06-07 dekabrya 2017 g.) [Economics and regional management: collection of papers of the International scientific and practical conference (Bryansk, 06-07 December 2017)]. Bryansk: Bryansk State University Press; 2017:241-244. (In Russ.).

6. Medelyaeva Z.P. Effektivnyj khozyajstvennyj mekhanizm kak faktor uspehnogo razvitiya APK [Effective economic mechanism as a factor of successful development of the Agro-Industrial Complex]. *Social'no-ekonomicheskij potentsial razvitiya agrarnoj ekonomiki i sel'skikh territorij: materialy nauchnoj i uchebno-metodicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov FGBOU VO Voronezhskij GAU* (11-15 marta 2019 g., Voronezh) [Socio-economic potential of the development of the agrarian economy and rural territories: Proceedings of the scientific and educational-methodical conference of the academic teaching staff, researchers and postgraduate students of Voronezh State Agrarian University (March 11-15, 2019, Voronezh)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2019:356-360. (In Russ.).

7. Ternovykh K.S., Leonova N.V., Markova A.L. Sushchnost' i sodержanie ekonomicheskoy effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva [The essence and content of economic efficiency of agricultural production]. *International Agricultural Journal*. 2019;4:19. (In Russ.).

8. Fedulova I.Yu., Konovalova S.N. Otsenka sostoyaniya ekonomicheskoy bezopasnosti regiona [Assessment of the state of economic security of the region]. *Aktual'nye voprosy razvitiya proizvodstva pishchevykh produktov: tekhnologii, kachestvo, ekologiya, oborudovanie, menedzhment i marketing: materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Ussuriysk, 01-02 marta 2018 g.) [Actual issues of food production development: technologies, quality, ecology, equipment, management and marketing: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference (Ussuriysk, March 01-02, 2018)]. Ussuriysk: Primorskaya State Agricultural Academy Press; 2018:226-235. (In Russ.).

9. Chernykh A.N., Zolotareva N.A. Ekonomicheskaya bezopasnost' predpriyatiya: kriterii i pokazateli [Economic security of the enterprise: criteria and indicators]. *Strategy of innovative development of the Agro-Industrial Complex in the conditions of economic globalization: Proceedings of the International scientific and practical conference*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2015:146-151. (In Russ.).

10. Yablonovskaya S.I., Kozlobaeva E.A. K sodержaniyu kategorij «risk», «opasnost'» i «ugroza» bezopasnosti [On the content of the categories «risk», «danger» and «threat» to security]. *Social'no-ekonomicheskij potentsial razvitiya agrarnoj ekonomiki i sel'skikh territorij: materialy nauchnoj i uchebno-metodicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov FGBOU VO Voronezhskij GAU* (11-15 marta 2019 g., Voronezh) [Socio-economic potential of the development of the agrarian economy and rural territories: Proceedings of the scientific and educational-methodical conference of the academic teaching staff, researchers and postgraduate students of Voronezh State Agrarian University (March 11-15, 2019, Voronezh)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2019:299-302. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

М.В. Загвозкин – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», mishzag@mail.ru.

С.Н. Коновалова – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksn.2011@yandex.ru.

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

M.V. Zagvozhkin, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, mishzag@mail.ru.

S.N. Konovalova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksn.2011@yandex.ru.

**Статья поступила в редакцию 18.02.2022; одобрена после рецензирования 23.03.2022; принята к публикации 29.03.2022.**

**The article was submitted 18.02.2022; approved after revision 23.03.2022; accepted for publication 29.03.2022.**

© Загвозкин М.В., Коновалова С.Н., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 339.133:338.433  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_190

**Перспективы развития рынка органических продуктов питания  
с учетом факторов потребительского спроса**

**Наталья Владимировна Банникова<sup>1✉</sup>, Наталья Валерьевна Воробьева<sup>2</sup>, Юлия Викторовна Орел<sup>3</sup>,  
Анжелика Рашитовна Байчерова<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

<sup>1</sup>nbannikova@mail.ru✉

**Аннотация.** Рынок органических продуктов питания отличается высокими темпами роста, которые в период пандемии COVID-19 даже ускорились. Однако уровень его развития в разных странах значительно различается. Представлены результаты исследования, выполненного с целью выявления установок и мотивов, формирующих спрос на органическую продукцию, и определения перспектив дальнейшего развития рассматриваемого сектора в развивающихся странах. Материал статьи основан на результатах анкетирования жителей Ставропольского края. С помощью использования вторичных данных проведен анализ сходства характеристик потенциальных потребителей на различных региональных рынках. Анализ структурирован в разрезе четырех ключевых регулируемых факторов, оказывающих воздействие на формирование потребительского спроса на органические продукты питания: информированность населения и степень доверия к системе сертификации; уровень доходов; цены на органическую продукцию; каналы сбыта. Продемонстрировано негативное влияние высокого уровня недоверия к эко-маркировке, методам стандартной рекламы, в том числе в условиях недостаточной информационной поддержки местных производителей органической продукции. Количественно охарактеризована зависимость между уровнем дохода на члена семьи и готовностью покупать органические овощи и фрукты. Рассмотрен разрыв между фактическим уровнем цен на органические продукты и ожиданиями потребителей. Аргументирована целесообразность на этапе становления рассматриваемого сегмента рынка фокусирования на местных каналах сбыта и коротких цепочках поставок, использования преимуществ интернет-торговли. Сформирован типичный профиль потенциального потребителя органических продуктов питания, доказано незначительное влияние на его характеристики региональной составляющей, что усиливает важность изучения и более широкого использования накопленного в различных регионах и странах опыта развития данного сегмента продовольственного рынка.

**Ключевые слова:** органические продукты питания, потребительский спрос, региональный рынок, интернет-торговля, анкетирование, коронавирус COVID-19.

**Для цитирования:** Банникова Н.В., Воробьева Н.В., Орел Ю.В., Байчерова А.Р. Перспективы развития рынка органических продуктов питания с учетом факторов потребительского спроса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 190–201. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_190-201](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_190-201).

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Perspectives for development of organic products market  
with consideration of consumer demand factors**

**Natalia V. Bannikova<sup>1✉</sup>, Natalia V. Vorobyeva<sup>2</sup>, Yuliya V. OreI<sup>3</sup>, Anzhelika R. Baicherova<sup>4</sup>**

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

<sup>1</sup>nbannikova@mail.ru✉

**Abstract.** The organic products market is notable for its high growth rate, which has even increased during the COVID-19 pandemic. However, the level of its development varies in different countries. There have been represented the results of research performed in order to identify the attitudes and motives that create the demand for organic products, and to determine further development prospects of the considered sector in the developing countries. The material of the article is based upon the results of questionnaire for the residents of Stavropol region. Secondary data was used to perform the similarity analysis of potential consumers in different regional markets. The analysis is structured in the context of four key adjustable factors, which have impact upon the creation of consumer demand for organic food products: population awareness and the degree of trust in certification system; income level; prices for organic products; sales channels. It has been shown that there exists negative impact of significant mistrust in eco-labelling and standard advertising methods under the conditions of insufficient informational support

for local organic products manufacturers. There has been provided quantitative dependence between the income per a family member and the willingness to purchase organic fruit and vegetables. There has been considered the gap between the actual price level for organic products and the expectations of consumers. It has been substantiated that during the formation stage of the considered market segment it is reasonable to focus on local sales channels, short supply chains and the advantages of Internet-trade use. There has been created the typical profile of a potential consumer of organic food products and it has been proved that its characteristics are insignificantly influenced by the regional component; this increases the importance of studying and wider use of the accumulated experience in the development of this food market segment in different regions and countries.

**Keywords:** organic food products, consumer demand, regional market, Internet-trade, questionnaire survey, COVID-19 corona virus.

**For citation:** Bannikova N.V., Vorobyeva N.V., Orel Yu.V., Baicherova A.R. Perspectives for development of organic products market with consideration of consumer demand factors. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):190-201. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_190-201](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_190-201).

## **В** ведение

Органическое сельское хозяйство является одним из наиболее молодых и перспективных секторов аграрного производства, на быстрые темпы роста которого указывают практически все авторы, характеризующие его развитие. Так, за последние 15 лет мировой рынок органической продукции вырос в 4 раза, расширившись также географически за счет присоединения более чем 70 стран [2]. По оценкам специалистов, в 2019 г. общая площадь сельскохозяйственных угодий, отведенных для производства органической продукции, во всем мире составила 72,3 млн га, количество производителей достигло 3,1 млн хозяйств, а объем продаж на рассматриваемом рынке превысил 106 млрд евро [17].

Значительные изменения, произошедшие в 2020 г. под влиянием пандемии COVID-19, коснулись и сектора органических продуктов питания. Однако в отличие от многих отраслевых рынков, рынок органических продуктов не только не сократился, но и испытал во многих странах осязаемый рост [9]. В частности, в США продажи продуктов, сертифицированных как органические, в 2020 г. увеличились на 12,8% и достигли рекордного уровня [15]. В 2021 г. этот рост продолжился, правда, менее быстрыми темпами [16]. Специалисты объясняют эту ситуацию рядом причин, среди которых главными являются повышение внимания к качеству ингредиентов, используемых дома при приготовлении пищи в условиях самоизоляции, более глубокое осознание взаимосвязи между питанием и здоровьем, отношение к потреблению эко-продуктов как к возможности восстановления естественного иммунитета.

По мнению экспертов, данная тенденция будет иметь продолжение и по окончании пандемии как тренд на потребление более здоровой продукции, на заботу об окружающей среде даже в условиях ограниченного роста доходов населения. Основанием для таких прогнозов является определенная устойчивость в поведении потребителей, а также накопленный разработчиками продовольственной политики опыт в борьбе с глобальными кризисами [5].

Прогнозируя дальнейшие перспективы развития рынка органических продуктов питания, следует учитывать, что он характеризуется определенной асимметрией: примерно 90% мировых продаж приходится на Северную Америку и Европу [3]. Именно в экономически развитых странах рассматриваемый рынок получил свое первоначальное развитие, был накоплен значительный опыт его нормативного регулирования. Исследователи отмечают, что в Северной Америке и Европе производство и продвижение экологически безопасных продуктов является высокодоходным и привлекательным видом агробизнеса [6]. Однако на фоне интенсивно растущего спроса в экономически развитых странах наметилась тенденция опережающего роста потребления органической сельскохозяйственной продукции по сравнению с расширением отведенных под ее выращивание площадей, что оказывает значительное влияние на географию поставок. Так, в настоящее время в тройку лидеров по числу производителей органической сельскохозяйственной продукции вошли Индия, Уганда и Эфиопия.

Таким образом, в развивающихся странах существуют два ключевых драйвера развития органического сельскохозяйственного производства: экспортные поставки и постепенное развитие внутреннего рынка. Оценить влияние и ближайшие перспективы использования первого драйвера в настоящее время довольно проблематично, так как пандемия COVID-19 негативным образом повлияла на состояние логистических цепочек, движение товарных потоков и рабочей силы. После полного открытия границ потребуется определенный восстановительный период, в течение которого прояснятся тенденции изменений в мировой торговле органической сельскохозяйственной продукцией, в полную силу заработают меры государственной поддержки экспортеров и т. д.

Что касается внутренних рынков органической продукции в развивающихся странах, то в настоящее время в данном сегменте также отмечается заметное оживление. В частности, по мнению председателя правления Союза органического земледелия С. Коршунова, в 2020 г. Россия вступила в стадию активного формирования внутреннего рынка органической продукции. Пока на Москву приходится более 90% продаж, причем значительная часть органической продукции – импортная [11]. Однако постепенно растут и региональные рынки сбыта, в том числе в результате увеличения числа потребителей, осознающих преимущества натуральных продуктов и уделяющих внимание экологической составляющей при выборе товара.

Целью данного исследования является выявление установок и мотивов, формирующих спрос на органическую продукцию, анализ сходства и различий потребительских предпочтений на региональных рынках, что является основой для оценки перспектив дальнейшего развития рассматриваемого сектора в развивающихся странах.

#### **Материалы и методы**

Материал статьи построен на сочетании методов анкетного опроса (первичного исследования) и описательного обзора (вторичного исследования), позволивших провести сравнительный анализ отношения респондентов различных регионов и стран к органической продукции, готовности и возможных условий ее приобретения.

Анкетный опрос был проведен авторами среди жителей Ставропольского края, к обработке было представлено 192 анкеты. Подробная характеристика методики проведения исследования, обоснования выборки, содержания анкеты, этапов обработки полученных результатов дана в монографии, подготовленной при участии авторов [1].

В рамках описательного обзора и сравнительного анализа рассмотрены результаты, полученные другими исследователями, по изучаемой проблеме. В ряде случаев обоснованным являлось прямое сопоставление, например, с результатами исследования, в котором выполнен анализ потребительского поведения населения в отношении органических продуктов питания на региональных рынках в Восточном Казахстане, Алтайском крае и регионе Варна в Болгарии [2]. Обоснованием объективности сравнения этих регионов со Ставропольским краем является сходство специализации (высокоразвитое сельское хозяйство, позволяющее обеспечивать продуктами не только местное население, но и осуществлять поставки в другие регионы и на экспорт), примерно одинаковый уровень жизни, преобладание лиц молодого возраста в составе принявших участие в опросе.

#### **Результаты и их обсуждение**

Обзор литературных источников по данной теме позволяет выделить следующие ключевые регулируемые факторы, оказывающие воздействие на формирование потребительского спроса на органические продукты питания:

- информированность населения и степень доверия к системе сертификации;
- уровень доходов;
- цены на органическую продукцию;
- каналы сбыта органической продукции.

Влияние этих факторов на потенциальных потребителей, взаимосвязь с социально-демографическими характеристиками респондентов изучены на материалах проведенного анкетирования.

Уровень информированности потребителей является особенно значимым фактором в тех странах, где данный рынок начал формироваться относительно недавно. В России создание организованного рынка органической продукции связывают с принятием соответствующих национальных стандартов и вступившим в силу с 01 января 2020 г. Федеральным законом № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Учитывая небольшой период действия этих документов, вполне объяснимо, что уровень осведомленности об их существовании невысок: проведенный опрос показал, что о них знают только 48,4% респондентов, причем, чем выше возраст и ниже уровень образования, тем осведомленность меньше.

Сам термин «органическая продукция» в нашей стране тоже пока не является устоявшимся, А.Ф. Чеха даже говорит в данном контексте о подмене понятий при проведении различных маркетинговых исследований [14]. Ответы на вопрос: «Какой продукт, по Вашему мнению, является органическим?» иллюстрируют эту ситуацию (рис. 1).

Очевидно, что больше всего граждане уверены в той продукции, которую вырастили самостоятельно на собственных участках (этот вариант выбрали даже городские жители – каждый четвертый из них).

Что касается респондентов, выбравших другие варианты ответов, то мужчины в большей степени воспринимают в качестве органических продукты «с зелеными листочками», надписями БИО, ОРГАНИК, ЭКО, а женщины – продукты с «хорошим составом» (без пищевых добавок, без генетически модифицированных составляющих и т. д.).

Специфическим феноменом российского рынка продуктов питания является понятие «фермерские продукты», которое можно рассматривать как стихийно сформировавшийся бренд. Опираясь на представление потребителей, что «фермерская» продукция (точнее, продукция хозяйств малых размеров) более полезна и натуральна, производители продовольствия зачастую используют данное название для привлечения покупателей. По оценкам экспертов, доля этих продуктов на рынке может достигать 15–30% [10]. С этой точки зрения рынок органических и т. н. «фермерских» продуктов в обыденном представлении выступает как единый рыночный сегмент.



Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Какой продукт, по Вашему мнению, является органическим?», %

Однако такой подход в определенной степени тормозит развитие внутреннего рынка подлинной органической продукции, что может быть преодолено путем повышения степени информированности потребителей и укрепления доверия к системе сертификации.

Данные опроса демонстрируют очень низкий уровень доверия к существующей системе сертификации продукции, которая должна гарантировать ее соответствие принятым стандартам. По результатам анкетирования выражают полное доверие меньше 5% респондентов, причем с возрастом степень недоверия растет (рис. 2).

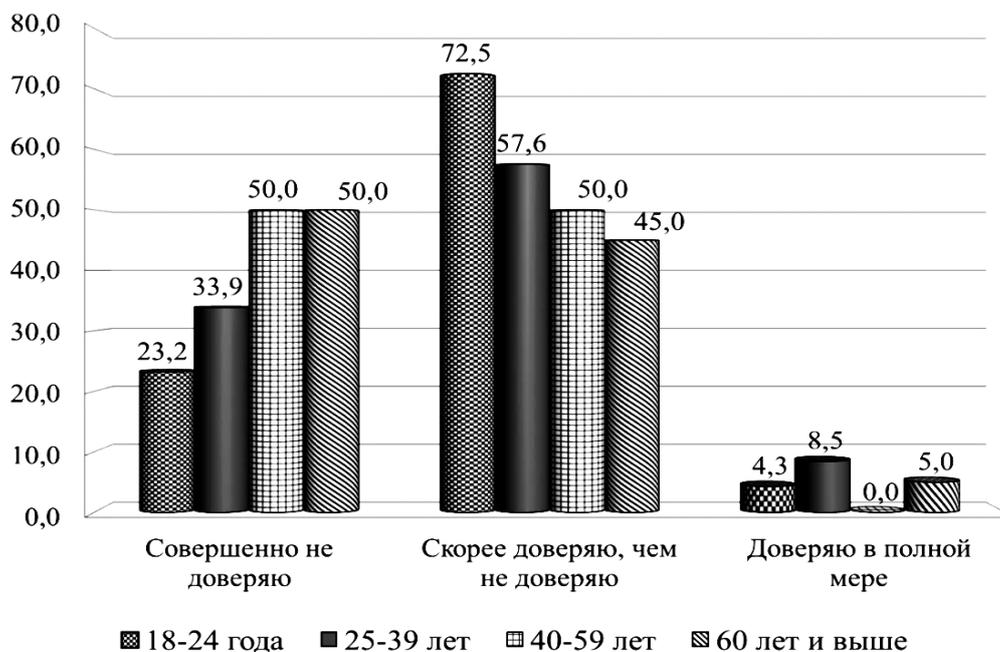


Рис. 2. Влияние возраста респондентов на уровень доверия к существующей в России системе сертификации продукции, %

Как следует из данных, приведенных на рисунке 2, уровень недоверия выше у мужчин (44,3%) и у жителей сельской местности (66,7%), он также увеличивается с ухудшением материального положения респондентов.

Отсутствие доверия является серьезной проблемой для развития рынка органических продуктов питания как в России, так и в других странах. С полным недоверием к маркировке, обозначающей эко-продукты, относится каждый пятый респондент в Казахстане, каждый четвертый – в Болгарии. Данные по Алтайскому краю полностью соответствуют данным по Ставрополью – абсолютное недоверие высказывает каждый третий участник опроса [2].

Большое значение для прогнозирования потребительского поведения имеет степень доверия к тем или иным производителям. Согласно данным опроса предпочитают импортные продукты 20,3% его участников (в первую очередь – молодежь, а также более обеспеченные в материальном отношении респонденты), продукты отечественного производства – 29,7%, местного производства – 50,0%. Причем в случае выбора продукции местных товаропроизводителей данные опроса в Алтайском и Ставропольском краях, а также в Болгарии очень близки.

В целом доверие потребителей к производителю является значимым фактором, что продемонстрировали ответы на вопрос «Что для вас, кроме цены, является важным в принятии решения о покупке продуктов питания (в том числе и органического происхождения)?». Доверие к производителю отметили почти 40% респондентов, знак сертификации оказался важным для 31% потребителей, а на первое место (76,6%) вышел

ответ «сведения о составе продукта». Обращает на себя внимание очень низкая значимость рекламы и рекомендаций продавца при покупке товаров (4,7% в обоих случаях), что свидетельствует о накопившихся проблемах в области маркетинговых коммуникаций.

Еще одним важнейшим фактором развития рынка органических продуктов питания является уровень доходов населения. Об этом свидетельствует наблюдающаяся на мировом рынке взаимосвязь между уровнем жизни в стране и потреблением органической продукции, хотя и здесь есть исключения. Например, эксперты оценивают степень развития рассматриваемого рынка как весьма низкую в такой экономически развитой стране, как Япония [13].

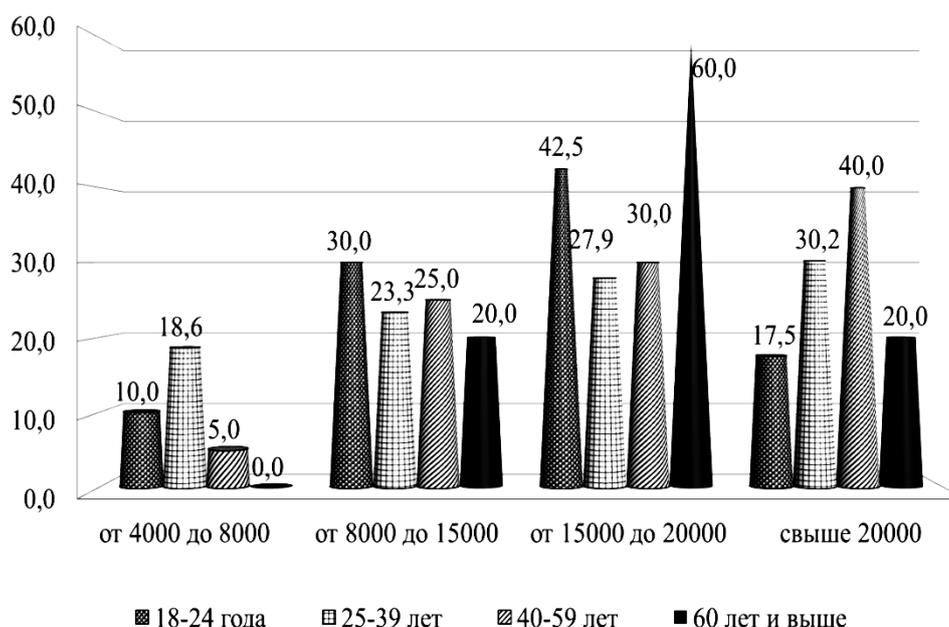
По информации специалистов в странах с достаточно большим уровнем потребления органических продуктов расходы на питание не превышают 16%, в то время как российский потребитель примерно треть своих доходов тратит на еду [2]. Поэтому вопрос анкеты «При каких доходах на члена семьи Вы будете покупать экологически чистые овощи и фрукты?» является одним из важнейших для оценки перспектив развития рынка органической продукции в целом, и его ключевого сегмента – органической плодоовощной продукции в частности. Ответы на него представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Ответы респондентов на вопрос о минимально необходимом уровне доходов, при котором потребители будут приобретать органические продукты, %**

Доход в расчете на 1 члена семьи в месяц, руб.	Пол респондентов		Всего
	женский	мужской	
От 4 000 до 8 000	12,3	9,4	11,5
От 8 000 до 15 000	28,4	18,8	25,7
От 15 000 до 20 000	35,8	37,5	36,3
Свыше 20 000	23,5	34,4	26,5

Данные таблицы 1 демонстрируют большую готовность женщин приобретать органическую продукцию даже при более низких доходах в отличие от мужчин.

Готовность приобретать органические овощи и фрукты различается также в зависимости от возраста респондентов (рис. 3).



**Рис. 3. Возрастные различия ответов респондентов на вопрос о готовности приобретать органическую продукцию, %**

Корреляционно-регрессионный анализ позволил установить зависимость между уровнем дохода на члена семьи и готовностью покупать экологически чистые овощи и фрукты. В результате получена следующая модель парной линейной регрессии:  $Y_1 = -13,52 + 4,44 X_1$ . Это означает, что при увеличении дохода на 1 тыс. руб. в расчете на члена семьи на 4,44 п.п. увеличивается доля потребителей, готовых покупать органическую плодоовощную продукцию. Для использования в целях прогнозирования выявленную зависимость целесообразно проверить, сопоставив результаты нескольких наблюдений. При этом следует учитывать отмеченную выше лояльность потребителей к органическим продуктам даже в период кризиса.

Намерение приобретать органическую плодоовощную продукцию, несмотря на то что ее цена может быть выше традиционной, выразили в среднем 59% респондентов. Анализ результатов опроса позволил сформировать «портрет» представителя целевой аудитории изучаемого сегмента рынка (табл. 2).

**Таблица 2. Типичный профиль потенциального потребителя органической сельскохозяйственной продукции**

Характеристики	В большей степени это...
Гендерные характеристики	Женщины (62%)
Демографические характеристики	Возраст от 25 до 39 (73%); для возрастной группы от 18 до 24 лет желание приобретать органическую продукцию (58%) ограничено недостаточным доходом
Образовательный уровень	Высшее (65%), среднее специальное (60%)
Уровень доходов	В соответствии с самооценкой «Хватает на проживание и полноценный отдых» (74%), на продукты питания тратят 30–40% своих доходов (67%)
Местожительство	Жители малых городов (71%), крупных городов (59%)
Потребительские предпочтения	Приобретение в специализированных торговых точках (32%), крупных супермаркетах и фирменных магазинах сельхозпредприятий (28%)

Аналогичные исследования, проведенные в Республике Беларусь, а также в странах Евросоюза, подтверждают полученные авторами результаты по гендерным, возрастным характеристикам, уровню образования и месту проживания потенциальных потребителей эко-продукции [2]. В указанных исследованиях особо подчеркивается ключевое значение двух факторов:

- уровня благосостояния;
- внутренней мотивации, связанной с заботой о здоровье.

Однако существует группа скептиков, которым несвойственна данная мотивация. При изучении мнения жителей Ставропольского края было установлено, что треть участников опроса при покупке не обращают внимание на то, является этот продукт органическим или нет. Каждый пятый мужчина и каждый пятый житель крупного города полагают, что потребление такой продукции существенно не улучшит состояние здоровья. Не связывают состояние здоровья с потреблением органической продукции в наибольшей степени молодые респонденты (особенно те, у кого нет детей), а с повышением возраста фактор поддержания здоровья с помощью качественного питания становится заметно более значимым.

И все же главным сдерживающим фактором для потребителей является материальная составляющая: 63,3% из тех, кто не согласен покупать экологически чистые

продукты питания в качестве причины выбрали ответ «Имею недостаточный доход, чтобы приобретать такую продукцию».

Таким образом, цена на продукты питания является для потребителей важнейшим фактором принятия решения о покупке. На вопрос анкеты: «Сколько, по Вашему мнению, должна стоить органическая продукция?» ответы распределились следующим образом:

- на 10–20% дороже, чем обычная – 59,9%;
- на 20–50% дороже, чем обычная – 31,8%;
- на 50–80% дороже, чем обычная – 5,2%;
- как минимум в 2 раза дороже – 3,1%.

Следует отметить, что полученные авторами в ходе анкетирования результаты, описывающие ожидания респондентов, полностью совпадают с данными консалтингового агентства «AppletonMayer», где охарактеризована готовность потенциальных потребителей покупать органические продукты. Эта готовность снижается с 60% при превышении цены на 10–25% до тех же 3% участников опроса при превышении цены в 2–5 раз [11]. Примерно сопоставимые цифры получены и в исследовании по поводу возможности приобретения органического меда при изменении его цены [8].

Е.В. Медведева и А.О. Меренков в своем исследовании приводят данные о фактическом соотношении цен на основные продукты в отечественных магазинах крупных торговых сетей и эко-магазинах, реализующих органическую продукцию [7]. Так, среднее превышение цен на органический картофель составляет 2,9 раза, на молоко и продукцию птицеводства – еще больше. В то же время цены на органические товары в развитых европейских странах обычно на 20–50% выше, чем на произведенные по традиционным технологиям. Очевидно, что важнейшим резервом роста рынка органической продукции является развитие соответствующих технологий, позволяющих снизить удельные затраты на производство эко-продукции, а также оказание государственной поддержки производителям. Большое значение имеет также оптимизация системы товародвижения этих продуктов, так как приобретение их непосредственно у сертифицированного производителя или при минимальном количестве посредников позволит ощутимо сократить большую торговую наценку.

При выборе каналов сбыта органической продукции следует учитывать мнение потенциальных потребителей. При ответе на вопрос о предпочтительных местах покупок, практически равное число сторонников (28–31%) получили 3 варианта ответов: «В магазинах экологически чистых продуктов (специально отведенных местах на рынке)»; «В фирменных магазинах сельхозпредприятий»; «В специальных отделах крупных сетевых магазинов». При этом женщины и пожилые люди в большей степени предпочитают специальные магазины или места на рынках, а мужчины и молодежь – супермаркеты. Притягательность специальных магазинов и супермаркетов также увеличивается с ростом материального благосостояния.

Немного меньше респондентов (21–27%) выбрали ответы: «В любых продуктовых магазинах»; «Место не имеет значения, главное, чтобы продукция была органической». Вариант ответа «Через доставку на дом» не имел много сторонников, так как опрос проводился непосредственно перед началом пандемии COVID-19 и данный канал не был еще таким распространенным и привычным для потребителей.

Если говорить о перспективах развития системы товародвижения органической продукции, то следует рассмотреть опыт европейских стран и США, описанный в работе [12]. На развитых внутренних рынках преобладает реализация органической продукции через супермаркеты, в том числе специализированные (71–90%). Продажи в небольших торговых точках несколько шире распространены в Великобритании, Италии,

Франции. Если говорить о менее развитых рынках, то интересным представляется опыт Японии, где расширение рынка органики во многом было связано с выращиванием органической продукции по договоренности (контракту) [13]. По-видимому, в условиях высокой степени недоверия, свойственной российским потребителям, выращивание по контракту и организация прямых продаж в той или иной форме имеют определенные перспективы.

Важнейшее значение в современных условиях приобретает интернет-торговля, которая обеспечивает непосредственное взаимодействие производителей и потребителей, что будет способствовать снижению цен на органические продукты питания. Исследование каналов продвижения в интернет-среде показало, что значительная доля посетителей сайтов интернет-магазинов, где реализуется органическая продукция, являются постоянными клиентами, лояльными к предприятию [4]. Постепенное улучшение информированности потребителей, популяризация потребления органических продуктов питания будут способствовать дальнейшему развитию этой формы торговли с использованием интернет-посредников, агрегаторов товарных предложений, различных форм кооперации как производителей, так и потребителей.

### **Выводы**

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что перспективы развития рынка органических продуктов питания связаны с целенаправленным воздействием на факторы, оказывающие влияние на формирование потребительского спроса.

Фактор информированности имеет большое значение для укрепления приверженности к ценностям здорового образа жизни, охраны окружающей среды, а также доверия к системе регулирования органического сельского хозяйства, и прежде всего – сертификации. При выборе способов информирования потенциальных потребителей следует принимать во внимание тот факт, что методы стандартной рекламы практически не вызывают доверия у граждан. Учитывая позитивное отношение к продуктам питания местного производства, перспективным для развития регионального рынка органической продукции может стать организация доступа желающих на предприятия, проведение мероприятий демонстрационного характера, другие формы информационной поддержки имиджа производителей органических продуктов питания.

Фактор благосостояния потенциальных потребителей является важнейшим для данного рынка. При доходах от 4 до 8 тыс. руб. в месяц на члена семьи расходовать средства на приобретение органических овощей и фруктов готовы только 11,5% из тех, кто считает целесообразным их приобретение. Однако при повышении доходов доля потенциальных потребителей органической продукции растет. Расчеты показали, что увеличение дохода на 1 тыс. руб. может способствовать росту готовности к покупкам на 4,44 п.п. Для определения перспектив развития рассматриваемого сегмента продовольственного рынка целесообразно построение моделей потенциального изменения платежеспособного спроса, учитывающих не только прогноз роста доходов населения, но и степень эластичности спроса на органическую продукцию в контексте укрепления приверженности к ценностям здорового образа жизни, которая упрочилась в условиях пандемии COVID 2019.

С фактором благосостояния потенциальных потребителей тесно связан фактор цен на органические продукты питания, уровень которых в России в настоящее время очень высок. При этом участники опроса считают, что органическая продукция не должна стоить дорого (почти 2/3 респондентов убеждены, что она должна стоить всего на 10–20% дороже, чем обычная). Однако в условиях недостаточной степени развития экологически чистых технологий производство сельскохозяйственной продукции без

использования средств химического происхождения не может быть высокопродуктивным, а соответственно – малозатратным. Поэтому в данной сфере нужны различные формы государственной поддержки производителей органической продукции (прежде всего, начинающих), связанные с бесплатной сертификацией, привлечением инвестиций, финансированием научных разработок.

Снижение цен на органическую продукцию также в значительной степени зависит от фактора развития и совершенствования каналов сбыта. На этапе становления рассматриваемого сегмента рынка целесообразно фокусирование на местных каналах сбыта и коротких цепочках поставок, использовании преимуществ интернет-торговли. Сотрудничество с крупными агрегаторами и торговыми сетями целесообразно на первом этапе для продукции премиум-класса. При этом важным условием является отдельное позиционирование продукции улучшенного качества в розничных торговых сетях для ее быстрого нахождения массовым потребителем.

Проведенный сравнительный анализ продемонстрировал незначительное влияние региональной составляющей. Например, по тем позициям, которые проанализированы в опросе, данные по Алтайскому краю во многом соответствуют данным по Ставрополью. Наблюдается также целый ряд совпадений и в межстрановых сравнениях.

Таким образом, сформированный в исследовании «портрет» потенциального потребителя органической сельскохозяйственной продукции можно считать типичным профилем, и для развития рынка органических продуктов на региональном уровне следует изучать и шире использовать накопленный в различных регионах и странах опыт расширения данного сегмента продовольственного рынка.

---

**Список источников**

1. Банникова Н.В., Тельнова Н.Н., Измалков С.А. и др. Экономическая оценка производства органической продукции овощеводства и плодородства на территории Ставропольского края: монография. Ставрополь: ООО «Секвойя», 2019. 289 с.

2. Благов В.И., Шустова Е.П., Мищенко И.В. Сравнительный анализ влияния ключевых факторов на потребительское поведение населения в отношении биопродукции на региональных рынках // Экономика. Профессия. Бизнес. 2020. № 2. С. 14–24. DOI: 10.14258/erb201967.

3. Давыденко Л.Н. Институциональные условия формирования спроса на рынке органических продуктов питания // Агротуризм – 2020: новые поколения – новые тренды: материалы Международной

научно-практической конференции (11 декабря 2020 г., Минск). Минск: Белорусский государственный университет, 2020. С. 20–27.

4. Еременко Ю.А. Выбор каналов продвижения органической продукции в интернет-среде // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7, № 3. С. 151–161. DOI: 10.15688/re.volsu.3.16.

5. Ермолаева Ю.В. Зеленые рабочие места и вызовы COVID-19 в мире // Инновации и инвестиции. 2020. № 10. С. 34–40.

6. Коротких А.А. Основные каналы прямого сбыта сельскохозяйственной продукции в США // США & Канада: экономика – политика – культура. 2021. Т. 51, № 8. С. 108–126. DOI: 10.31857/S268667300016031-4.

7. Медведева Е.В., Меренков А.О. Тенденции развития рынка органической продукции в России // Приоритетные направления развития регионального экспорта продукции АПК: материалы Международной научно-практической конференции (13–20 ноября 2019 г., Красноярск). Красноярск: Красноярский ГАУ, 2019. С. 80–85.

8. Митина Э.А., Дубко А.С. Исследование ценовых предпочтений потребителей органического меда в регионе // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4(29). С. 120–127. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-120-127.

9. Пивоваров В.Ф., Мещерякова Р.А., Сурихина Т.Н., Тареева А.А. Мировая экономика и овощеводство России в условиях пандемии COVID-19 (итоги 2020 года и перспективы восстановления) // Овощи России. 2021. № 3. С. 5–14. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-3-5-14.

10. Пискунова Е.Е. Специфика рынка фермерских продуктов в России // Актуальные проблемы современной науки: состояние, тенденции развития: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции (15 ноября 2019 г., Черкесск). Черкесск: Библиотечно-издательский центр ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», 2019. С. 151–155.

11. Потенциал России в органическом сельском хозяйстве реализован лишь на 1 процент // Союз органического земледелия. URL: <https://soz.bio/potencial-rossii-v-organicheskom-sel/> (дата обращения: 01.09.2021).

12. Разин А.Ф., Мещерякова Р.А., Разин О.А., Шатилов М.В., Сурихина Т.Н., Телегина Г.А. Эффективность органического сельского хозяйства в России // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (13). С. 40–48. DOI: 10.17022/rb2e-1407.

13. Таранов И.Н., Ажибеков А.А. Опыт Японии в развитии органического сельского хозяйства // Известия вузов Кыргызстана. 2019. № 8. С. 57–61. DOI: 10.26104/IVK.2019.45.557.

14. Чеха А.Ф. Органическая продукция: основные тенденции развития рынка // Наука без границ. 2021. № 3 (55). С. 84–90.

15. Organic food sales hit record high in 2020. Food Business News. URL: <https://www.foodbusinessnews.net/articles/18699-organic-food-sales-hit-record-high-in-2020> (дата обращения: 01.09.2021).

16. Organic fresh produce sales up 4 percent in Q2 2021. Blue Book Services. URL: <https://www.producebluebook.com/2021/07/16/organic-fresh-produce-sales-up-4-percent-in-q2-2021> (дата обращения: 15.09.2021).

17. The World of Organic Agriculture 2021 - Statistics and Emerging Trends. URL: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf> (дата обращения: 15.09.2021).

## References

1. Bannikova N.V., Tel'nova N.N., Izmalkov S.A., et al. Ekonomicheskaya otsenka proizvodstva organicheskoy produktsii ovoshchevodstva i plodovodstva na territorii Stavropol'skogo kraya [Economic assessment of the production of organic vegetable and fruit growing products in the Stavropol Territory]. Stavropol': Sekvoyaya Press; 2019. 289 p. (In Russ.).

2. Blagoev V.I., Shustova E.P., Mishchenko I.V. Sravnitel'nyj analiz vliyaniya klyuchevykh faktorov na potrebitel'skoe povedenie naseleniya v otnoshenii bioproduktsii na regional'nykh rybnkakh [Comparative analysis of the key factors influence on consumer behaviour of the population in relation to bioproducts in regional markets]. *Ekonomika. Professiya. Biznes = Economics. Profession. Business*. 2020;2:14-24. DOI: 10.14258/epb201967. (In Russ.).

3. Davydenko L.N. Institutsional'nye usloviya formirovaniya sprosa na rynke organicheskikh produktov pitaniya [Institutional conditions for the formation of demand in the organic food market]. *Agroekoturizm-2020: novye pokoleniya – novye trendy: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Farm tourism-2020: new generations need new trends: Proceedings of International scientific and practical conference (December 11, 2020, Minsk)]. Minsk: Belarusian State University Press; 2020: 20-27. (In Russ.).

4. Eremenko Yu.A. Vybor kanalov prodvizheniya organicheskoy produktsii v internet-srede [Selection of promotion channels for organic products in the Internet environment]. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii = Regional Economy. South of Russia*. 2019;7(3):151-161. DOI: 10.15688/re.volsu.3.16. (In Russ.).

5. Ermolaeva Yu.V. Zelenye rabochie mesta i vyzovy COVID-19 v mire [Green jobs and COVID-19 challenges around the world]. *Innovatsii i investitsii = Innovation & Investment*. 2020;10:34-40. (In Russ.).

6. Korotkikh A.A. Osnovnye kanaly pryamogo sbyta sel'skokhozyaystvennoj produktsii v SSHA [Major direct marketing channels for U.S. agricultural products]. *SShA i Kanada: ekonomika, politika, kul'tura = USA & Canada: Economics – Politics – Culture*. 2021;51(8):108-126. DOI:10.31857/S268667300016031-4. (In Russ.).

7. Medvedeva E.V., Merenkov A.O. Tendentsii razvitiya rynka organicheskoy produktsii v Rossii [Trends in the development of the organic products market in Russia]. *Prioritetnye napravleniya razvitiya regional'nogo*

eksporta produktov APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Priority directions for the development of regional exports of agricultural products: Proceedings of the International scientific and practical conference]. Krasnoyarsk; 2019:80-85. (In Russ.).

8. Mitina E.A., Dubko A.S. Issledovanie tsenovykh predpochtenij potrebitelej organicheskogo meda v regione [Research of price preferences of organic honey consumers in the region]. *Agrarnyj vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2019;4(29):120-127. DOI: 10.35523/2307-5872-2019-29-4-120-127. (In Russ.).

9. Pivovarov V.F., Meshcheryakova R.A., Surikhina T.N., Tareeva A.A. Mirovaya ekonomika i ovoshchevodstvo Rossii v usloviyakh pandemii COVID-19 (itogi 2020 goda i perspektivy vosstanovleniya) [The global economy and vegetable growing in Russia in the context of the COVID-19 pandemic (results of 2020 and prospects for recovery)]. *Ovoshchi Rossii = Vegetables Crops in Russia*. 2021;(3):5-14. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-3-5-14. (In Russ.).

10. Piskunova E.E. Spetsifika rynka fermerskikh produktov v Rossii [The specifics of the market of farm products in Russia]. Aktual'nye problemy sovremennoy nauki: sostoyanie, tendentsii razvitiya: sbornik materialov III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual problems of modern science: state, development trends: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (November 15, 2019, Cherkessk)]. Cherkessk: North Caucasian State Academy Press; 2019:151-155. (In Russ.).

11. Potentsial Rossii v organicheskom sel'skom khozyaystve realizovan lish' na 1 protsent. Soyuz organicheskogo zemledeliya [Russia's potential in organic agriculture is realized only by 1 percent. Union of Organic Farming]. URL: <https://soz.bio/potencial-rossii-v-organicheskom-sel/>. (In Russ.).

12. Razin A.F., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Shatilov M.V., Surikhina T.N., Telegina G.A. Effektivnost' organicheskogo sel'skogo khozyaystva v Rossii [Efficiency of organic agriculture in Russia]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Chuvash State Agricultural Academy*. 2020;2(13):40-48. DOI: 10.17022/rb2e-1407. (In Russ.).

13. Taranov I.N., Azhibekov A.A. Opyt Yaponii v razvitiy organicheskogo sel'skogo khozyaystva [Japan's experience in the development of organic agriculture]. *Izvestiya vuzov Kyrgyzstana = Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*. 2019;8:57-61. DOI: 10.26104/IVK.2019.45.57. (In Russ.).

14. Chekha A.F. Organicheskaya produktsiya: osnovnye tendentsii razvitiya rynka [Organic products: key market trends]. *Nauka bez granits = Science Without Borders*. 2021;3(55):84-90. (In Russ.).

15. Organic food sales hit record high in 2020. Food Business News. URL: <https://www.foodbusinessnews.net/articles/18699-organic-food-sales-hit-record-high-in-2020>

16. Organic fresh produce sales up 4 percent in Q2 2021. Blue Book Services. URL: <https://www.producebluebook.com/2021/07/16/organic-fresh-produce-sales-up-4-percent-in-q2-2021>

17. The World of Organic Agriculture 2021. Statistics and Emerging Trends. URL: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf>.

#### **Информация об авторах**

Н.В. Банникова – доктор экономических наук, профессор кафедры предпринимательства и мировой экономики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [nbannikova@mail.ru](mailto:nbannikova@mail.ru).

Н.В. Воробьева – кандидат экономических наук, доцент кафедры предпринимательства и мировой экономики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [vorobeveva1979@mail.ru](mailto:vorobeveva1979@mail.ru).

Ю.В. Орел – кандидат экономических наук, доцент кафедры предпринимательства и мировой экономики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [yuliyats@mail.ru](mailto:yuliyats@mail.ru).

А.Р. Байчерова – кандидат экономических наук, доцент кафедры предпринимательства и мировой экономики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [corsta@mail.ru](mailto:corsta@mail.ru).

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

N.V. Bannikova, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Entrepreneurship and World Economy, Stavropol State Agrarian University, [nbannikova@mail.ru](mailto:nbannikova@mail.ru).

N.V. Vorobyeva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Entrepreneurship and World Economy, Stavropol State Agrarian University, [vorobeveva1979@mail.ru](mailto:vorobeveva1979@mail.ru).

Yu.V. Orel, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Entrepreneurship and World Economy, Stavropol State Agrarian University, [yuliyats@mail.ru](mailto:yuliyats@mail.ru).

A.R. Baicherova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Entrepreneurship and World Economy, Stavropol State Agrarian University, [corsta@mail.ru](mailto:corsta@mail.ru).

**Статья поступила в редакцию 08.12.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 11.02.2022.**

**The article was submitted 08.12.2021; approved after revision 28.01.2022; accepted for publication 11.02.2022.**

© Банникова Н.В., Воробьева Н.В., Орел Ю.В., Байчерова А.Р., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_202

**Ценовая конъюнктура на российском рынке молока**

**Вера Сергеевна Конкина<sup>1✉</sup>, Александр Владимирович Шемякин<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

<sup>1</sup>konkina\_v@mail.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Сельское хозяйство в целом и молочное производство в частности являются важнейшими звеньями не только агропромышленного комплекса, но и всей российской экономики и вносят значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны. Рассматривается современная ситуация на молочном продовольственном рынке с точки зрения потребительского спроса и производственного предложения. Информационной базой для оценки текущей ситуации послужили данные Росстата, Таможенной службы и Национального союза производителей молока (Союзмолоко). Проведенное исследование выявило произошедшие трансформационные процессы в отрасли, приведшие к резкому снижению доли малых форм хозяйствования при росте доли крупных сельхозтоваропроизводителей. Несмотря на то что лидеры рынка продолжают активно увеличивать мощности, масштабы отечественной молочной отрасли недостаточны для удовлетворения текущих потребностей и, как следствие, растут объемы внешнеторговых операций, тем более что мировая ценовая конъюнктура способствует наращиванию экспорта и импорта молока. Представлены результаты анализа ценовой конъюнктуры, формирующейся под влиянием факторов развития молочной отрасли, внешнеэкономических операций и государственной поддержки, а также ретроспективного анализа ценовой конъюнктуры производителей и потребителей молока. Выявлен возрастающий тренд индексов цен как для потребителей, так и для производителей молока. По мнению авторов, данная тенденция будет усиливаться и прежде всего за счет внутренних факторов – доли импортной составляющей в себестоимости молока и сокращения масштабов молочной отрасли. Нестабильный курс национальной валюты и значительное снижение поголовья коров будут и дальше оказывать влияние на рост цен и снижение доступности молока для населения. Определены причины неустойчивой рыночной конъюнктуры и предложены механизмы снижения волатильности на молочном продовольственном рынке: государственная поддержка отрасли, увеличение поголовья коров, строительство производственной и перерабатывающей инфраструктуры и др.

**Ключевые слова:** молочная отрасль, молоко, ценовая конъюнктура, экспорт молока, импорт молока, продовольственный рынок

**Для цитирования:** Конкина В.С., Шемякин А.В. Ценовая конъюнктура на российском рынке молока // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 202–212. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_202](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_202)–212.

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Pricing environment in the Russian milk market**

**Vera S. Konkina<sup>1✉</sup>, Aleksandr V. Shemyakin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

<sup>1</sup>konkina\_v@mail.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** Agriculture in general and the dairy industry in particular are important sectors of the Russian economy that make a significant contribution to ensuring the country's food security. The authors consider the current situation in the dairy food market from the point of view of consumer demand and production supply. The information base for assessing the current situation was the data provided by the Federal State Statistics Service (Rosstat), the Customs Service and the National Union of Milk Producers (Soyuzmoloko). The conducted research revealed the transformational processes that have taken place in the industry and led to a sharp decrease in the share of small forms of enterprises with an increase in the share of large agricultural producers. Despite the fact that market leaders continue to actively increase their capacities, the scale of the domestic dairy industry is insufficient to meet the current needs. As a result, the volume of foreign trade operations is growing, especially since the global pricing environment contributes to the increase in exports and imports of milk. The authors present the results of analysis of the pricing environment, which is formed under the influence of factors of development of the dairy industry, foreign economic operations and state support, as well as the retrospective

analysis of the pricing environment of milk producers and consumers. An increasing trend of price indices for both milk consumers and producers is revealed. According to the authors, this trend will be aggravated, first of all, due to internal factors, i.e. the share of the import component in the cost of milk and the reduction in the scale of the dairy industry. The unstable exchange rate of the national currency and a significant decrease in the number of cows will continue to contribute to rising prices and decreasing availability of milk for the population. The authors have determined the causes of unstable market conditions and proposed the mechanisms for reducing the volatility in the dairy food market, e.g. state support for the industry, increase in the number of cows, construction of production and processing infrastructure, etc.

**Key words:** dairy industry, milk, pricing environment, milk export, milk import, food market

**For citation:** Konkina V.S., Shemyakin A.V. Pricing environment in the Russian milk market. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):202-212. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_202-212](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_202-212).

Сельское хозяйство в целом и молочное производство в частности являются важнейшими звеньями не только агропромышленного комплекса, но и всей российской экономики и вносят значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны. Молочная отрасль производит полезный продукт питания для населения, а также поставляет сырье для других отраслей перерабатывающей промышленности, в связи с этим развитию этой отрасли уделяется особо пристальное внимание как на государственном, так и на региональном уровнях.

Молочная отрасль в настоящее время развивается в соответствии с поставленными целями и задачами и сложившимися к настоящему времени трендами. По итогам 2020 г. производство молока в России увеличилось на 2,7% (по сравнению с 2019 г.) и достигло 32,2 млн тонн [12]. Эти показатели признаны лучшими за последние 10 лет.

Анализ статистических данных свидетельствует о том, что в молочной отрасли произошли трансформационные процессы, приведшие к резкому снижению доли малых форм хозяйствования при росте доли крупных сельхозтоваропроизводителей. Несмотря на то что лидеры рынка продолжают активно увеличивать мощности, масштабы отечественной молочной отрасли недостаточны для удовлетворения текущих потребностей.

Представлены результаты ретроспективного анализа ценовой конъюнктуры производителей и потребителей молока, а также динамического анализа состояния молочной отрасли с точки зрения потребительского спроса и производственного предложения с целью определения триггеров, уравнивающих их значения на продовольственном рынке.

Потребление молока в РФ остается стабильным на протяжении практически 25 лет (рис. 1) и составляет 220–250 кг в год на душу населения и заметно отстает от рекомендованных норм в 325 кг [12].

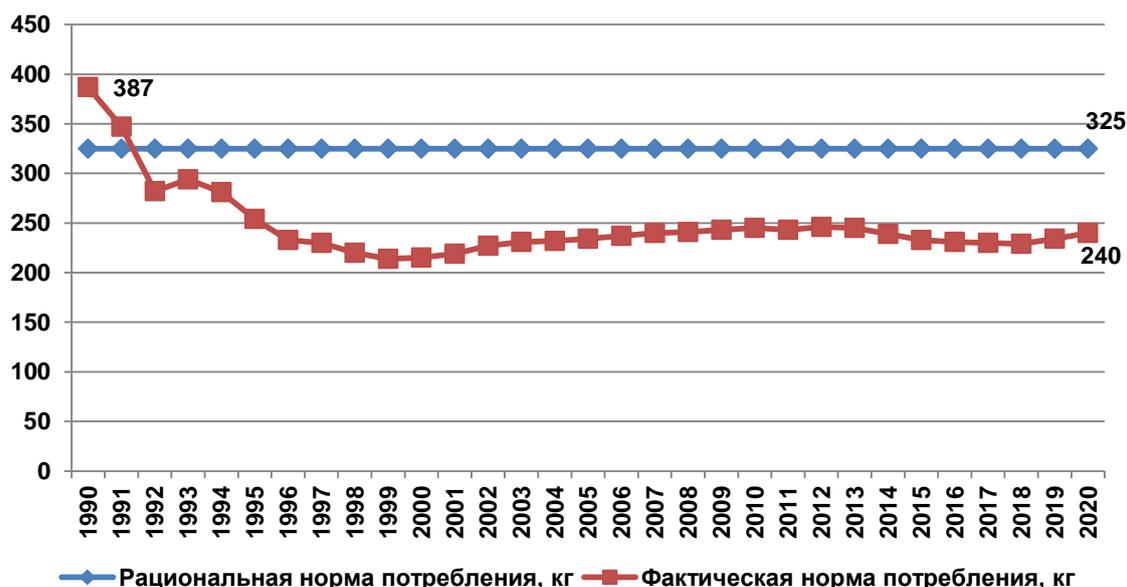


Рис. 1. Рациональные и фактические нормы потребления молока и молочных продуктов в РФ на 1 человека в год в 1990–2020 гг., кг [12]

Вместе с тем медицинские работники дают весьма противоречивые рекомендации по потреблению молока и молочных продуктов. С одной стороны, настаивают не только на обязательном включении молока в рацион питания россиян, но и на значительном увеличении объемов его потребления. В качестве аргументов приводят примеры советского образа жизни, когда практически каждый гражданин потреблял рекомендованную норму, и нация не в пример современной была здоровее [10].

В подтверждение тезиса о пользе молока можно привести положительные примеры потребления молочной продукции в странах Европы: жители Норвегии, Швеции, Финляндии потребляют около 400 кг молока на душу населения в год. Прием таких повышенных норм легкоусвояемых белков, жиров, минералов, витаминов, макро- и микроэлементов, содержащихся в молоке, обеспечивает среднюю продолжительность жизни более 80 лет (Швеция – 81,7, Норвегия – 81,45, Финляндия – 80,63). С другой стороны, в современной медицинской практике растет количество сторонников полного отказа от молока. По мнению некоторых специалистов (диетологов, аллергологов и др.), лактоза, содержащаяся в натуральном коровьем молоке и молочных продуктах, может быть вредна для организма взрослого человека. Все чаще слышатся мнения о том, что современному городскому жителю следует отказаться от молока в пользу растительных субститутов [10].

Вместе с тем на потребление молока в России оказывают влияние не только мода и течения в медицине, но и доходы населения. Связь между ростом потребностей, зарплаток и доходов определяет главное содержание жизни массы людей [1]. Покупательская способность по молоку – это литраж, который может быть приобретен на среднедушевые доходы. В соответствии с представленными статистическими данными покупательская способность демонстрирует понижающий тренд (рис. 2).

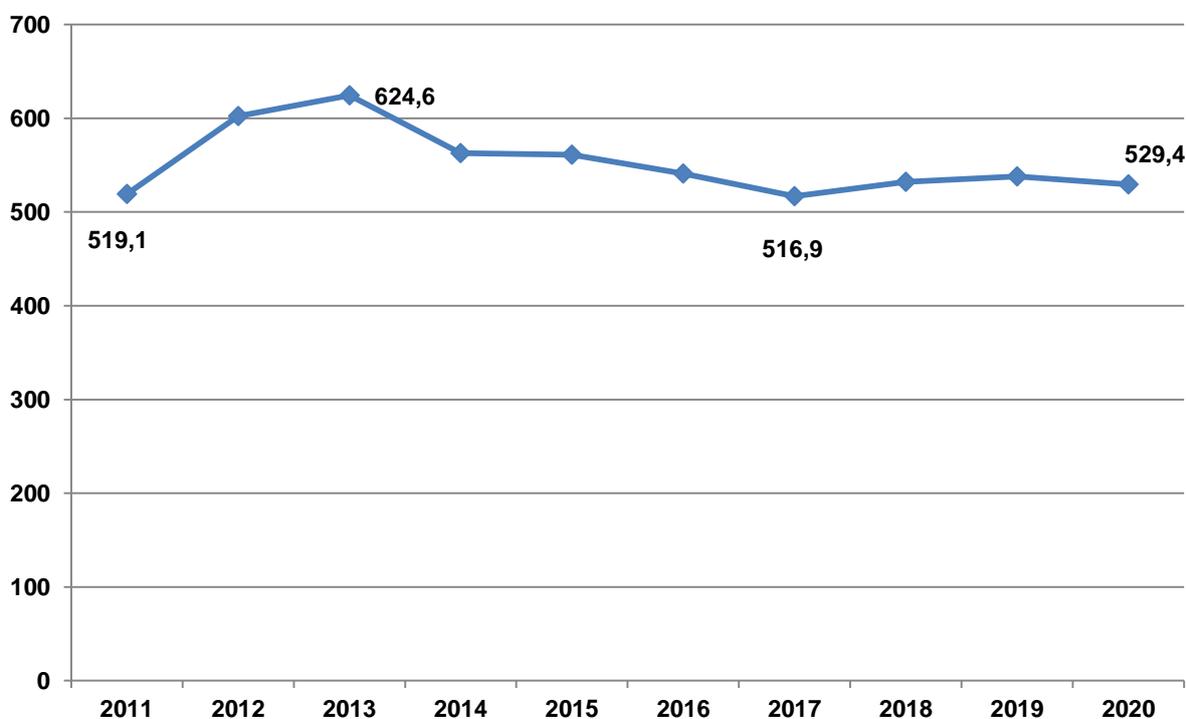


Рис. 2. Покупательская способность среднедушевых денежных доходов населения при покупке молока за 2011–2020 гг., л [12]

В 2020 г. данный показатель составил 529,4 л, что ниже на 8,5 л, чем в 2019 г. Такое значительное снижение показателя обусловлено продовольственной инфляцией, которая, по заявлению главы Банка России Эльвиры Набиуллиной, имеет двузначное значение. Отметим, что максимально низкое значение покупательской способности денежных доходов населения было зафиксировано в 2017 г. – 516,9 л, а максимально высокое было отмечено в 2013 г. – 624,6 л. Такие колебания были обусловлены тем, что именно в этот период был зафиксирован экстремум импорта – 9455,1 тыс. т. Прилавки российских магазинов наводнила дешевая импортная молочная продукция, которая способствовала ценовой коррекции, росту покупательской способности денежных доходов населения и, как следствие, росту потребления молочной продукции [7].

Анализ ценовой конъюнктуры свидетельствует о ее плавном росте у производителей и потребителей молока, при этом она не выходила за пределы средних многолетних значений. К концу 2020 г. средняя розничная цена на молоко и молокопродукты была на 2,2% выше, чем годом ранее (рис. 3).

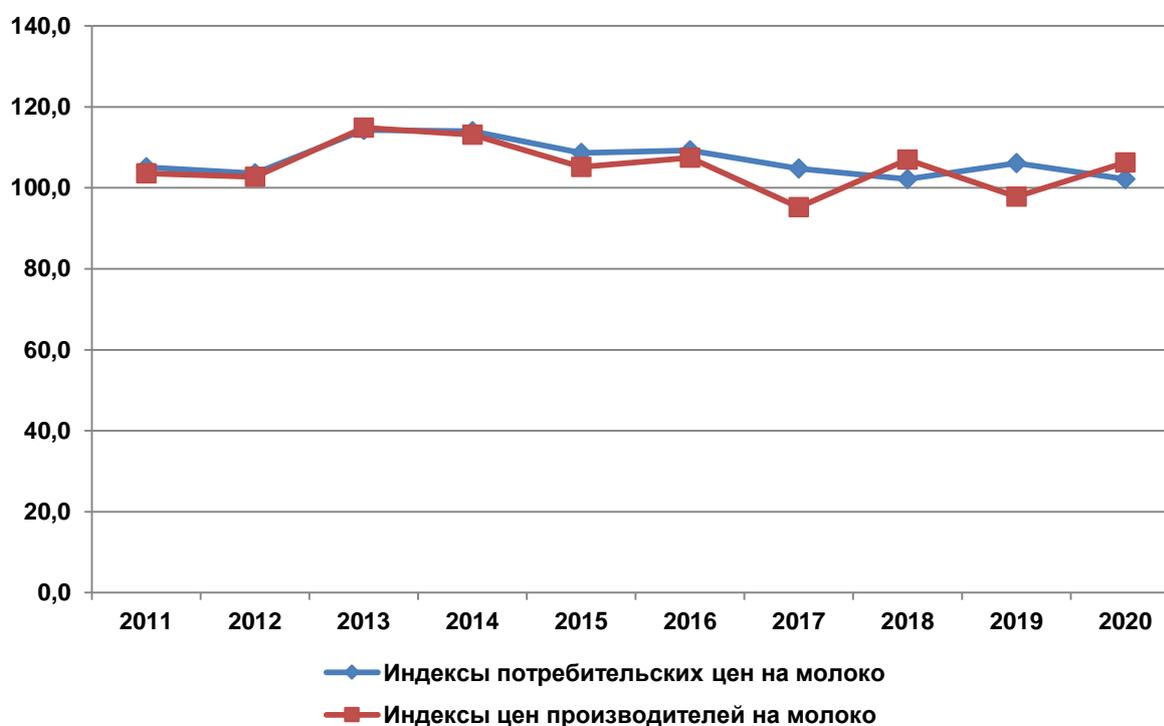


Рис. 3. Индексы цен на молоко и молокопродукты в РФ в 2011–2020 гг., % к предыдущему периоду [12]

Внутренняя ценовая конъюнктура формируется не только соотношением спроса и предложения на отечественном продовольственном рынке, но и внешнеторговыми ценами. «Всплеск» средних цен импорта (рис. 4) пришелся на 2011–2013 гг. Именно этот период характеризуется высокой долей импорта, относительной стабильностью курса национальной валюты, а также ростом реальных располагаемых доходов, поэтому импортные цены не смогли существенно повлиять на формирование цены на внутреннем российском молочном рынке [8, 9].

Проведенный анализ не позволил установить ни понижающего, ни повышающего тренда экспортной составляющей в балансе ресурсов, поскольку на данную статью приходится не более 1,5%.

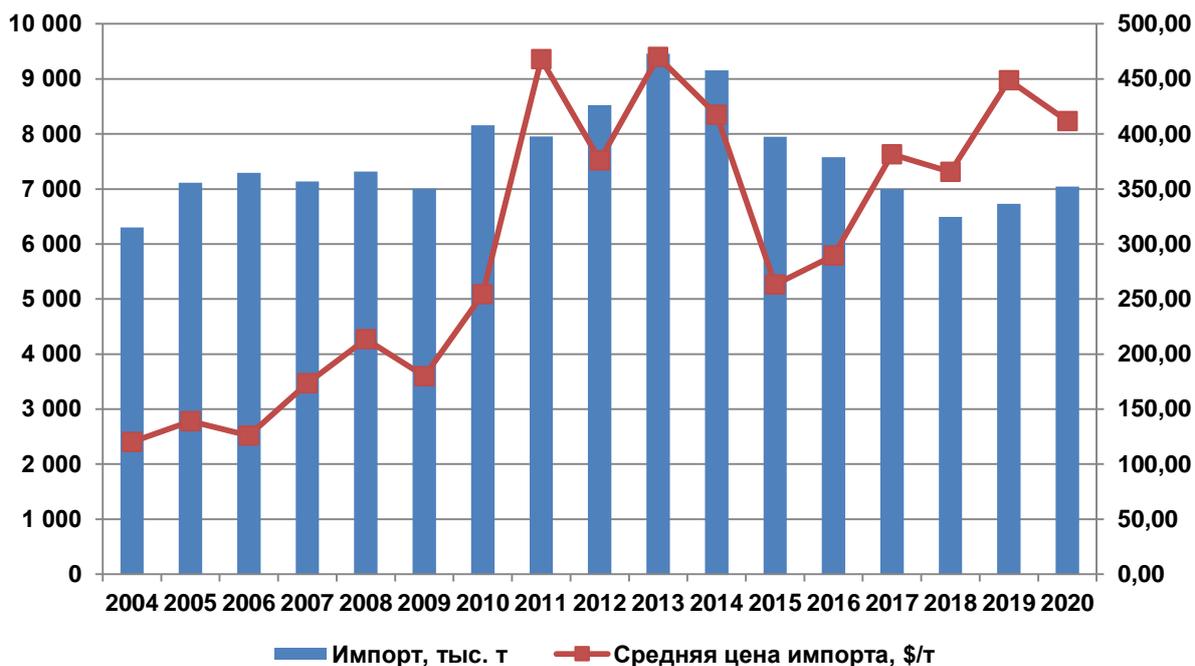


Рис. 4. Динамика объемов импорта молока и молокопродуктов и его стоимости в 2004–2020 гг. [12]

В 2021 г. ситуация с потребительскими ценами на молоко и молокопродукты ухудшилась. За 2021 г. рост цен составил 16%. Увеличение цен на современном этапе является значимым и в ретроспективе. Так, отклонение цены на молочную продукцию составляет чуть более 11% в сравнении со средней ценой за последние пять лет. [2]

По нашему мнению, главным источником повышающего ценового тренда являются внутренние факторы. Их негативное влияние усиливается давлением постоянного удорожания импортной составляющей в себестоимости молока – кормов, ветеринарных препаратов, оборудования и технологий для мега-ферм и т. д. Это обусловлено тем, что импортная составляющая в производстве молока занимает 10–20% в зависимости от используемой техники и рационов кормления. Вместе с тем ценовое давление импортных ресурсов, используемых в технологическом процессе, имеет временной лаг, то есть наблюдается отставание во времени ценовых изменений в промышленных товарах и роста себестоимости молочных продуктов [9].

Негативные изменения в удорожании импортного ресурсного обеспечения начались в 2014 г., с момента введения экономических санкций странами ЕС и США. Высокая волатильность курса национальной валюты, разбалансировка сложившийся логистики по обеспечению требуемых зарубежных ресурсов и технологий запустили механизм по существенному удорожанию данных ресурсов, которое, к сожалению, на современном этапе будет только усиливаться [11].

На корма приходится значительный удельный вес в себестоимости молока (более 50%). Несмотря на то что в РФ работают собственные заводы по производству кормов и добавок, многие агрохолдинги импортируют из-за рубежа высокотехнологичные кормовые компоненты, которые позволяют получать высокие надои и поддерживать продуктивное здоровье коров на высоком уровне. Это, прежде всего, соевые корма, аминокислоты и витамины. Стоимость данных кормов непосредственно привязана к курсу иностранной валюты, и закрытие границ из-за нового витка санкций также негативным образом скажется на их стоимости. Как результат, только в марте 2020 г. кормовые добавки в среднем подорожали на 10–30%, а по некоторым позициям и на 50%.

Повышение коснулось не только покупных рационов и добавок, но и кормов, которые сельхозтоваропроизводители заготавливают самостоятельно. Цены на минеральные удобрения в марте 2020 г. также выросли – в среднем на 5–20%.

Высокая доля импортных компонентов сохраняется и по медицинским, и по ветеринарным препаратам. Рост цен на медикаменты связан с тем, что ингредиенты и сырье для производства импортируются из-за рубежа, даже если основное производство локализовано в России. У части поставщиков цены зафиксированы в валюте, они продают в рублях, но по текущему курсу, поэтому на цену это повлияет автоматически. Аналогичная ценовая ситуация на фармпрепараты наблюдалась уже в 2015 г., когда курс рубля за короткое время вырос с 30 до 60 руб. Тогда поставщики зеркально повысили свои цены на медикаменты.

На фоне роста курса валют увеличился объем необходимых инвестиций на покупку оборудования и техники. Дилеры, как правило, формируют прайс-листы в евро и долларах. Соответственно при росте или снижении курса цены на оборудование меняются пропорционально актуальным котировкам [6].

Таким образом, согласно оценкам экспертов Национального союза производителей молока (Союзмолоко), дальнейшее ослабление рубля повлечет за собой удорожание молочной продукции на 11% за счет роста стоимости импортной составляющей в структуре себестоимости производства и переработки сырья. К сожалению, в текущей ситуации предугадать ценовую конъюнктуру не представляется возможным.

Растущий уровень мировых цен выгоден для внешнеторговых операций. Экспортно-ориентированная модель развития отечественного сельского хозяйства, реализуемая Минсельхозом РФ, может поддержать данный тренд, поскольку российская молочная внешняя торговля ориентирована прежде всего на Китай и страны СНГ, и даже в условиях напряженной геополитической ситуации обмен может быть продолжен.

Беспрецедентные санкции, полный отказ от экономического сотрудничества могут привести к катастрофическим результатам. За последние 20 лет (с 2000 по 2020 г.) производство молока сократилось на 33,5 тыс. т (рис. 5), что привело к росту импортозависимости.

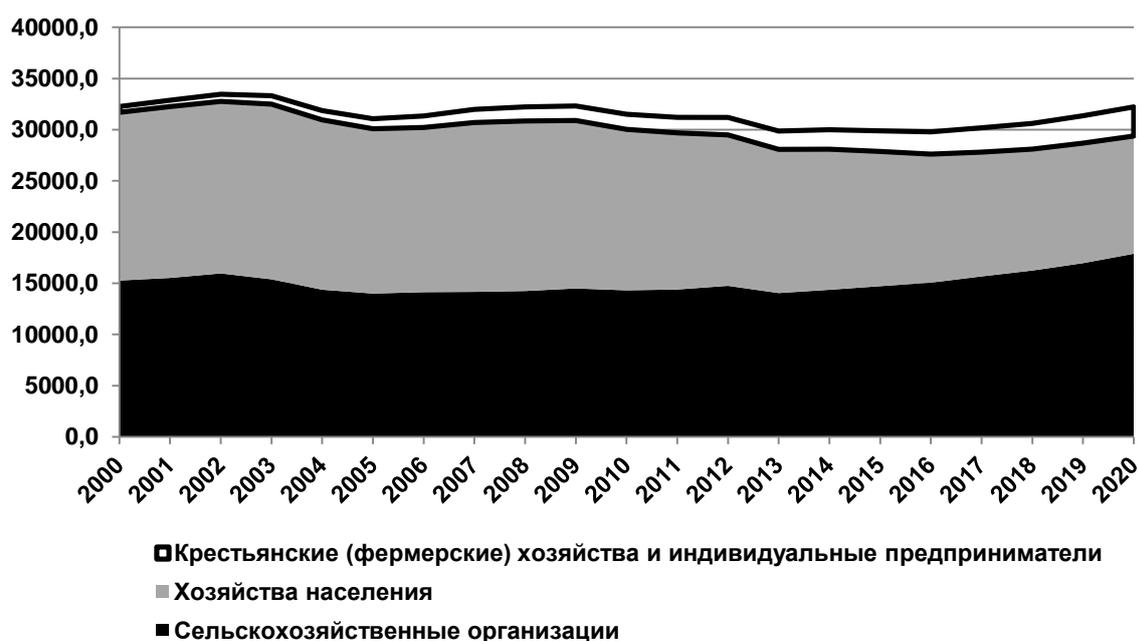


Рис. 5. Динамика объемов производства молока различными субъектами хозяйствования в РФ в 2000–2020 гг., тыс. т [12]

Если в 2000 г. на долю импорта в общем объеме ресурсов приходилось 12,32%, то в 2020 г. данный показатель достиг 17,15%. Отношение импорта к внутреннему потреблению сократилось с 20,8 до 20,0%, а к производству – с 22,30 до 21,86%. Вместе с тем процесс падения производства замедлился и даже наметился повышающий тренд. Если за период 2000–2016 гг. среднегодовой темп роста производства составил 5,69%, то в последние 3 года (2017–2020 гг.) наблюдается положительная динамика. Среднегодовой темп прироста составил 2,2%. Однако, как показывает анализ статистических данных, отдельные субъекты хозяйственной деятельности демонстрируют разнонаправленную динамику.

Сельскохозяйственные организации увеличивают свое присутствие в отрасли. Если в 2000 г. на данных субъектов хозяйственной деятельности приходилось 47,34% валового производства молока, то в 2020 г. уже 55,48%. Что касается малых форм хозяйствования, то единой динамики не выявлено. Доля крестьянских (фермерских) хозяйств за этот же период выросла с 1,76 до 8,32%. Несмотря на рост производства в данных хозяйствующих субъектах, доступ их продукции в крупные торговые сети до сих пор ограничен, хотя с учетом геополитической обстановки ситуация может кардинально измениться. Объемы производства в хозяйствах населения снизились с 50,90 до 35,68%, поскольку технологический процесс производства молока в индивидуальных подворьях остается архаичным. Рост производства молока в сельхозорганизациях обусловлен тем, что именно данная категория производителей может обеспечить внедрение инноваций, закупать высокопродуктивный племенной скот, внедрять прогрессивные технологии и т. д. [3, 4].

Валовое производство молока определяется двумя факторами: поголовьем коров и их продуктивностью. Анализ поголовья коров как в целом, так и в разрезе отдельных субъектов хозяйствования свидетельствует о катастрофическом снижении (рис. 6). Если в 2000 г. во всех категориях хозяйствующих субъектов насчитывалось 12742,6 тыс. гол. коров, то в 2020 г. – всего 7898,3 тыс. гол., то есть сокращение составило 38%.



Рис. 6. Динамика поголовья коров по разным категориям хозяйствующих субъектов, тыс. гол. [12]

Наибольшие «потери» поголовья наблюдаются в сельскохозяйственных организациях. Практически половина поголовья была «пущена под нож». Сокращение произошло с 6486,5 до 3270,8 тыс. гол. за период 2000–2020 гг. При этом сельскохозяйственные организации производят более половины от всего валового производства молока. Малые формы хозяйствования опять демонстрируют полярную динамику. В подворьях крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей численность коров выросла в 5,4 раза, при этом их доля в валовом производстве молока не превышает 10%. В хозяйствах населения поголовье коров снизилось на 30%. Это обусловлено комплексом таких объективных причин, как сокращение численности сельского населения и его старение, отсутствие соответствующих трудовых навыков по уходу за животными у людей среднего возраста и молодежи, нежелание работать в сельскохозяйственном производстве и др. [5].

Резкое сокращение поголовья не оказало симметричного уменьшения масштабов отрасли и продуктивности коров (рис. 7). Здесь следует отметить положительную динамику: за 2000–2020 гг. продуктивность выросла практически в 2 раза – с 2502 до 4839 кг на одну фуражную корову, причем рост продуктивности наблюдался по всем категориям хозяйствующих субъектов: в хозяйствах населения рост составил 29%, в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 77%. В сельскохозяйственных организациях продуктивность коров повысилась с 2341 кг до 6728 кг, или в 2,87 раза.

Стремительный рост продуктивности в товарном секторе обусловлен достижениями науки и техники – использованием высокопродуктивного племенного скота, высокоэффективных кормовых добавок, прогрессивных технологий содержания скота и др.



Рис. 7. Динамика продуктивности коров по разным категориям хозяйствующих субъектов, кг на одну фуражную корову [12]

Рост масштабов производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах и сельскохозяйственных организациях обусловлен серьезной государственной поддержкой. На молочную отрасль совокупно в 2021 г. выделено 267 млрд руб. Это субсидии (Агро-стартап, гранты на поддержку семейных животноводческих ферм и др.), льготные кредиты, инвестиционные кредиты и др. Таким образом, именно данные хозяйствующие субъекты являются основными поставщиками в торговые сети, и именно они формируют цены.

Дальнейшее наращивание масштабов производства в молочной отрасли будет зависеть от доходности данного сектора экономики и мер поддержки со стороны государства. Представленная статистика демонстрирует высокую волатильность доходности молочной отрасли. Если в 2017 г. рентабельность производства составила 26,2%, то в 2018 г. снизилась до 15,1%. Учитывая эти факторы, а также то, что абсолютные значения доходности недостаточно высокие, сельскохозяйственные организации не могут вести расширенное воспроизводство (рис. 8).

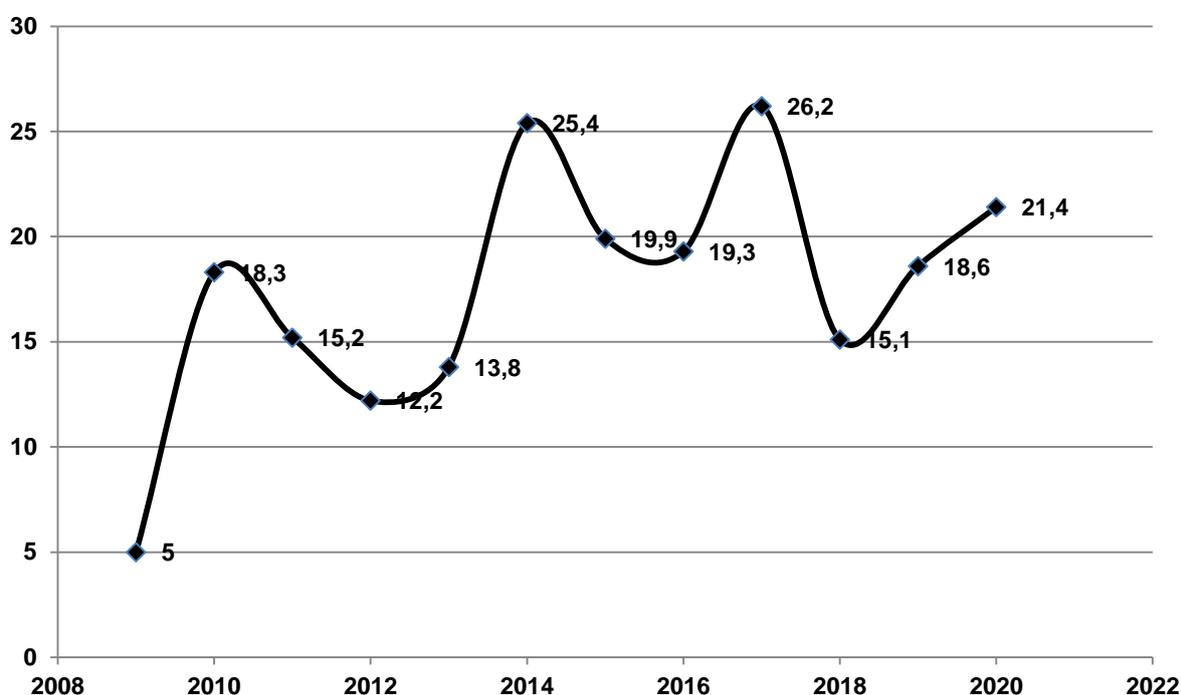


Рис. 8. Рентабельность производства молока в РФ, % [12]

Следует отметить, что молочная отрасль в РФ, как и во всем мире, характеризуется низкой инвестиционной привлекательностью. Это обусловлено тем, что молочное скотоводство сильно ресурсно зависимо от такого средства производства, как земля. Для одной коровы со шлейфом ремонтного молодняка в среднем требуется 1,0–2,5 га земли. При осуществлении хозяйственной деятельности происходит сцепленная диверсификация, то есть необходимо дополнительно производить корма и выращивать ремонтный молодняк. Хотя эти отрасли не имеют товарного статуса, они необходимы с технологической точки зрения, несмотря на то что увеличивают затраты и отодвигают сроки окупаемости молочной отрасли (новорожденная телка становится коровой через 26–30 мес., затраты окупаются не раньше, чем через 4–4,5 года). Этим обусловлены такие высокие государственные вложения в отрасль (рис. 9). Если государство сократит или свернет политику субсидирования сельхозтоваропроизводителей, то дальнейшее наращивание масштабов производства молока будет невозможно. Кроме того, без насыщения рынка в условиях ограничения импорта сложно сдерживать рост цен.

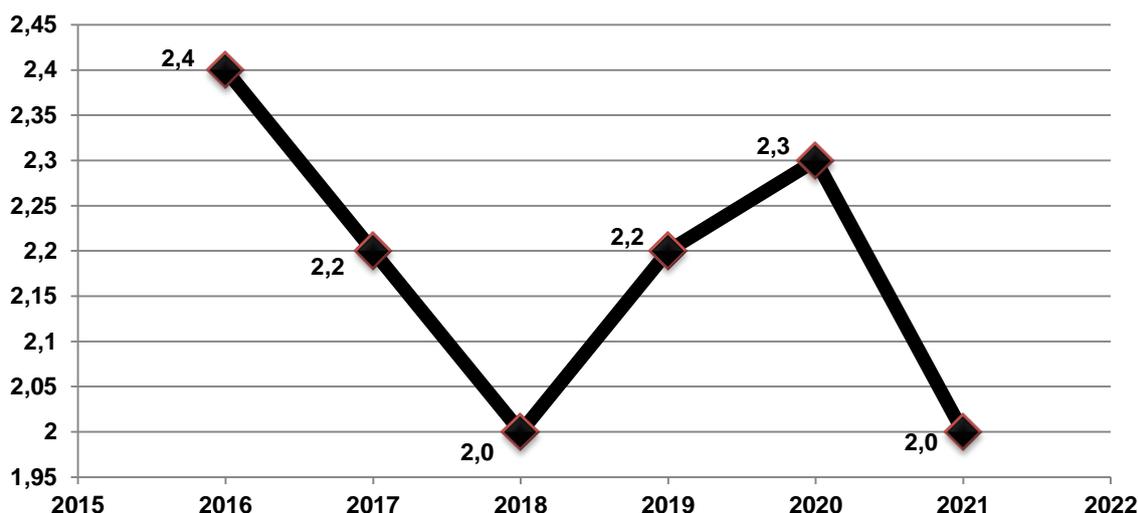


Рис. 9. Объем государственной поддержки на 1 руб. реализованного молока, млн руб. [12]

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. В молочной отрасли произошли трансформационные процессы, приведшие к резкому снижению доли малых форм хозяйствования при росте доли крупных сельхозтоваропроизводителей.

2. Рост потребительских цен на молоко и молокопродукты обусловлен продовольственной инфляцией и высокой волатильностью национальной валюты. Высокая импортная составляющая в себестоимости молока и спекулятивные факторы обусловили рост потребительских цен (в 2021 г. на 10,6%).

3. Чтобы простимулировать развитие молочного скотоводства необходима государственная поддержка, средства которой будут направлены на увеличение поголовья коров, строительство производственной и перерабатывающей инфраструктуры, а также стабилизацию доходности молочной отрасли.

#### Список источников

1. Белова Т.Н. «Заветные мысли» Д.И. Менделеева о внешней торговле и «правильном протекционизме» // Вопросы экономики. 2020. № 9. С. 120–139. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-9-120-139.
2. Белова Т.Н., Конкина В.С. Процессы импортозамещения на рынке мясной и молочной продукции в контексте экономической политики // Российский экономический журнал. 2019. № 3. С. 60–74. DOI: 10.33983/0130-9757-2019-2-3-60-74.
3. Гумеров Р.Р. Продовольственная безопасность в контексте национальных целей Российской Федерации // ЭКО. 2020. Т. 50, № 12. С. 122–142. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-12-122-142.
4. Гумеров Р.Р., Гусева Н.В. Об эффектах и парадоксах импортозамещения в контексте национальной продовольственной безопасности // ЭКО. 2018. Т. 48, № 2. С. 90–102. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-2-90-102.
5. Калугина З.И. Экономическая доступность продовольствия: региональные и социальные различия // ЭКО. 2021. Т. 51, № 2. С. 165–175. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-2-165-175.
6. Капогузов Е.А., Чупин Р.И., Харламова М.С. Импортозамещение в мясной промышленности: экспансия за доллар // ЭКО. 2020. Т. 50, № 11. С. 104–123. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-11-104-123.
7. Конкина В.С. К анализу новейшей ситуации на российском молочном рынке // Российский экономический журнал. 2021. № 1. С. 59–73. DOI: 10.33983/0130-9757-2021-1-59-73.
8. Крылатых Э.Н., Белова Т.Н. Импортозамещение в контексте гармонизации агропродовольственной сферы России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 1. С. 58–64.
9. Крылатых Э.Н., Мазлоев В.З., Кцоев А.Б. и др. Национальная экономика: обеспечение продовольственной безопасности в условиях интеграции и глобализации. Москва: Издательский дом «ИНФРА-М», 2014. 240 с.
10. Мальцева О.А. Молочные продукты для взрослых – вред или польза? // Медицинский центр Лотос (30.10.2016). URL: <https://www.lotus74.ru/about/blog/molochnye-produkty-dlya-vzroslykh-vred-ili-polza/> (дата обращения: 12.12.2021).

11. Фальцман В. Кризис ВЭД России: пути преодоления // *Мировая экономика и международные отношения*. 2017. Т. 61, № 5. С. 57–66. DOI: 10.20542/0131-2227-2017-61-5-57-66.
12. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // *Официальный сайт. Статистика*. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 12.12.2021).

## References

1. Belova T.N. "Zavetnye mysli" D.I. Mendeleeva o vneshnej torgovle i "pravil'nom proteksionizme" [D.I. Mendeleev's "cherished thoughts" on foreign trade and "proper protectionism"]. *Voprosy ekonomiki = Issues of Economics*. 2020;9:120-139. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-9-120-139. (In Russ.).
2. Belova T.N., Konkina V.S. Protsessy importozameshcheniya na rynke myasnoj i molochnoj produktsii v kontekste ekonomicheskoy politiki [Processes of import substitution in the market of meat and dairy products in the context of economic policy]. *Rossijskij ekonomicheskij zhurnal = Russian Economic Journal*. 2019;3:60-74. DOI: 10.33983/0130-9757-2019-2-3-60-74. (In Russ.).
3. Gumerov R.R. Prodovol'stvennaya bezopasnost' v kontekste natsional'nykh tselej Rossijskoj Federatsii [Food security in the context of national goals of the Russian Federation]. *EKO = ECO Journal (Economics and Industrial Engineering)*. 2020;50(12):122-142. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-12-122-142. (In Russ.).
4. Gumerov R.R., Guseva N.V. Ob effektakh i paradoksakh importozameshcheniya v kontekste natsional'noj prodovol'stvennoj bezopasnosti [On the effects and paradoxes of import substitution in the context of national food security]. *EKO = ECO Journal (Economics and Industrial Engineering)*. 2018;48(2):90-102. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-2-90-102. (In Russ.).
5. Kalugina Z.I. Ekonomicheskaya dostupnost' prodovol'stviya: regional'nye i social'nye razlichiya [Economic accessibility of food: regional and social differences]. *EKO = ECO Journal (Economics and Industrial Engineering)*. 2021;51(2):165-175. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2021-2-165-175. (In Russ.).
6. Kapoguzov E.A., Chupin R.I., Kharlamova M.S. Importozameshchenie v myasnoj promyshlennosti: ekspansiya za dollar [Import substitution in the meat industry: expansion for one dollar]. *EKO = ECO Journal (Economics and Industrial Engineering)*. 2020;50(11):104-123. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-11-104-123. (In Russ.).
7. Konkina V.S. K analizu novejshej situatsii na rossijskom molochnom rynke [To analyze the latest situation in the Russian dairy market]. *Rossijskij ekonomicheskij zhurnal = Russian Economic Journal*. 2021;1:59-73. DOI: 10.33983/0130-9757-2021-1-59-73. (In Russ.).
8. Krylatykh E.N., Belova T.N. Importozameshchenie v kontekste garmonizatsii agroprodovol'stvennoj sfery Rossii [Import substitution in the context of harmonization of the agro-food sector of Russia]. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal = International Agricultural Journal*. 2016;1:58-64. (In Russ.).
9. Krylatykh E.N., Mazloev V.Z., Ktsoev A.B., et al. Natsional'naya ekonomika: Obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti v usloviyakh integratsii i globalizatsii [National economy: Ensuring food security in conditions of integration and globalization]. Moscow: INFRA-M Press; 2014. 240 p. (In Russ.).
10. Mal'tseva O.A. Molochnye produkty dlya vzroslykh – vred ili pol'za? [Risk-benefit evaluation of dairy products for adults]. *Meditsinskij tsentr Lotos = Lotus Medical Center*. URL: <https://www.lotos74.ru/about/blog/molochnye-produkty-dlya-vzroslykh-vred-ili-polza/>. (In Russ.).
11. Fal'tsman V. Krizis VED Rossii: puti preodoleniya [Crisis in Russia's foreign economic activities: ways to overcome]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya = World Economy and International Relations*. 2017;61(5):57-66. DOI: 10.20542/0131-2227-2017-61-5-57-66. (In Russ.).
12. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). Ofitsial'nyj sajt. Statistika [Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Statistics]. URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (In Russ.).

## Информация об авторах

В.С. Конкина – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой маркетинга и товароведения ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», [konkina\\_v@mail.ru](mailto:konkina_v@mail.ru).

А.В. Шемякин – доктор технических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», [shem.alex62@yandex.ru](mailto:shem.alex62@yandex.ru).

## Information about the authors

V.S. Konkina, Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of the Department of Marketing and Commodity Science, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, [konkina\\_v@mail.ru](mailto:konkina_v@mail.ru).

A.V. Shemyakin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, [shem.alex62@yandex.ru](mailto:shem.alex62@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 15.02.2022; одобрена после рецензирования 23.03.2022; принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 15.02.2022; approved after revision 23.03.2022; accepted for publication 28.03.2022.

© Конкина В.С., Шемякин А.В., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 636.2 2/.28(470.631)  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_213

**Направления инновационного развития мясного  
скотоводства в Карачаево-Черкесской Республике**

**Анатолий Фоадович Шевхужев<sup>1✉</sup>, Владимир Аникеевич Погодаев<sup>2</sup>,  
Любовь Абдуловна Шевхужева<sup>3</sup>, Ирина Владимировна Погодаева<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Ставропольский край, Россия

<sup>3</sup> Карачаево-Черкесский филиал НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Черкесск, Россия

<sup>4</sup>Северо-Кавказский социальный институт, Ставрополь, Россия

<sup>1</sup>shevkhuzhevaf@yandex.ru✉

**Аннотация.** Рассматриваются объективные предпосылки и основные направления инновационного развития мясного скотоводства в Карачаево-Черкесской Республике. Особое место уделено изучению современных подходов к технологии и организации производства говядины, а также изучению организационной структуры размещения производства в разрезе различных категорий хозяйств: применение адаптированной к агробиологическому ландшафту и местным условиям производства интенсивно-пастбищной технологии откорма крупного рогатого скота; оптимизация организационного размещения производства продукции скотоводства; внедрение подходов «бережливого производства»; учет экологических факторов при производстве и переработке сырья; создание региональной сети объектов инфраструктуры и логистики; развитие форм партнерства бизнеса и государства в отрасли. Ведомственной целевой программой развития сельского хозяйства в республике предусматривается доведение к 2025 г. маточного поголовья мясного скота во всех категориях хозяйств до 26,5 тыс. гол. В 16 хозяйств КЧР из США и Венгрии уже завезено 4326 гол. чистопородных племенных нетелей абердин-ангусской, герефордской и лимузинской пород. При этом до 30% ежегодно получаемого от них приплода планируется реализовывать хозяйствам населения по государственным ценам. Указаны инновационные направления развития инфраструктуры рынка мясной продукции в Карачаево-Черкессии: инвестиционные паспорта логистических объектов; специализированный информационный портал; республиканский гарантийный залоговый фонд поддержки сельскохозяйственных кооперативов; районные «Карты товарных потребностей»; рынок органических продуктов; летняя выездная торговля по принципу «продукты к подъезду»; брендинг сельскохозяйственной продукции под торговыми марками «Карачаево-Черкесск продукт» и «Сделано на Северном Кавказе».

**Ключевые слова:** инновационное развитие, мясное скотоводство, Карачаево-Черкесская Республика, организация производства, эффективность, логистика, рыночная инфраструктура

**Для цитирования:** Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А., Шевхужева Л.А., Погодаева И.В. Направления инновационного развития мясного скотоводства в Карачаево-Черкесской Республике // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 213–222. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_213](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_213)–222.

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Directions for innovative development of beef cattle breeding  
in the Karachay-Cherkess Republic**

**Anatoliy F. Shevkhuzhev<sup>1✉</sup>, Vladimir A. Pogodaev<sup>2</sup>, Lyubov A. Shevkhuzheva<sup>3</sup>, Irina V. Pogodaeva<sup>4</sup>**

<sup>1, 2</sup>North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Mikhailovsk, Russia

<sup>3</sup>Karachay-Cherkess Branch of NSEPI HE “Moscow University for Industry and Finance “Synergy”, Cherkessk, Russia

<sup>4</sup>North Caucasus Social Institute, Stavropol, Russia

<sup>1</sup>shevkhuzhevaf@yandex.ru✉

**Abstract.** The authors consider the objective prerequisites and main directions for innovative development of beef cattle breeding in the Karachay-Cherkess Republic. Special attention is paid to studying the modern approaches to beef production technology and engineering, as well as to studying the organizational structure of production placement in the context of various categories of farms, e.g. the use of intensive pasture technology for cattle fattening adapted to the agrobiological landscape and local production conditions; optimization of organizational placement of livestock production; implementation of lean manufacturing approaches; consideration of environmental factors in the production and processing of raw materials; creation of a regional network of infrastructure and logistics facilities; development of forms of partnership between business and the state in the industry. The departmental special-purpose program for the development of agriculture in the Republic provides for increasing the breeding stock of beef cattle in all categories of farms up to 26.5 thousand heads by 2025. To date, 16 farms in the Karachay-Cherkess Republic have imported 4326 heads of purebred pedigree heifers of the Aberdeen Angus, Hereford and Limousine breeds from the USA and Hungary. Up to 30% of their annual offspring is planned to be sold to households at state prices. The authors have identified the following innovative directions for developing the infrastructure of meat products market in Karachay-Cherkessia: investment passports of logistics facilities; specialized information portal; republican guarantee pledge fund for support of agricultural cooperatives; regional "Maps of commodity needs"; market for organic products; summer itinerant trade on the principle of kerbside delivery; branding of agricultural products under the trademarks of "Karachaevo-Cherkessk product" and "Made in the North Caucasus".

**Key words:** innovative development, beef cattle breeding, the Karachay-Cherkess Republic, production engineering, efficiency, logistics, market infrastructure

**For citation:** Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Shevkhuzheva L.A., Pogodaeva I.V. Directions for innovative development of beef cattle breeding in the Karachay-Cherkess Republic. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):213-222. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_213-222](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_213-222).

Карачаево-Черкесская Республика расположена преимущественно в горной и предгорной зонах Центрального Кавказа. Более 74% площади сельскохозяйственных угодий приходится на естественные сенокосы и пастбища, что способствует достаточной обеспеченности сельскохозяйственного производства качественными, экологически чистыми и дешевыми кормами. Кроме того, почти половина населения республики (45%) традиционно трудится в аграрном секторе. Все это способствует развитию в регионе эффективного мясного скотоводства. Так, за 2017–2019 гг. производство говядины во всех организационно-правовых формах сельскохозяйственных предприятий республики увеличилось на 5,2% и достигло 11,6 тыс. тонн. При этом произошло сокращение поголовья крупного рогатого скота на 7% при одновременном увеличении численности коров на 6,3% [4].

Однако развитие мясного скотоводства в Карачаево-Черкессии имеет целый ряд нерешенных проблем. Основными из них, на наш взгляд, являются: недостаточное использование в практике современных технологических подходов к выращиванию крупного рогатого скота; отставание технического уровня организации производства; сложность сбыта сельскохозяйственной продукции; непропорциональное развитие сельских территорий и отток трудоспособного населения из сельского хозяйства. Кроме того, развитие специализированного мясного скотоводства не включено в состав приоритетных отраслей (подпрограмм) развития АПК Карачаево-Черкессии.

Возрождение мясного скотоводства в республике возможно на инновационной основе, позволяющей значительно повысить инвестиционную привлекательность отрасли и эффективность использования ее ресурсного потенциала, а именно:

- применение адаптированной к агробиологическому ландшафту и местным условиям производства интенсивно-пастбищной технологии откорма крупного рогатого скота;
- оптимизация организационного размещения производства продукции скотоводства;
- внедрение подходов «бережливого производства»; учет экологических факторов при производстве и переработке сырья;
- создание региональной инфраструктурной и логистической сети для рыночного продвижения продукции; развитие форм партнерства бизнеса и государства в отрасли.

Внедрение интенсивной пастбищной технологии производства говядины в условиях республики предполагает использование для промышленного скрещивания (с использованием метода сексирования и трансплантации эмбрионов) племенных быков в основном абердин-ангусской породы местной и американской селекции, особенностью которой является умелое сочетание их мелко- и крупноплодности и генетической predispositionности к интенсивному откорму [5, 6].

Результаты проведенной оценки племенных бычков абердин-ангусской породы дали возможность выделить два основных типа животных по телосложению и живой массе: высокорослый и мелкий компактный. В 18-месячном возрасте бычки крупного типа достигли массы 442 кг, а мелкого – 413 кг.

Установлено, что животные первой группы, как более крупные, превосходили животных второй группы по всем промерам (кроме полуобхвата зада) и в особенности по таким промерам, как высота в холке и крестце, глубина груди, косая длина зада и ширина в седалищных буграх. Причем эти различия имели место во все возрастные периоды. С возрастом различия в промерах менялись неодинаково. Больше всего возросли различия в промерах ширины в седалищных бугорках и косой длины зада, несколько меньше – глубины и обхвата груди и меньше всего – высоты в холке и в крестце.

Разница в величине промера ширины груди за период с 8 до 18-месячного возраста сократилась. Бычки первой группы, уступавшие в 8-месячном возрасте бычкам второй группы в обхвате пясти, к 18-месячному возрасту сравнялись с ними. Показатель промера полуобхвата зада, почти одинаковый в 8-месячном возрасте, по достижении 18-месячного возраста, стал больше во второй группе.

В конце опыта наиболее типичные бычки первой группы выглядели относительно более высоконогими и узкотелыми. Полученные в нашем опыте возрастные изменения промеров указывают на то, что животные первой и второй групп дали наименьший прирост в высоте в холке и в высоте в крестнице. Такие промеры, как ширина груди, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх и косая длина зада дали наибольший прирост. Возрастные изменения у животных первой и второй групп имели сходный характер. Незначительные различия были только в изменении промеров ширины в седалищных буграх, косой длины зада и обхвата пясти. Значения этих промеров за изучаемый период увеличились несколько быстрее у бычков первой группы, чем второй.

Индексы телосложения показывают, что бычки первой группы во все возрастные периоды отличались большей высоконогиестью по сравнению с бычками второй группы, которые были относительно более широкотелыми и низконогими. Индекс костистости у бычков второй группы был больше, так как у них пясть была короче, но относительно более широкая. Аналогичную картину мы наблюдаем и у быков-производителей. У быков мелкого компактного типа индекс костистости был на 2,8% выше, чем у быков крупного высокорослого типа.

С возрастом индекс длинноногости уменьшился на 7%, а индексы широкотелости, массивности и растянутости выросли соответственно на 7,9%, 6,5 и 6,2% в первой группе и на 7,5%, 7,2 и 6,3% – во второй. Индекс костистости с возрастом значительно увеличился: в первой группе на 11,3%, во второй – на 8,8%. По сравнению с бычками мелкого компактного типа у бычков крупного высокорослого типа была более высокая предубойная масса – на 31,4 кг, а также более тяжелые туши – на 28,3 кг, или на 13,5% ( $P > 0,99$ ). По убойной массе они превосходили сверстников второй группы на 26,5 кг. Бычки первой группы, будучи более высоконогими, при убое дали туши с большим содержанием костей (на 4,08 кг) по сравнению с животными второй группы. В их тушах на 1 кг костей приходилось 4,52 кг мякоти, в то время как в тушах второй группы – 5,03 кг. Однако в целом при обвалке полутуш животных первой группы мякоти было получено больше на 9,9 кг, или на 11,72% ( $P > 0,99$ ), по сравнению с животными второй группы.

Как показал целый ряд проведенных исследований, животные мелкого компактного типа раньше заканчивают свое развитие и в более раннем возрасте начинают откладывать в теле значительное количество жира. Эти животные, как более скороспелые, способны значительно раньше формировать тип телосложения, характерный для взрослых животных. Усиление отложение жира и увеличение его доли в полученном приросте требуют повышенных норм кормления на единицу прироста.

В результате раннего завершения развития и усиленного образования жира у животных мелкого компактного типа наблюдается более быстрое снижение энергии роста и при откорме они не достигают такой живой массы, как более высокорослые животные. У последних процесс развития протекает более длительно, жира в теле откладывается меньше, они дольше сохраняют высокую энергию роста и способны достигать более высокой живой массы.

Ведомственной целевой программой развития сельского хозяйства в республике предусматривается доведение к 2025 г. маточного поголовья мясного скота во всех категориях хозяйств до 26,5 тыс. гол. На сегодняшний день в 16 хозяйств КЧР из США и Венгрии завезено 4326 гол. чистопородных племенных нетелей абердин-ангусской, герфордской и лимузинской пород. При этом до 30% ежегодно получаемого от них приплода планируется реализовывать хозяйствам населения по государственным ценам [1].

Предлагается включение в технологический цикл выращивания мясного молодняка этапа летнего пастбищного нагула, отличающегося отсутствием затрат на технологическое оборудование и концентрированные корма. При этом среднесуточный прирост животных достигает 800–900 г. Последующий интенсивный откорм позволяет в течение трех месяцев довести живую массу молодняка до 400–450 кг при затратах 8 корм. ед. на 1 кг прироста [2, 9, 10, 11].

Для организации интенсивного использования сдаваемых в аренду естественных сенокосов и пастбищ предусмотрено создание единой республиканской службы по управлению горными территориями, что позволит планировать оборот горных пастбищ, оптимизировать нагрузку на угодья с учетом их зональности, урожайности, подъездных путей и обеспеченности водными источниками, а также создать равные для всех сельскохозяйственных товаропроизводителей условия использования сенокосов и пастбищ.

Другой инновационной составляющей развития мясного скотоводства в Карачаево-Черкессии является оптимизация организационного размещения производства. В настоящее время структура товаропроизводителей, занятых выращиванием и откормом крупного рогатого скота, выглядит следующим образом. В крупных коллективных сельскохозяйственных предприятиях производится 35,9% республиканского объема выращиваемого на убой скота и птицы. В них сосредоточено 10,7% поголовья крупного рогатого скота, в том числе 14,8% поголовья коров. При этом численность скота у этой категории товаропроизводителей за 2017–2019 гг. увеличилась на 31,3%, в том числе коров – на 42,2% (см. табл.). При этом объем производства говядины в убойной массе в 2019 г. в них достиг 857 т, что на 4,6% выше уровня 2017 г.

Несмотря на сокращение числа коллективных сельскохозяйственных предприятий, они по-прежнему остаются приоритетными формами агробизнеса, способными осуществлять крупные инвестиционные проекты. На их основе в республике созданы крупные специализированные акционерные общества и общества с органической ответственностью как базовые инновационные центры по мясному скотоводству с замкнутым циклом производства, основанном на круглогодичном использовании горных сенокосов и пастбищ, а также племенные хозяйства, занятые воспроизводством мясных пород скота.

Динамика и структура поголовья крупного рогатого скота по категориям хозяйств Карачаево-Черкесской Республики (на конец года) [8]

Категория хозяйств	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2019 г. к 2017 г., %
	тыс. гол.	уд. вес, %	тыс. гол.	уд. вес, %	тыс. гол.	уд. вес, %	
<b>Крупный рогатый скот – всего</b>							
Сельскохозяйственные организации	13,1	8,3	13,3	8,4	17,2	10,7	131,3
Хозяйства населения	85,7	54,4	86,0	54,6	85,2	53,0	99,4
К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели	58,6	37,3	58,2	37,0	58,4	36,3	99,7
<b>Итого</b>	<b>157,4</b>	<b>100,0</b>	<b>157,5</b>	<b>100,0</b>	<b>160,8</b>	<b>100,0</b>	<b>102,2</b>
<b>В том числе коровы</b>							
Сельскохозяйственные организации	8,3	11,1	7,7	10,3	11,8	14,8	142,2
Хозяйства населения	35,3	47,2	38,0	50,6	37,7	47,2	133,7
К(Ф)Х и индивидуальные предприниматели	31,2	41,7	29,4	39,1	30,4	38,0	97,4
<b>Итого</b>	<b>74,8</b>	<b>100,0</b>	<b>75,1</b>	<b>100,0</b>	<b>79,9</b>	<b>100,0</b>	<b>106,8</b>

В настоящее время разведением племенного мясного скота в республике занимаются более 30 хозяйств (ООО племрепродуктор «Ахтамас», ООО племрепродуктор «Меркурий», ООО «Строймехкомплект», ЗАО «Киево-Жураки» и др.). Для расширения их производственных мощностей государством были предоставлены субсидии на приобретение племенных животных специализированных мясных пород в размере от 110 до 200 тыс. руб. за голову [8].

В сельском хозяйстве Карачаево-Черкессии наблюдается традиционная избыточность трудоспособного населения, что способствует росту производства в хозяйствах населения, крестьянских (фермерских) хозяйствах, а также развитию индивидуального аграрного предпринимательства. Сложность и расчлененность предгорного и горного рельефов, мелкоконтурность большей части сенокосов и пастбищ также определяют развитие мясного скотоводства в малых формах агробизнеса. Кроме того, разведение мясного скота позволяет эффективнее, чем в других отраслях животноводства, использовать финансовый, земельный и ресурсный потенциал семей, сложившиеся национальные традиции [3].

В настоящее время хозяйства населения обеспечивают 39,1% республиканского производства скота и птицы (рис. 1).

В последние годы в Карачаево-Черкессии наметилась тенденция диверсификации производства сельских подворий в сторону молочного скотоводства. Так, поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах населения за 2017–2019 гг. сократилось на 0,6% при одновременном увеличении поголовья коров на 33,7% (см. табл.).

Вклад крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в развитие мясного скотоводства республики за 2017–2019 гг. вырос с 22 до 25%. О значительном потенциале этой категории хозяйств свидетельствует и рост объема производства мяса крупного рогатого скота. Так, за 2017–2019 гг. он увеличился на 22,1% против 6,9 и 4,7% в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения (рис. 2).

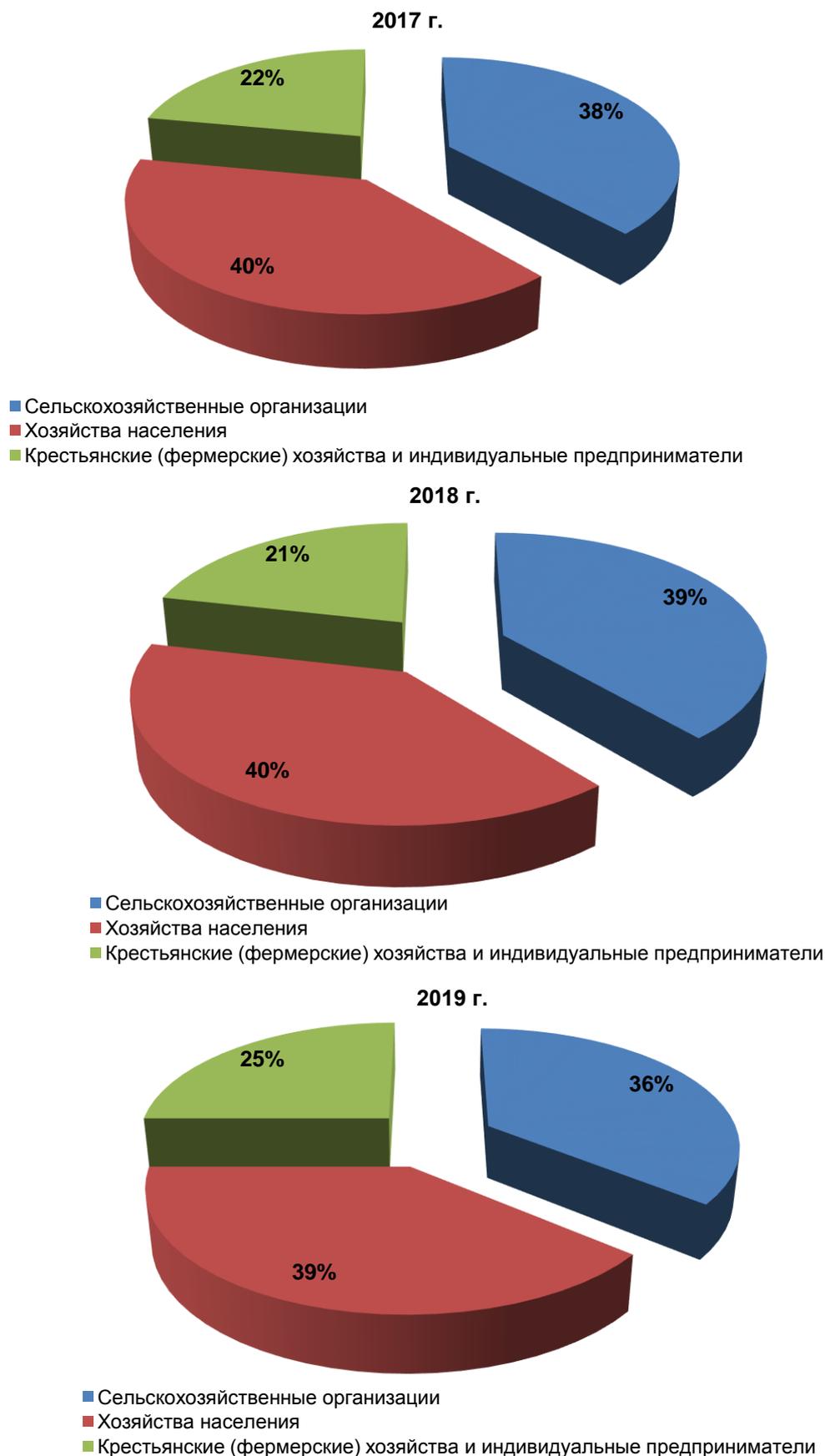
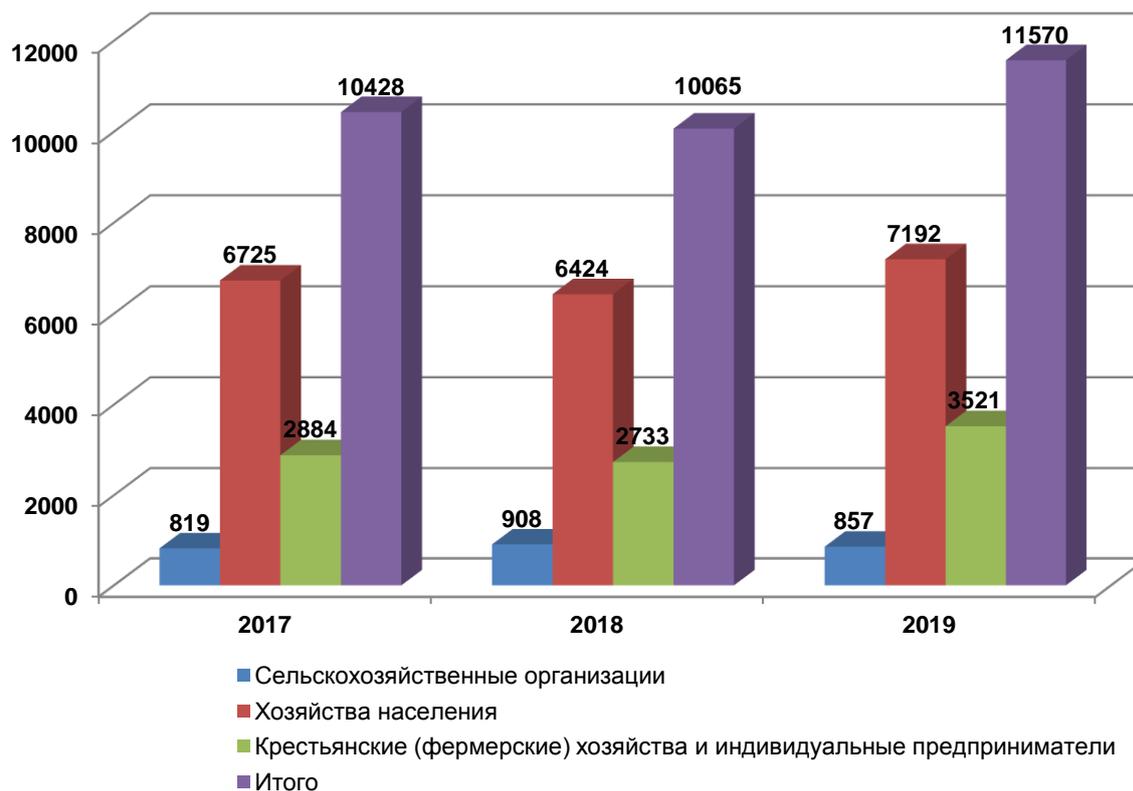


Рис. 1. Структура производства скота и птицы на убой по категориям хозяйств Карачаево-Черкесской Республики, % от общего объема производства [8]



**Рис. 2. Динамика производства мяса крупного рогатого скота (в убойной массе) по категориям хозяйств Карачаево-Черкесской Республики, т [8]**

Эффективное функционирование малых фирм агробизнеса невозможно без их комплексной государственной поддержки, действенным механизмом которой является система частно-государственного партнерства, которое в Карачаево-Черкессии развивается по следующим основным направлениям:

- совместное участие капитала в собственности крупных сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. Так, соучредителем агрохолдинга «Разгуляй» наряду с компанией Avangard Asset Management является государственная корпорация развития Северного Кавказа с учредительным взносом в 7 млрд руб.;

- финансовая поддержка перспективных инвестиционных проектов и товаропроизводителей через систему грантов, государственных субсидий и льготного кредитования. Так, на развитие фермерства в республике планируется к 2024 г. выделить 233625,9 тыс. руб., что на 47,3% больше уровня 2019 г. При этом 99% финансовых средств будет получено из федерального бюджета, что позволит увеличить число субъектов-получателей государственной поддержки с 74 в 2019 г. до 887 в 2024 г. За данный период планируется расширить число центров консультирования малого агробизнеса с 20 до 70 и довести численность получателей грантов «Агростартап» до 318 человек [7];

- информационная поддержка товаропроизводителей путем ведения системы сопроводительных дорожных карт и реестра инвестиционных проектов, создания инновационных и консультативных центров, развития сети бизнес-инкубаторов, агропромышленных кластеров и технопарков.

Инновационному развитию мясного скотоводства в Карачаево-Черкесской Республике также способствует формирование современной перерабатывающей базы, включающей в себя следующие типы формирований:

- 20 крупных перерабатывающих предприятий пищевой промышленности, которым необходима реконструкция и модернизация с целью совершенствования технологии производства, повышения качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. По статистическим данным, использование производственных мощностей крупными и средними предприятиями пищевой промышленности республики в настоящее время по мясу и субпродуктам I категории достигает 30%, колбасным изделиям – 25%, мясным консервам – 85%;

- агрохолдинги, созданные на базе крупных специализированных сельскохозяйственных предприятий и объединяющие в единую технологическую цепочку производство, переработку, хранение, сортировку и реализацию продукции. Определенный опыт в данном вопросе накоплен в агрохолдинге «Разгулай», расположенном в Адыгге-Хабльском и Ногайском районах республики. Предприятие занимается племенным разведением и выращиванием крупного рогатого скота абердин-ангусской породы, убоем животных, переработкой и хранением мяса, а также производством, хранением, сортировкой и упаковкой овощей закрытого грунта. В результате за счет организации замкнутого производственно-сбытового цикла снижаются отраслевые риски, повышается эффективность производственных проектов, создаются новые рабочие места (700 – в собственных структурных подразделениях и 1000 – в смежных отраслях), увеличиваются налоговые отчисления в бюджеты различных уровней;

- сельские перерабатывающие и сбытовые кооперативы, создающие эффективную сбытовую инфраструктуру для крестьянских (фермерских) хозяйств и хозяйств населения. В настоящее время в Карачаево-Черкессии функционирует более 80 межфермерских формирований, среди них – сельскохозяйственный потребительский смешанный кооператив «МФК» Карачаево-Черкессия» в Карачаевском районе, занимающийся производством и переработкой молока, мяса крупного рогатого скота, свиней, овец, лошадей и птицы.

Инновационное развитие инфраструктуры рынка мясной продукции в Карачаево-Черкессии, на наш взгляд, должно включать в себя следующие основные направления:

- создание специализированного республиканского информационного портала с целью сбора, обобщения и систематизации необходимого для заинтересованных сторон материала, размещение на его страницах инвестиционных паспортов действующих и планируемых объектов логистической инфраструктуры;

- включение в программу развития АПК Карачаево-Черкесской Республики подпрограммы по развитию сельскохозяйственных кооперативов, что позволит повысить качество и оперативность оказываемой им организационно-правовой, технологической и финансовой помощи, расширить возможности республиканского гарантийного залогового фонда их поддержки и увеличить объемы финансирования аграрной кооперации;

- создание республиканской «Карты сельскохозяйственных товарных потребностей» с учетом географических особенностей размещения и доступности рыночной инфраструктуры;

- развитие рыночных ниш для производства уникальных видов продукции, таких как органик-продукты, продукты оленеводства, лекарственные травы, горные ягоды и грибы;

- совершенствование организации и увеличение объемов летней выездной торговли по принципу «продукты к подъезду», гастрономических районных и республиканских фестивалей;

- расширение практики брендинга производимой сельскохозяйственной продукции под различными торговыми марками, в частности «Карачаево-Черкесск продукт» и «Сделано на Северном Кавказе».

Рассмотренные выше инновационные подходы к формированию специализированного мясного скотоводства (применение интенсивно-пастбищной технологии откорма крупного рогатого скота, оптимизация организационного размещения производства, внедрение «бережливого производства» и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, оптимизация региональной инфраструктурной и логистической сети, развитие форм партнерства бизнеса и государства) позволят Карачаево-Черкесской Республике занять достойное место на рынке высококачественной экологически чистой дешевой продукции и расширить географию ее экспертных поставок в другие регионы РФ и зарубежные страны.

---

**Список источников**

1. В Карачаево-Черкессию из Америки прибыли племенные животные : официальный сайт Главы и Правительства Карачаево-Черкесской Республики. URL: <https://www.kchr.ru/news/detailed/5841/> (дата обращения: 28.06.2021).
2. Гукеева Л.З., Шевхужев А.Ф., Шевхужева Л.А. Совершенствование структурных и организационно-хозяйственных преобразований в мясном подкомплексе региона. Черкесск : Полиграфист, 2002. 112 с.
3. Для 45% жителей Карачаево-Черкесии сельское хозяйство – единственный источник доходов : Ежегодный Доклад-Послание Главы КЧР Рашида Темрезова об итогах работы за 2020 год и задачах на перспективу. URL: <https://www.kchr.ru/news/detailed/70057/> (дата обращения: 28.06.2021).
4. Дунин И.М., Тяпугин С.Е., Мещеров Р.К. и др. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 2–7. DOI: 10.33943/MMS.2020.40.30.001.
5. Дюльдина А.В., Тяпугин Е.Е., Тяпугин С.Е., Боголюбова Л.П. Характеристика племенной базы абердин-ангусской и калмыцкой пород скота в Российской Федерации // Зоотехния. 2020. № 2. С. 19–23. DOI: 10.25708/ZT.2020.21.61.007.
6. Мысик А.Т., Усманова Е.Н., Кузякина Л.И. Современные технологии в мясном скотоводстве при разведении абердин-ангусской породы // Зоотехния. 2020. № 8. С. 25–28. DOI: 10.25708/ZT.2020.61.12.007.
7. О государственной программе «Развитие сельского хозяйства Карачаево-Черкесской Республики» : постановление правительства Карачаево-Черкесской Республики от 22.01.2019 года № 13 // Фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550346363> (дата обращения: 28.06.2021).
8. Статистический ежегодник. Карачаево-Черкесская Республика. 2020 : статистический сборник / Управление федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу. Черкесск, 2020. 264 с.
9. Чинаров А.В. Племенные ресурсы мясного скотоводства России // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 5. С. 2–5. DOI: 10.33943/MMS.2020.91.99.001.
10. Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А., Смакуев Д.Р. и др. Формирование мясной продуктивности бычков абердин-ангусской породы при различной длительности производственного цикла // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2018. № 4(40). С. 60–65.
11. Shevhuzhev A.F., Belik N.I., Smakuev D.R. Changing cows's productivity by influence yeast culture // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7(4). Pp. 430–434.

**References**

1. V Karachaevo-Cherkessiyu iz Ameriki pribyli plemennye zhivotnye : ofitsial'nyj sajt Glavy i Pravitel'stva Karachaevo-Cherkesskoj Respubliki [Pedigree animals have arrived into Karachay-Cherkessia from America: the official website of the Head and Government of the Karachay-Cherkess Republic]. URL: <https://www.kchr.ru/news/detailed/5841/>. (In Russ.).
2. Gukezheva L.Z., Shevhuzhev A.F., Shevhuzheva L.A. Sovershenstvovanie strukturnykh i organizatsionno-khozyajstvennykh preobrazovaniy v myasnom podkomplekse regiona [Improvement of structural and organizational and economic transformations in the meat subcomplex of the region]. Cherkessk : Poligrafist Press; 2002. 112 p. (In Russ.).

3. Dlya 45% zhitelej Karachaevo-Cherkessii sel'skoe khozyajstvo – edinstvennyj istochnik dokhodov : Ezhegodnyj Doklad-Poslanie Glavy KChR Rashida Temrezova ob itogakh raboty za 2020 god i zadachakh na perspektivu [For 45% of residents of Karachay-Cherkessia, agriculture is the only source of income: Rashid Temrezov Annual Report-Message as the Head of the KChR on the results of performance in 2020 and tasks for the future]. URL: <https://www.kchr.ru/news/detailed/70057/>. (In Russ.).
4. Dunin I.M., Tyapugin S.E., Meshcherov R.K., et al. Sostoyanie myasnogo skotovodstva v Rossijskoj Federatsii: realii i perspektivy [Condition of meat cattle breeding in the Russian Federation: realities and prospects]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020;2:2-7. DOI: 10.33943/MMS.2020.40.30.001. (In Russ.).
5. Dyuldina A.V., Tyapugin E.E., Tyapugin S.E., Bogolyubova L.P. Kharakteristika plemennoj bazy aberdin-angusskoj i kalmyskoj porod skota v Rossijskoj Federatsii [Aberdeen-Angus and Kalmyk cattle are leaders in beef cattle breeding in the Russian Federation]. *Zootekhniya = Zootechniya*. 2020;2:19-23. DOI: 10.25708/ZT.2020.21.61.007. (In Russ.).
6. Mysik A.T., Usmanova E.N., Kuzyakina L.I. Sovremennye tekhnologii v myasnom skotovodstve pri razvedenii aberdin-angusskoj porody [Current technologies in beef breeding at growing Aberdeen-Angus cattle]. *Zootekhniya = Zootechniya*. 2020;8:25-28. DOI: 10.25708/ZT.2020.61.12.007. (In Russ.).
7. O gosudarstvennoj programme «Razvitie sel'skogo khozyajstva Karachaevo-Cherkesskoj Respubliki» : Postanovlenie pravitel'stva Karachaevo-Cherkesskoj Respubliki ot 22.01.2019 goda № 13 [Concerning state program "Development of agriculture of the Karachay-Cherkess Republic" : Government Decree of the Karachay-Cherkess Republic of 22.01.2019 no. 13]. Fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov [Collection of legal and technical standard documents]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550346363>. (In Russ.).
8. Statisticheskij ezhegodnik. Karachaevo-Cherkesskaya Respublika. 2020 : statisticheskij sbornik / Upravlenie federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Severo-Kavkazskomu federal'nomu okrugu [Statistical Yearbook. Karachay-Cherkess Republic. 2020 : Statistical compendium / Department of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District]. Cherkessk; 2020. 264 p. (In Russ.).
9. Chinarov A.V. Plemennye resursy myasnogo skotovodstva Rossii [Breeding resources of Russian meat cattle industry]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020;5:2-5. DOI: 10.33943/MMS.2020.91.99.001. (In Russ.).
10. Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A., Smakuev D.R., et al. Formirovanie myasnoj produktivnosti bychkov aberdin-angusskoj porody pri razlichnoj dlitel'nosti proizvodstvennogo tsikla [Formation of meat productivity in bull-calves of Aberdeen-Anguss breed at different duration of the production cycle]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva = Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2018;4(40):60-65. (In Russ.).
11. Shevkhuzhev A.F., Belik N.I., Smakuev D.R. Changing cows's productivity by influence yeast culture. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016;7(4):430-434.

#### Информация об авторах

- А.Ф. Шевхужев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», [shevkhuzhevaf@yandex.ru](mailto:shevkhuzhevaf@yandex.ru).  
В.А. Погодаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», [pogodaev\\_1954@mail.ru](mailto:pogodaev_1954@mail.ru).  
Л.А. Шевхужева – кандидат экономических наук, доцент, Карачаево-Черкесский филиал НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», [shevkhuzheval@mail.ru](mailto:shevkhuzheval@mail.ru).  
И.В. Погодаева – кандидат экономических наук, доцент, АНО ВО «Северо-Кавказский социальный институт», [i\\_pogodaeva@mail.ru](mailto:i_pogodaeva@mail.ru).

#### Information about the authors

- A.F. Shevkhuzhev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre, [shevkhuzhevaf@yandex.ru](mailto:shevkhuzhevaf@yandex.ru).  
V.A. Pogodaev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre, [pogodaev\\_1954@mail.ru](mailto:pogodaev_1954@mail.ru).  
L.A. Shevkhuzheva, Candidate of Economic Sciences, Docent, Karachay-Cherkess Branch of Moscow University for Industry and Finance "Synergy", [shevkhuzheval@mail.ru](mailto:shevkhuzheval@mail.ru).  
I.V. Pogodaeva, Candidate of Economic Sciences, Docent, North Caucasus Social Institute, [i\\_pogodaeva@mail.ru](mailto:i_pogodaeva@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 22.11.2021; одобрена после рецензирования 24.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 22.11.2021; approved after revision 24.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А., Шевхужева Л.А., Погодаева И.В., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 338.439.01:001.895  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_223

**Агроэкономическая оценка использования инновационных технологий в свеклосахарном производстве**

Екатерина Витальевна Климкина<sup>1</sup>, Людмила Алексеевна Светашова<sup>2</sup>,  
Анатолий Федорович Климкин<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия  
<sup>1</sup>aklimkin.73@mail.ru, organiz@agroeco.vsau.ru

**Аннотация.** Представлен анализ состояния и тенденций развития производства сахарной свеклы на современном этапе в России, являющейся мировым лидером по выращиванию этой культуры. Валовой сбор сахарной свеклы в России в 2019 г. составил 54,4 млн т, что стало рекордным и привело к профициту продукции на внутреннем рынке. В 2020 г. площади под сахарную свеклу были сокращены на 19%, на фоне неблагоприятных погодных условий во многих регионах выращивания это привело к снижению валового сбора на 37%. Воронежская область по валовому производству сахарной свеклы занимает второе место в стране. По оценкам экспертов Минсельхоза России, необходимо производить 40–44 млн т сахарной свеклы. Обозначенные показатели могут быть достигнуты не только за счет расширения посевных площадей, но и роста урожайности. В современных условиях урожайность можно повысить за счет применения современных инновационных технологий, например КОНВИЗО® SMART, основным преимуществом которой является уменьшение количества обработок гербицидами, а также отсутствие фитотоксичного влияния на сахарную свеклу. Анализ данных экономической эффективности внедрения технологии КОНВИЗО® SMART показал, что в целом затраты на выращивание урожая в действующих ценах составляют более 144 тыс. руб./га. Однако, учитывая значительный потенциал роста урожайности, себестоимость единицы продукции будет значительно меньше, чем в среднем в сельскохозяйственных предприятиях области, в результате чего можно получить прибыль свыше 100 тыс. руб./га при уровне рентабельности более 70%.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, сахарная свекла, свеклосахарное производство, инновационные технологии, эффективность производства

**Для цитирования:** Климкина Е.В., Светашова Л.А., Климкин А.Ф. Агроэкономическая оценка использования инновационных технологий в свеклосахарном производстве // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 223–233. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_223](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_223)–233.

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Agroeconomical assessment of innovative technologies in sugar beet production**

Ekaterina V. Klimkina<sup>1</sup>, Lyudmila A. Svetashova<sup>2</sup>, Anatoliy F. Klimkin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia  
<sup>1</sup>aklimkin.73@mail.ru, organiz@agroeco.vsau.ru

**Abstract.** The authors have analyzed the current state and trends in the development of sugar beet production in Russia, which is the global leader in the cultivation of this crop. The gross harvest of sugar beet in Russia in 2019 amounted to 54.4 million tons, which was a record and led to a surplus in the national market. In 2020 the area under sugar beet was reduced by 19%. Alongside with adverse weather conditions in many regions of cultivation, this led to a decrease in the gross harvest by 37%. Voronezh Oblast ranks second in the country in terms of gross production of sugar beet. According to the experts from the Ministry of Agriculture of Russia, it is necessary to produce 40-44 million tons of sugar beet. The specified indicators can be achieved not only by expanding the sown areas, but also by increasing the yield. In modern conditions the yield can be increased through the use of modern innovative technologies, such as CONVIISO® SMART. Its main advantages are the reduction of the amount of herbicide treatment

and the absence of phytotoxic effect on sugar beet. The analysis of economic efficiency of using the CONVISO® SMART technology revealed that in general the cost of growing crops in current prices was more than 144 thousand rubles/ha. However, taking into account the significant potential for yield growth, the unit cost of production will be significantly lower than the average in agricultural enterprises of the region, as a result of which it is possible to make a profit of more than 100 thousand rubles/ha with the profitability level of more than 70%.

**Key words:** agriculture, sugar beet, sugar beet production, innovative technologies, production efficiency

**For citation:** Klimkina E.V., Svetashova L.A., Klimkin A.F. Agroecological assessment of innovative technologies in sugar beet production. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):223-233. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_223-233](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_223-233).

Сахарная свекла является ценной сельскохозяйственной культурой, выращиваемой для получения сахара. Сахароза в ее корнях была открыта в 1747 г., а в конце XVIII в. была доказана возможность получения сахара из корнеплодов. Получаемые сахар, жом и патока занимают важное место в питании человека и животных, а продукт переработки – дефекаат широко применяется в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения и мелиоранта для известкования кислых почв, что необходимо для повышения стабильности агроценозов [1, 14].

Свеклосахарное производство является важнейшей составляющей АПК. Сахарную свеклу выращивают в 31 стране мира. Мировой объем ее производства в 2018 г. составил 275 млн т, по данным FAOSTAT мировыми лидерами по производству сахарной свеклы являются Россия (42,1 млн т), Франция (39,6 млн т), США (30,1 млн т) и др. Урожай корнеплодов и их сахаристость в большей степени зависят от температуры, обеспечения водой и интенсивности освещения в период выращивания, а также от выбора сорта (гибрида). В 2018 г. самая высокая урожайность была в следующих странах (т/га): Чили (110); Бельгия (83); Франция (82); Испания (81); Швейцария (80); Нидерланды (76) [9, 16].

В России традиционно сахарная свекла была самой приоритетной технической культурой, а прибыль составляла львиную долю прибыли всей отрасли растениеводства. Уровень развития производства сахарной свеклы в значительной степени определяет состояние экономики аграрно-промышленного комплекса и активность формирования отечественного рынка сахара. В нашей стране широкое распространение этой культуры началось после того, как в 1802 г. в селе Алябьево (Тульская губерния) был построен первый сахарный завод.

Сахар является одним из основных продуктов потребительской корзины граждан РФ, поэтому спрос на него достаточно стабилен, потребление сахара достигает 5,8 млн т, а это примерно 40 кг на душу населения в год. По данным Союза сахаропроизводителей России в настоящий момент в стране имеется 69 действующих свеклоперерабатывающих заводов в 20 регионах. Большая часть из них находится в Краснодарском крае (14 заводов), Воронежской области (9 заводов) и Курской области (9 заводов) [15].

В 2019 г. было произведено 7,2 млн т свекловичного сахара, а 2020 г. – 5,7 млн т (в первом полугодии – 0,9 млн т, во втором – 4,8 млн т) (рис. 1). Суммарный объем производства сахара за 2020/2021 гг. прогнозируется около 5,2 млн т, а это на 34% меньше предыдущего сезона, но высокие переходящие остатки (на конец сезона 2019/2020 – 3,1 млн т) позволят обеспечить внутренний спрос, так как ежегодное потребление сахара в России варьирует от 5,8 до 6,0 млн т [12].

В РФ сахарную свеклу выращивают около 5 тысяч сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности в 28 субъектах. Посевная площадь этой культуры в 2021 г. составила – 1004,6 тыс. га, что на 12,2% меньше, чем в 2019 г. и на 8,5% больше, чем в 2020 г. Сокращение площади посевов сахарной свеклы обусловлено падением ее доходности в сравнении с другими культурами, что связано с ростом закупочных цен на зерновые и масличные культуры.

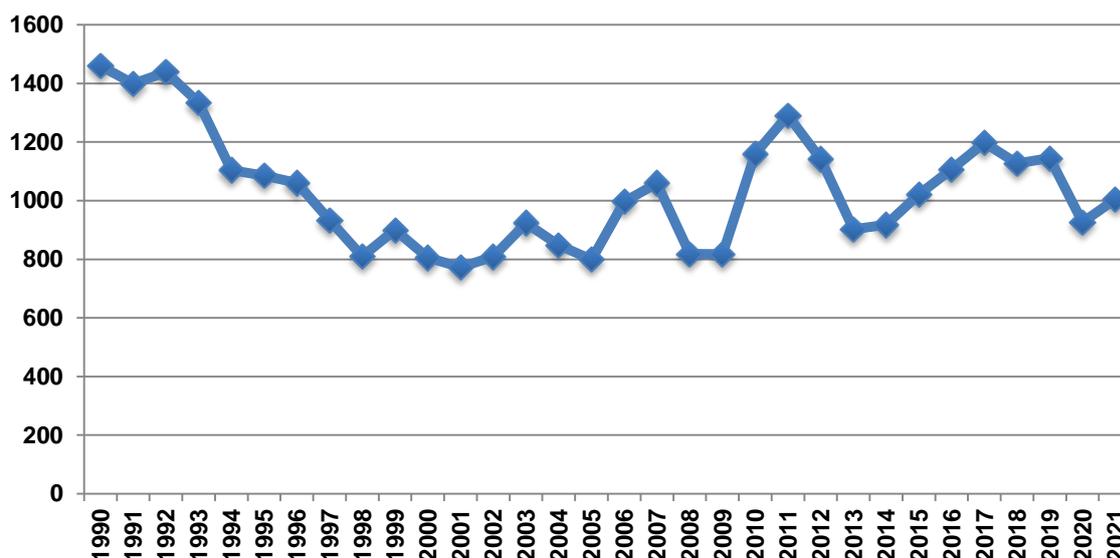


Рис. 1. Посевные площади сахарной свеклы в РФ (в хозяйствах всех категорий), тыс. га [16]

Свеклосеятеля считают, что масштабные расширения площадей не нужны: если корнеплодов будет производиться выше потребности, цена будет ниже себестоимости. По прогнозам Минсельхоза, для обеспечения внутреннего потребления необходимо сеять 1,06 млн га сахарной свеклы исходя из того, что в отрасль были сделаны инвестиции, позволяющие получить с этой площади 6–6,5 млн т сахара. Основными зонами сева сахарной свеклы в РФ являются Центральный, Приволжский и Южный федеральные округа, а конкретно основные посевные площади ее размещаются в ЦЧР и Краснодарском крае, а также в Нечерноземной зоне, Западной Сибири и на Дальнем Востоке [2, 3, 13].

В свекловодстве одним из значимых показателей экономической эффективности является урожайность. Невысокая урожайность – это следствие не только неблагоприятных погодных условий, но и некачественной организации, плохой концентрации, недостаточной специализации производства, так как в этих условиях не соблюдается технология выращивания культуры, работы по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями проводятся с нарушениями оптимальных сроков, не уделяется должное внимание применению удобрений (рис. 2) [14].

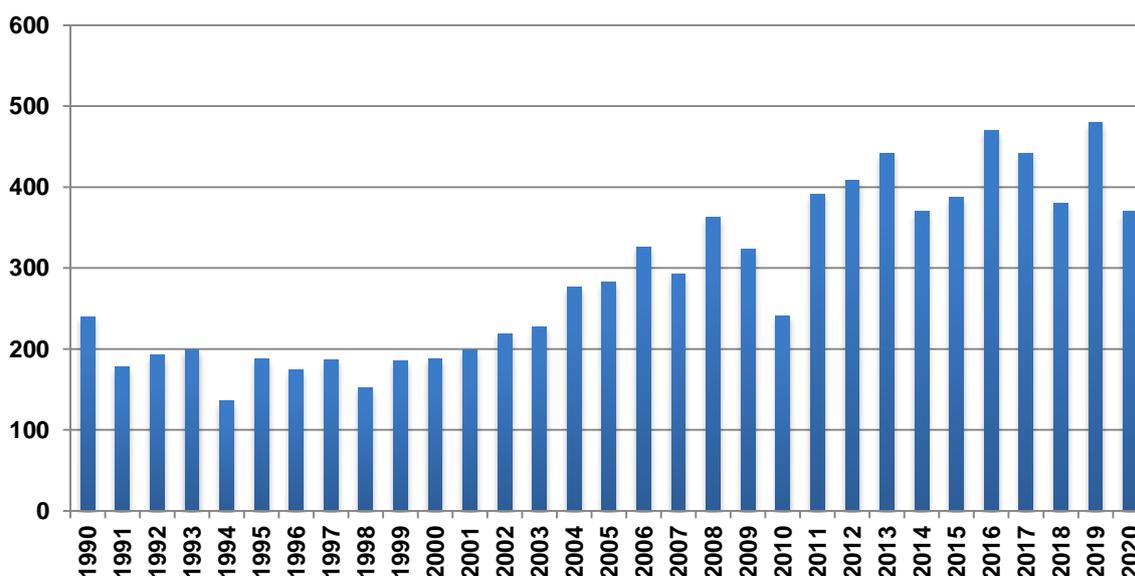


Рис. 2. Урожайность сахарной свеклы в РФ (в хозяйствах всех категорий), ц/га убранный площади [16]

В 2020 г. в сравнении с 2019 г. урожайность корнеплодов снизилась по всем регионам больше, чем на 20%, в результате этого валовой сбор в 2020 г. составил 33,9 млн т, что на 20,4 млн т (38%) меньше, чем в 2019 г. (рис. 3).

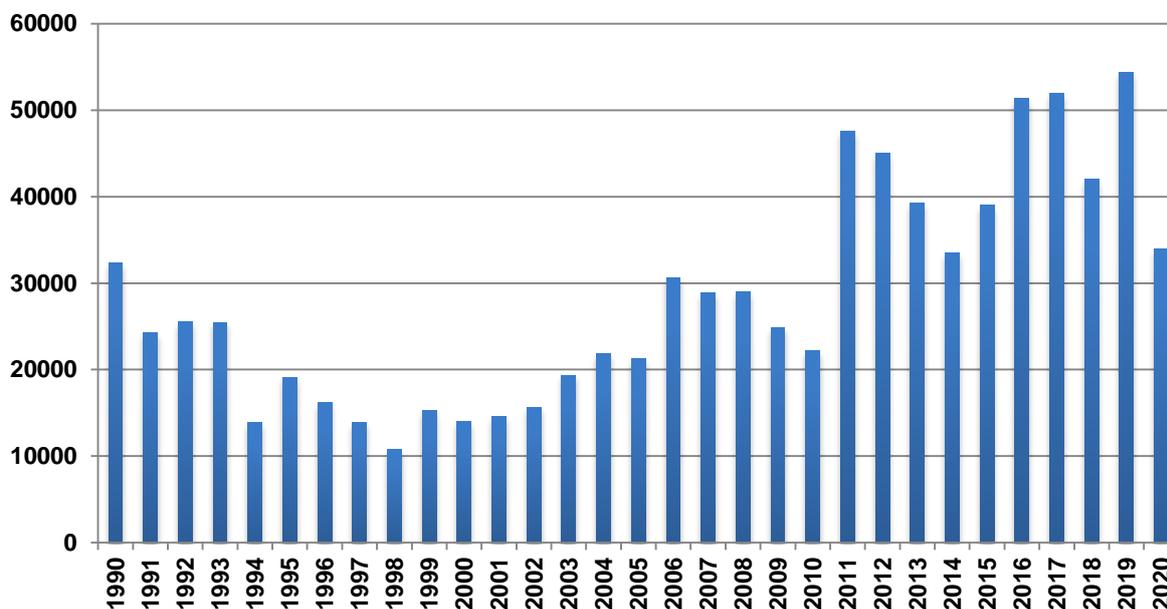


Рис. 3. Валовой сбор сахарной свеклы в РФ (в хозяйствах всех категорий), тыс. т [16]

Снижение валового сбора сахарной свеклы произошло прежде всего за счет уменьшения посевных площадей, например в Волго-Уральском макрорегионе они снизились на 26%. Также уменьшилась урожайность корнеплодов, в частности, на юге России она снизилась на 36%.

Сахаристость свеклы в 2020/2021 г. оказалась рекордной – 19,14%, а в 2019 г. – 18,02%. На заводах выход сахара повысился с 15,45% (2019 г.) до 16,2%. Это несколько компенсировало уменьшение валового сбора (рис. 4).



Рис. 4. Объем переработки сахарной свеклы в РФ за календарный год и за сезон, млн т. [16]

Воронежская область по валовому производству сахарной свеклы занимает второе место в стране после Краснодарского края (табл. 1).

Таблица 1. Посевные площади, валовые сборы и урожайность корнеплодов сахарной свеклы в Воронежской области (в хозяйствах всех категорий)

Показатели	Годы								
	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Посевная площадь:									
тыс. га	127,29	110,1	167,07	114,26	121,17	133,17	129,06	135,1	115,93
%	5,55	5,13	7,18	4,45	4,78	5,12	5,01	5,12	4,32
Валовой сбор, тыс. ц	21 497	29 462	17 930	49 162	58 366	62 346	50 844	68 520	35 479
Урожайность с уборной площади, ц/га	188,8	280,8	178,5	437,0	483,8	469,6	394,9	509,3	308,6

В 2020 г. посевная площадь сахарной свеклы в области составила 115,93 тыс. га, а валовой сбор 35478,85 тыс. т, что практически на 50% меньше, чем в 2019 году, при этом в сельскохозяйственных организациях области посевная площадь была 101,5 тыс. га: в ООО «ЦЧ АПК» – 60 503 га, ООО «АК Воронеж» – 12 468 га, ООО «ЭкоНиваАгро» – 7 088 га, АО «Хреновской конный завод» – 5 338 га, ООО «Агрокомплекс Грибановский» – 3 030 га.

По оценке аналитиков, инвестиции в сахарное производство – одни из самых быстро окупаемых и перспективных. В настоящее время сахарная свекла приносит прибыль. В 2020 г. цена на свеклу на внутреннем рынке варьировала от 3,0 до 3,5 тыс. руб. за 1 тонну при себестоимости чуть более 2 000 тыс. руб.

В 2020 г. в Воронежской области сельскохозяйственными организациями было реализовано в физическом весе 3 123 522 т корнеплодов сахарной свеклы на общую сумму 10 193 721 тыс. руб. при средней цене за одну тонну 3263,53. Полная себестоимость всей реализованной продукции составила 7 654 453 тыс. руб. В целом уровень рентабельности производства в сельскохозяйственных организациях области составил более 33% [2, 16].

Технологии выращивания сахарной свеклы постоянно меняются и совершенствуются, становятся более интенсивными и дифференцированными. Выбор оптимального типа технологии – сложная задача, решение которой зависит от массы факторов и определяется в основном природно-климатическими условиями и наличием материальных ресурсов [11]. Так как сахарная свекла – это культура, которая не переносит конкуренции с сорной растительностью, в сельскохозяйственных организациях области, как правило, используют интенсивные технологии ее выращивания (то есть без применения ручного труда), которые основаны на проведении 5–7 гербицидных обработок и использовании других средств защиты растений в течение вегетационного периода [1, 8].

В 2020 г. на покупку пестицидов под сахарную свеклу сельхозтоваропроизводителями было израсходовано 979 064 тыс. руб., то есть более 13% от общих производственных затрат.

Гербицидная защита сахарной свеклы является обязательным элементом технологии, но эта культура чрезвычайно чувствительна к химобработкам. После их проведения нередко происходит задержка роста и развития растений, отмечаются увядание и пожелтение листьев. Как результат, недобор урожая из-за фитотоксичности гербицидов ежегодно составляет 15–20%. Ситуация усугубляется в засушливые сезоны, когда использование жестких препаратов наслаивается на стресс, связанный с нехваткой влаги. И тогда потери могут достигать критических отметок. Чтобы устранить последствия химобработок, европейскими компаниями KWS и Bayer была разработана новая инно-

вационная технология «КОНВИЗО® СМАРТ», которая отличается высокой селективностью по отношению к сахарной свекле. Эта технология, обеспечивая высокую степень защиты посевов от сорняков, создает благоприятные условия для развития культурных растений в течение вегетационного периода.

Технология заключается в использовании СМАРТ-гибридов сахарной свеклы, устойчивых к гербициду ALS (производитель – компания KWS), и инновационного гербицида КОНВИЗО® (производитель – компания Bayer).

СМАРТ-гибриды сахарной свеклы выведены в соответствии с методами классической селекции без применения ГМ-технологий. Самая главная особенность заключается в том, что естественные изменения в клетках сахарной свеклы произошли путем природной мутации, затем эти изменения были внедрены в линии культуры путем обратного скрещивания. Гибриды сахарной свеклы селекции компании KWS дают урожайность корнеплодов более 68 т/га при выходе сахара более 18%. К таким гибридам относится первый инновационный гибрид СМАРТ Каледония КВС – высокоурожайный (до 900 ц/га), устойчивый ко многим болезням, относится к нормальному типу сахаристости, подходит для среднего и позднего срока уборки, который может использоваться в условиях ЦЧР. Гибрид СМАРТ Каледония КВС был зарегистрирован для коммерческого использования в 2019 г., а в 2020 г. – гибрид СМАРТ Нарния КВС, который отличается технологичной формой корнеплода и соответственно минимальными потерями при уборке.

Максимальный потенциал урожайности и сахаристости данные гибриды реализуют только при использовании гербицида КОНВИЗО®, представляющего собой новую препаративную форму – масляную дисперсию, которая обеспечивает более высокую степень дождеустойчивости препарата, а также проникновения сквозь листовую поверхность сорняков и через почвенный покров в их корневую систему. В состав гербицида входят два действующих вещества с различным механизмом действия: тиенкарбазон-метил действует через почву и листья сорняков, форамсульфурон – преимущественно через листья. В целом гербицид обладает как почвенным, так и листовым действием на сорняки, благодаря этой особенности у него наблюдается длительный пролонгированный эффект, особенно, если есть влага в почве.

Гербицид КОНВИЗО® способен обеспечить надежную защиту специальных СМАРТ-гибридов практически от всего спектра сорняков, он их уничтожает в любой фазе, за исключением мари белой. Фитотоксичность данного гербицида на СМАРТ-гибридах практически равна нулю, но его нельзя применять в системе защиты классических гибридов.

Существует три способа применения гербицида КОНВИЗО: трехкратное (по 0,5 л/га), двукратное (по 0,75 л/га) и однократное (полная норма – 1,5 л/га) применение. Все схемы отличаются удобством и стабильностью. Выбор схемы зависит от фазы развития мари белой, трехкратное применение дает наиболее стабильный результат – от 97 до 100% эффективности.

Для сахарной свеклы препарат не токсичен, но так как он имеет почвенный компонент, то основная обработка под культуру, которая идет в севообороте после свеклы, должна включать вспашку с оборотом пласта.

Комплекс приемов по уходу за посевами сахарной свеклы по инновационной технологии «КОНВИЗО® СМАРТ», предназначенный для оптимизации производственного процесса выращивания сахарной свеклы, должен обеспечить эффективную борьбу с сорняками и болезнями, сохранение оптимальной густоты стояния растений, минимальную фитотоксичность для основной культуры, снижение кратности обработок, что создает благоприятные условия для формирования урожая корнеплодов в ЦЧР не менее 70 т/га [5, 6, 7, 8, 10].

Агротехнология выращивания в данной системе общепринятая для сахарной свеклы (рис. 5).

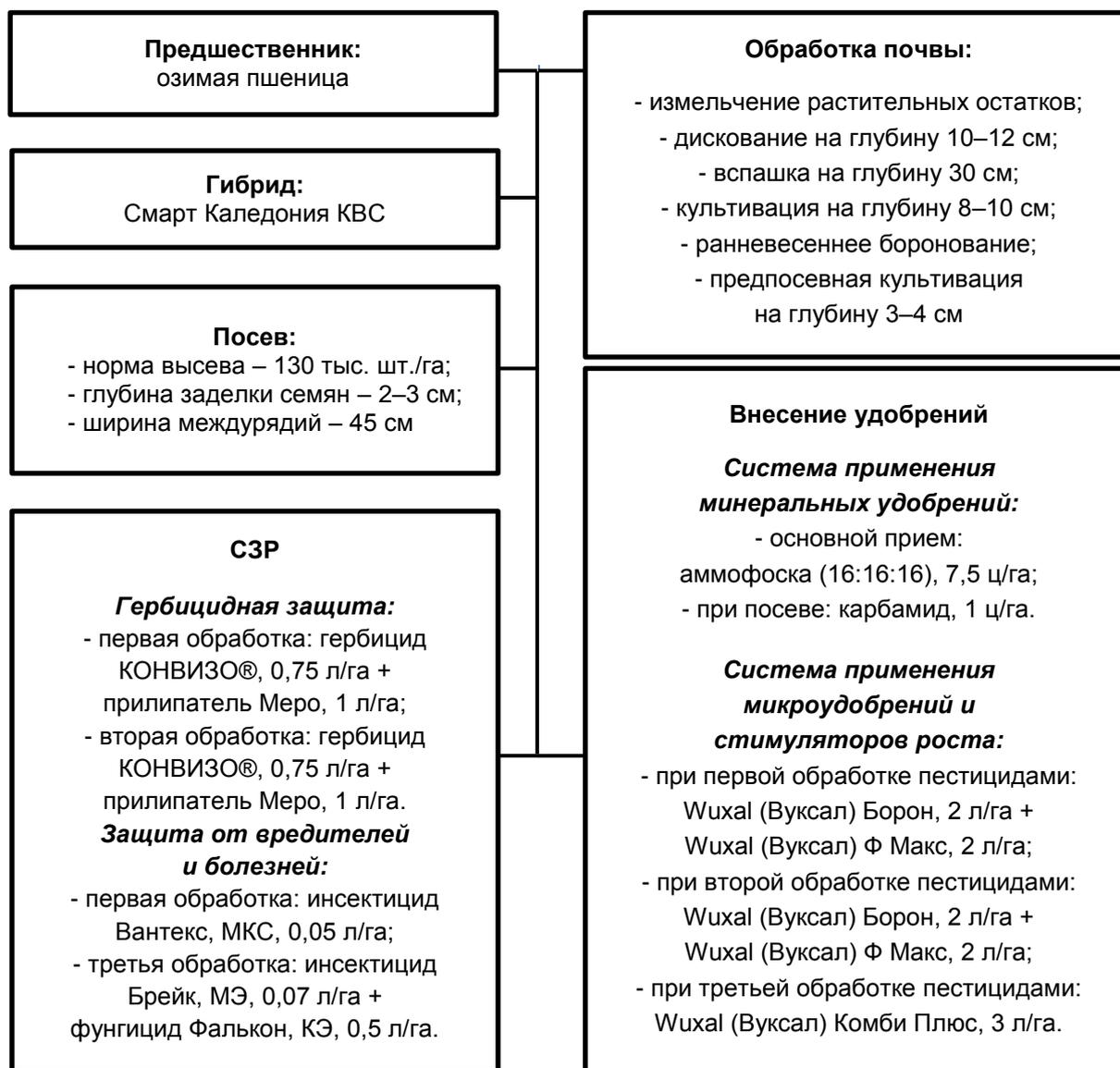


Рис. 5. Агротехнические работы по выращиванию сахарной свеклы по технологии «КОНВИЗО® СМАРТ»

Важным моментом в планировании сельскохозяйственного производства является определение проектного уровня урожайности культур. Урожайность сахарной свеклы в Воронежской области за последние 5 лет по годам была нестабильна и изменялась от 30,9 (2020 г.) до 50,9 т/га (2019 г.).

Экономическая эффективность производства сахарной свеклы характеризуется системой показателей, при этом одним из важнейших является себестоимость, в которой отражается эффективность использования ресурсов, результаты внедрения прогрессивных технологий, совершенствование организации труда, производства и управления.

Себестоимость складывается из затрат, связанных с использованием основных фондов, сырья, материалов, топлива и энергии, труда, а также других затрат, необходимых для производства продукции [4, 17].

По технологии «КОНВИЗО® СМАРТ» на семена гибрида, комплекс средств защиты растений и микроудобрения под сахарную свеклу надо потратить более 55 тыс. руб. на 1 гектар (табл. 2).

**Таблица 2. Расчет стоимости семян, пестицидов и микроудобрений, необходимых для выращивания сахарной свеклы по технологии «КОНВИЗО® СМАРТ», на 1 га (в действующих ценах на конец 2020 г.)**

Название		Норма расхода, л/га	Цена с НДС, руб./л	Общая стоимость, руб.
Комплект: гибрид Смарт Каледония КВС + гербицид КОНВИЗО® + прилипатель Мерио			470 €/комплект на га	39 480
1-я обработка	КОНВИЗО® + Мерио	0,75		
	Вантекс	0,05	4050	202,5
	Wuxal (Вуксал) Борон	2,0	1190	2 380
	Wuxal (Вуксал) Ф Макс	2,0	1490	2 980
2-я обработка	КОНВИЗО® + Мерио	0,75		
	Wuxal (Вуксал) Борон	2,0	1190	2 380
	Wuxal (Вуксал) Ф Макс	2,0	1490	2 980
3-я обработка	Фалькон	0,5	3058	1 529
	Брейк	0,07	3276	229
	Wuxal (Вуксал) Комби Плюс	3	950	2 850
Итого	-	-	-	55 011

Основная задача анализа себестоимости единицы продукции – дать объективную оценку ее уровня, выявить основные факторы, влияющие на ее изменение. В таблице 3 на основе фактических и рассчитанных при помощи технологической карты данных представлены состав и структура затрат на 1 га и себестоимости 1 ц корнеплодов сахарной свеклы.

**Таблица 3. Состав и структура затрат производства корнеплодов сахарной свеклы в Воронежской области**

Статьи затрат	Факт – 2020 г. в среднем в сельскохозяйственных организациях области			Проект по технологии «КОНВИЗО® СМАРТ», урожайность 700 ц/га		
	на 1 га, руб.	на 1 ц, руб.	%	на 1 га, руб.	на 1 ц, руб.	%
Оплата труда с отчислениями	4 619	16,1	6,3	4 894	7,0	3,4
Минеральные и органические удобрения	10 695	37,3	14,7	14 375	20,5	10,0
Семена (гибрид)	7 112	24,8	9,7			
Средства защиты растений	9 648	33,6	13,2	55 011	78,6	38,3
Нефтепродукты	5 005	17,4	6,9	4 856	6,9	3,4
Содержание основных средств (текущий ремонт)	6 234	21,7	8,5	6 330	9,0	4,4
Прочие затраты	29 666	103,3	40,6	58 256	83,2	40,5
Всего затрат	72 980	254,2	100	143 721	205,3	100

По технологии «КОНВИЗО® СМАРТ» наибольший удельный вес в структуре затрат занимают расходы на семена (гибрид), средства защиты растений и микроудобрения (более 38%), а также прочие затраты, куда входят затраты на страхование, амортизацию и транспортировку урожая. Как уже отмечалось, инновационная технология достаточно материально затратна, по сравнению с ранее применяемой технологией затраты на гектар увеличатся в два раза (до 144 тыс. руб./га), но себестоимость единицы продукции будет значительно меньше.

В конце 2020 г. производители и ритейлеры договорились зафиксировать отпускную стоимость сахара на уровне 36 руб. за 1 кг, розничную – 46 руб. за 1 кг. Все это отразилось на закупочной цене на корнеплоды сахарной свеклы (рис. 6).

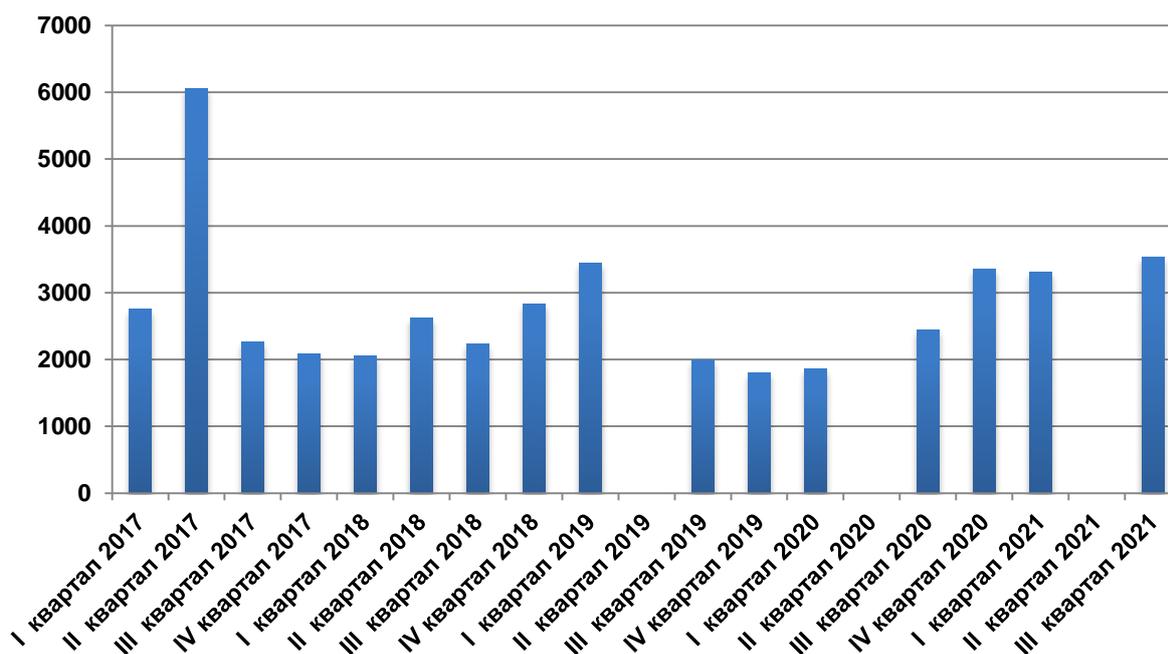


Рис. 6. Средние цены на корнеплоды сахарной свеклы в Воронежской области, руб./т [16]

Действие соглашения закончилось 1 июня 2021 г. В настоящее время регулировать рынок сахара планируют путем создания интервенционного фонда, а также утверждения квоты для беспошлинного импорта сахара в объеме 350 тыс. т, которая действовала с 15 мая по 31 августа. Кроме того, производители стали получать субсидии на возмещение части затрат – из расчета 5 руб. на 1 килограмм сахара, отгруженного в торговые сети по цене до 36 руб. за 1 килограмм [13, 17].

В результате свободной реализации корнеплодов сахарной свеклы при средней цене на корнеплоды не менее 350 руб./ц при применении технологии «КОНВИЗО® СМАРТ» стоимость реализованной продукции повысится более чем в два раза. Однако возрастут и затраты, так как необходимы дополнительные вложения на покупку семян инновационных гибридов и гербицидов, а также на уборку и реализацию урожая, превышающего показатели традиционной технологии.

В целом прибыль с 1 га при применении новой инновационной технологии «КОНВИЗО® СМАРТ» составит более 100 тыс. руб. (это в 3,6 раза больше, чем в 2020 г. в среднем по Воронежской области), уровень рентабельности производства сахарной свеклы составит не менее 70%.

**Список источников**

1. Дворянкин Е.А. Оптимизация возделывания сахарной свеклы: научно-практическое руководство. [Б. м.]: [б. и.], 2019. – 252 с.
2. Департамент аграрной политики Воронежской области // Официальный сайт. URL: <https://apk.govrn.ru/> (дата обращения: 20.07.2021).
3. Закшевский В.Г., Печеневский В.Ф. Прогнозирование развития и размещения сахарной свеклы в регионе // Сахарная свекла. 2017. № 3. С. 22–24.
4. Комплексная система защиты сахарной свеклы // Официальный сайт Cropscience.bayer.by. URL: <https://www.cropscience.bayer.ru/uploads/s1/attachment/5e25cc1bc924e.pdf> (дата обращения: 10.09.2021).
5. КОНВИЗО@СМАРТ или новая глава в истории защиты сахарной свеклы // ГлавАгроном. Главный сайт для агрономов России. URL: <https://glavagronom.ru/articles/konvizo-r-smart-ili-novaya-glava-v-istorii-zashchity-saharnoy-svekly> (дата обращения: 20.07.2021).
6. КОНВИЗО@СМАРТ – СМАРТ-инновации в защите сахарной свеклы от сорняков // СМАРТ-система. Руководство по применению. URL: <https://www.convisosmart.by/> (дата обращения: 05.09.2021).
7. КОНВИЗО@СМАРТ уверенно шагает вперед // Пропозиция. Главный журнал по вопросам агробизнеса. URL: <https://propozitsiya.com/konvizor-smart-uverenno-shagaet-vpered> (дата обращения: 05.09.2021).
8. Машонкина А.А., Хаустова Г.И. Динамика производства сахарной свеклы в Российской Федерации и Воронежской области // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции (29 мая 2018 г., Россия, Воронеж). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С. 216–222.
9. Мировое производство сахарной свеклы // РГАУ – МСХА. URL: <http://www.activestudy.info/mirovye-proizvodstvo-saharnoj-svekly> (дата обращения: 01.09.2021).
10. Организация производства сахарной свеклы // БиблиоФонд. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=811463> (дата обращения: 10.07.2021).
11. Рамазанов Р.Р., Назаренко Д.Ю., Пожарский В.Г. Инновационный элемент в технологии выращивания сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2017. № 3. С. 20–21.
12. Российские аграрии увеличили сбор сахарной свеклы на треть // Портал Экономика и жизнь. URL: <https://www.eg-online.ru/article/301732/> (дата обращения: 10.09.2021).
13. Сахар подрастает по команде // Портал ИД «Коммерсант». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4839017> (дата обращения: 10.09.2021).
14. Сахарная свекла приносит рекордную прибыль // Сельскохозяйственный портал АгроТоргГарант. URL: [https://atgarant.ru/news/saharnaya\\_svekla\\_prinosit\\_rekordnuyu\\_pribilyu\\_480.html](https://atgarant.ru/news/saharnaya_svekla_prinosit_rekordnuyu_pribilyu_480.html) (дата обращения: 20.09.2021).
15. Союз сахаропроизводителей России // Официальный сайт. URL: <http://www.rossahar.ru/> (дата обращения: 10.09.2021).
16. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // Официальный сайт. Официальная статистика. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 20.09.2021).
17. Экономика производства сахарной свеклы // Проект Economy-Ru.com. URL: <https://economy-ru.com/selskogo-hozyaystva-ekonomika/ekonomika-proizvodstva-saharnoy-48347.html> (дата обращения: 21.09.2021).

**References**

1. Dvoryankin E.A. Optimizatsiya vzdelyvaniya sakharnoj svekly: nauchno-prakticheskoe rukovodstvo [Optimization of sugar beet cultivation: Scientific and practical guide]. [No place]: [No publishing house]; 2019. 252 p.
2. Departament agrarnoj politiki Voronezhskoj oblasti. Ofitsial'nyj sayt [Department of Agrarian Policy of Voronezh Oblast. Official website]. URL: <https://apk.govrn.ru/>. (In Russ.).
3. Zakshevsky V.G., Pechenevsky V.F. Prognozirovaniye razvitiya i razmeshcheniya sakharnoj svekly v regione [Forecasting of development and distribution of sugar beet in the region]. *Saharnaya svekla = Sugar Beet*. 2017;3:22-24. (In Russ.).
4. Kompleksnaya sistema zashchity sakharnoj svekly. Ofitsial'nyj sayt Sropscience.bayer.by [Complex system of protection of sugar beet. Sgorssiepe.bayer.by official website]. URL: <https://www.cropscience.bayer.ru/uploads/s1/attachment/5e25cc1bc924e.pdf>. (In Russ.).
5. CONVIZO@SMART ili novaya glava v istorii zashchity sakharnoj svekly. GlavAgronom. Glavnyj sayt dlya agronomov Rossii [CONVISO@SMART or a new chapter in the history of sugar beet protection. GlavAgronom. The main website for Russian agronomists]. URL: <https://glavagronom.ru/articles/konvizo-r-smart-ili-novaya-glava-v-istorii-zashchity-saharnoy-svekly>. (In Russ.).
6. CONVIZO@SMART – SMART-innovatsii v zashchite sakharnoj svekly ot sornjakov. SMART-sistema. Rukovodstvo po primeniyu [CONVISO@SMART – SMART innovations in the protection of sugar beet from weeds. SMART system. Application guide]. URL: <https://www.convisosmart.by/> (data obrashcheniya: 05.09.2021). (In Russ.).
7. CONVIZO@SMART uverenno shagaet vpered. Propozitsiya. Glavnyj zhurnal po voprosam agrobiznesa [CONVISO@SMART confidently steps forward. Propositiya. The main journal on agribusiness issues]. URL: <https://propozitsiya.com/konvizor-smart-uverenno-shagaet-vpered>. (In Russ.).

8. Mashonkina A.A., Haustova G.I. Dinamika proizvodstva sakharnoj svekly v Rossijskoj Federatsii i Voronezhskoj oblasti. Politekonomicheskie problemy razvitiya sovremennykh agroekonomicheskikh sistem: sbornik nauchnyh statej 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii) [Dynamics of production of sugar beet in the Russian Federation and Voronezh region. Political and economic problems of the development of modern agro-economic systems: proceedings of scientific articles of the 3rd International Scientific and Practical Conference (May 29, 2018, Russia, Voronezh)]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2018:216-222. (In Russ.).
9. Mirovoe proizvodstvo sakharnoj svekly. RGAU – MSKHA [World sugar beet production. Russian Timiryazev State Agrarian University website]. URL: <http://www.activestudy.info/mirovoe-proizvodstvo-saxarnoj-svekly>. (In Russ.).
10. Organizatsiya proizvodstva sakharnoj svekly. BiblioFond [Organization of sugar beet production. BiblioFond website]. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=811463>. (In Russ.).
11. Ramazanov R.R., Nazarenko D.Yu., Pozharsky V.G. Innovatsionnyj element v tekhnologii vyrashchivaniya sakharnoj svekly [Innovative element of technology in sugar beet growing]. *Sakharnaya svekla = Sugar Beet*. 2017;3:20-21. (In Russ.).
12. Rossijskie agrarii uvelichili sbor sakharnoj svekly na tret'. Portal Ekonomika i zhizn' [Russian agrarians have increased sugar beet harvest by a third. Economics and Life portal]. URL: <https://www.eg-online.ru/article/301732/>. (In Russ.).
13. Sakhar podрастаet po komande. Portal ID «Kommersant» [Sugar grows up as if at a command. Portal of the Kommersant Publishing House]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4839017>. (In Russ.).
14. Sakharnaya svekla prinosit rekordnyu pribyl'. Sel'skokhozyajstvennyj portal AgroTorgGarant [Sugar beet brings record profits. AgroTorgGarant agricultural portal]. URL: [https://atgarant.ru/news/saharnaya\\_svekla\\_prinosit\\_rekordn-uyu\\_pribyly\\_480.html](https://atgarant.ru/news/saharnaya_svekla_prinosit_rekordn-uyu_pribyly_480.html). (In Russ.).
15. Soyuz sakharoproizvoditelej Rossii. Ofitsial'nyj sajt [Union of Sugar Producers of Russia. Official website]. URL: <http://www.rossahar.ru/>. (In Russ.).
16. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat). Ofitsial'nyj sajt. Statistika [Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Statistics]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>. (In Russ.).
17. Ekonomika proizvodstva sakharnoj svekly. Proekt Economy-Ru.com [Economics of sugar beet production. Economy-Ru.com project]. URL: <https://economy-ru.com/selskogo-hozyaystva-ekonomika/ekonomika-proizvodstva-saharnoy-48347.html>. (In Russ.).

#### **Информация об авторах**

Е.В. Климкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [aklimkin.73@mail.ru](mailto:aklimkin.73@mail.ru), [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Л.А. Светашова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.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», [zemleled@agronomy.vsau.ru](mailto:zemleled@agronomy.vsau.ru).

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

E.V. Klimkina, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [aklimkin.73@mail.ru](mailto:aklimkin.73@mail.ru), [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

L.A. Svetashova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

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, [zemleled@agronomy.vsau.ru](mailto:zemleled@agronomy.vsau.ru).

**Статья поступила в редакцию 08.12.2021; одобрена после рецензирования 28.01.2022; принята к публикации 11.02.2022.**

**The article was submitted 08.12.2021; approved after revision 28.01.2022; accepted for publication 11.02.2022.**

© Климкина Е.В., Светашова Л.А., Климкин А.Ф., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 330.131.5:634.1(477.75)  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_234

**Оценка деятельности плодородческих  
предприятий Республики Крым**

**Максим Михайлович Бабин**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,  
Институт экономики и управления, Симферополь, Россия  
<sup>1</sup>fanat-ml@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Отраслевой или региональный уровень исследования деятельности плодородческих предприятий не позволяет объективно оценить специфические проблемы их функционирования. Для принятия обоснованных управленческих решений необходим точечный подход с учетом особенностей производства продукции плодородства. Научная новизна обоснованного в статье принципа классификации плодородческих предприятий заключается в выборе площади многолетних насаждений в качестве признака их группировки. Апробация данного подхода на примере предприятий отрасли плодородства Республики Крым позволила более обоснованно провести анализ их деятельности и выделить направления дальнейшего устойчивого развития. Площадь плодовых насаждений в республике в настоящее время составляет 13,0 тыс. га, валовой сбор – 118,2 тыс. т, урожайность плодовых культур – 100 ц/га, уровень товарности – 65,9%. В регионе зарегистрировано 93 предприятия, выбравших выращивание плодовых культур основным видом деятельности, в том числе производство косточковых и семечковых культур – 38. По отношению к общему числу организаций Республики Крым их удельный вес составляет 0,29%, по отношению к предприятиям АПК – 6,46%. Рынок продукции отрасли плодородства в Республике Крым является высококонцентрированным. В результате проведенного анализа производственно-хозяйственной деятельности плодородческих предприятий Республики Крым были сформированы четыре группы: крупные ( $S > 1000$  га), средние ( $1000 > S > 500$  га), малые ( $500 > S > 100$  га); и микропредприятия ( $100 > S > 6$  га). Для каждой из выделенных групп были предложены ключевые точки управления из пяти классических элементов: планирования, организации, координации, мотивации и контроля. Итогом работы административно-управленческого аппарата по заданным ключевым точкам должна стать Дорожная карта развития каждой организации, оптимизирующая как процесс самого управления, так и деятельность плодородческого предприятия в целом.

**Ключевые слова:** предприятие, плодородство, Республика Крым, критерии, площадь многолетних насаждений, управление, ключевые точки

**Для цитирования:** Бабин М.М. Оценка деятельности плодородческих предприятий Республики Крым // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 234–243. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_234-243](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_234-243).

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Assessment of activities of fruit-growing  
enterprises of the Republic of Crimea**

**Maxim M. Babin**<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute of Economics and Management, Simferopol, Russia  
<sup>1</sup>fanat-ml@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The sectoral or regional level of research into the activities of fruit-growing enterprises does not allow an objective assessment of specific problems of their functioning. In order to make informed management decisions, a rifle approach is needed with the account of the peculiarities of fruit production. The scientific novelty of the principle of classification of fruit-growing enterprises substantiated in this article lies in the choice of the area of perennial plantations as the sign of their grouping. Testing this approach on the example of enterprises of the fruit-growing industry of the Republic of Crimea made it possible to more reasonably analyze their activities and identify the areas for their further sustainable development. The area of fruit plantations in the Republic currently amounts to 13.0 thousand hectares. The gross harvest is 118.2 thousand tons. The yield of fruit crops is 100 centners per hectare, and the level of marketability is 65.9%. There are 93 enterprises registered in the region that have chosen the cultivation of fruit crops as their main activity, of which 38 enterprises produce stone and pome fruits. In relation to the total number of organizations in the Republic of Crimea their share is 0.29%, while in relation to the enterprises

of the agro-industrial complex their share is 6.46%. The market for products of the fruit-growing industry in the Republic of Crimea is highly concentrated. The analysis of the production and economic activities of fruit-growing enterprises in the Republic of Crimea has identified four groups of enterprises, i.e. large ( $S > 1,000$  ha); medium ( $1,000 > S > 500$  ha); small ( $500 > S > 100$  ha); and micro enterprises ( $100 > S > 6$  ha). For each of the identified groups the authors have proposed the key points of management consisting of five classical elements, e.g. planning, organization, coordination, motivation, and control. The work of the administrative and managerial apparatus on the given key points should result in the creation of a Roadmap for the development of each organization, optimizing both the management process itself and the activities of the fruit-growing enterprise as a whole.

**Key words:** enterprise, fruit growing, the Republic of Crimea, criteria, perennial plantations area, management, key points

**For citation:** Babin M.M. Assessment of activities of fruit-growing enterprises of the Republic of Crimea. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(1):234-243. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_234-243](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_234-243).

**О**ценка деятельности хозяйствующих субъектов осуществляется на различных уровнях управления – от их структурных подразделений до общенационального. На каждом из этих уровней применяется соответствующий инструментарий анализа конкретных производственных и финансово-экономических показателей, апробированные аналитические методики и унифицированная отчетность. Показатели отдельных предприятий при этом являются наиболее информативными, так как отражают конкретные производственно-хозяйственные условия их деятельности и, как правило, более просты при обработке.

Такого рода анализ деятельности необходим для принятия управленческих решений непосредственными руководителями предприятий, однако ограничен в применении другими аналогичными субъектами предпринимательской деятельности. Это обуславливает преимущественно отраслевой или региональный уровень исследования хозяйствующих субъектов, что не позволяет объективно оценить точечные проблемы их функционирования. В частности, без исследования специфики аграрного производства каждого конкретного плодородческого предприятия невозможно разработать долгосрочную стратегию его деятельности, оптимизировать систему внутрихозяйственного планирования, предложить действенные управленческие решения.

Проблемам оценки производственно-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий посвящены труды многих отечественных [3, 4, 13] и зарубежных [6, 14, 15] авторов, однако углубленный анализ показателей функционирования плодородческих предприятий с территориальной привязкой к Республике Крым в них отсутствует. Мониторинг современных электронных баз данных показал, что авторы некоторых публикаций [5, 12, 8], направленных на изучение отрасли плодородства в регионе, не дают ответов о перспективах развития ее отдельных предприятий. Основной целью проведенных исследований явилась разработка предложений по управлению плодородческими предприятиями Республики Крым на основе анализа их производственно-хозяйственной деятельности.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- дать оценку современного состояния отрасли плодородства Республики Крым;
- провести мониторинг функционирования плодородческих предприятий Республики Крым;
- выявить недостатки в системе оценки деятельности предприятий отрасли плодородства и предложить пути их устранения для оптимизации процесса управления.

Отрасль плодородства в Республике Крым всегда относилась к числу перспективных благодаря ее агротехнологическому соответствию природно-климатическим условиям региона. Максимально высокие показатели были продемонстрированы в 80–90-е гг. прошлого столетия, когда площадь садов на полуострове достигала 80 тыс. га, а валовые сборы отрасли плодородства – 500,0 тыс. т. Динамика развития отрасли плодородства в Республике Крым представлена в таблице 1.

Таблица 1. Динамика развития отрасли плодоводства в Республике Крым, 2015–2019 гг.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменения, 2019 г. к 2015 г.	
						+, –	%
Площадь, тыс. га	11,1	11,7	11,9	12,0	13,0	+1,9	+17,1
Урожайность, ц/га	99,5	111,6	82,2	126,8	90,9	-8,6	-8,6
Валовой сбор, тыс. т	110,5	130,6	97,8	152,2	118,2	+7,7	+7,0
Всего реализовано, тыс. т	63,3	72,0	60,6	78,2	77,9	+14,6	+23,1
Уровень товарности, %	57,3	55,1	62,0	51,4	65,9	+8,6	+15,0

Источник: составлено автором по данным [10].

Как свидетельствуют данные, представленные в таблице 1, к 2019 г. площадь плодовых насаждений сократилась до 13,0 тыс. га, а валовой сбор – до 118,2 тыс. т. В то же время применение современных интенсивных технологий позволило значительно повысить урожайность плодовых культур – в среднем до 100 ц/га, тогда как в период расцвета крымского садоводства она редко превышала 50,0 ц/га, а в отдельные годы была и менее 10,0 ц/га.

К положительным тенденциям в развитии отрасли плодоводства Республики Крым последних лет можно отнести не только увеличение площади садов на 1,9 тыс. га, или 17,1%, но и возрождение сферы питомниководства. За период реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым [7] в регионе было заложено 9,0 га маточников.

Участие в реализации инвестиционных проектах принимали следующие предприятия:

- АО «Крымская фруктовая компания» – заложены маточники плодовых культур на площади 6 га (2017 г.);
- ООО «СадПитомник» – заложены маточники клоновых подвоев яблони на площади 2 га (2019 г.);
- ИП крестьянское (фермерское) хозяйство Ежова К.В. – заложены маточники яблони на площади 1 га (2019 г.).

Также обращает на себя внимание достаточно высокий уровень товарности плодовой продукции, реализуемой сельскохозяйственными предприятиями Республики Крым – от 57,3% в 2015 г. до 65,9% в 2019 г., что соответствует общеотраслевому нормативу. Повысить данный показатель можно за счет увеличения мощности объектов по хранению фруктов, дефицит которых в регионе на текущий момент составляет 103,1 тыс. т, или 57,0%.

Согласно статистическим данным, по состоянию на начало 2020 г. в Республике Крым зарегистрировано 93 организации, выбравших выращивание плодовых культур основным видом деятельности, в том числе производство косточковых и семечковых культур – 38 [1]. Оценка места плодоводческих предприятий Крыма в их общей региональной численности представлена в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, количество предприятий отрасли плодоводства за анализируемый пятилетний период в Республике Крым значительно увеличилось – на 28 ед., или 43,1%. В то же время в процентном соотношении их доля изменилась несущественно: по отношению к общему числу организаций в 2019 г. она составила 0,29%, а по отношению к предприятиям АПК – 6,46%.

Таблица 2. Место плодородческих предприятий Республики Крым в общей численности предприятий региона, 2015–2019 гг.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменения, 2019 г. к 2015 г.	
						+, -	%
Всего, ед.	23 653	31 880	33 077	33 202	32 291	+8638	+36,5
В том числе:							
в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве, ед.	1 089	1 484	1 538	1 513	1 440	+351	+32,2
из них – в отрасли плодородства, ед.	65	68	80	88	93	+28	+43,1
В % к общей численности	0,27	0,21	0,24	0,27	0,29	+0,02	+7,4
В % к отраслевой сфере	6,00	4,58	5,20	5,82	6,46	+0,46	+7,7

Источник: составлено автором по данным [1, 9].

Количественно региональный рынок плодородческой продукции Крыма представлен относительно небольшим числом местных производителей. Если же провести углубленный анализ их деятельности, можно констатировать, что отдельные предприятия находятся в процессе банкротства, стадии ликвидации или реорганизации, а также не производят продукцию плодородства, в том числе вследствие не вступления садов в период плодоношения. Вместе с тем в регионе функционируют организации, у которых производство плодов является дополнительным видом деятельности и которые не учитываются органами статистики в составе отрасли плодородства. Так, например, согласно данным Годового отчета Министерства сельского хозяйства Республики Крым [2], в 2019 г. ООО «Бивайн» (г. Симферополь) были проведены работы по закладке 73,184 га многолетних плодовых насаждений и мелиорации указанной площади, однако данное предприятие не относится статистически к отрасли плодородства, так как в качестве основного вида деятельности зарегистрировало выращивание винограда.

Фактически в 2019 г. из предприятий Республики Крым, выбравших в качестве основного вида деятельности выращивание многолетних культур (код ОКВЭД 01.2) и семечковых и косточковых культур (код ОКВЭД 01.24), к отрасли плодородства можно отнести только 38 (по 19 в каждой группе). Показатели финансово-хозяйственной деятельности плодородческих предприятий Республики Крым представлены в таблице 3.

Таблица 3. Экономическая характеристика плодородческих предприятий Республики Крым, 2015–2019 гг.

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменения, 2019 г. к 2015 г.	
						+, -	в %
Численность персонала, чел.	2044	2092	2130	2198	2310	+266	+13,0
Стоимость внеоборотных активов, млн руб.	1862,6	2825,8	3794,8	4862,8	6956,9	+5094,3	+273,5
Стоимость оборотных активов, млн руб.	1091,0	1687,4	1928,3	2606,9	2484,9	+1393,9	+127,8
Выручка от реализации, млн руб.	1779,0	2327,2	1813,9	1955,8	2146,3	+367,3	+20,6
Общая сумма затрат, млн руб.	97,6	1437,3	1610,2	2081,3	2094,2	+1996,6	в 20,5 р.
Чистая прибыль (убыток), млн руб.	1681,4	889,9	203,7	-125,5	52,1	-1629,3	-96,9
Уровень рентабельности (убыточности), %	1722,7	61,9	12,7	-6,0	2,5	-1720,2	x

Источник: составлено автором по данным [1].

Анализируя показатели, представленные в таблице 3, можно отметить, что за период 2015–2019 гг. численность персонала плодородческих предприятий Республики Крым возросла на 266 чел., или 13,0%, стоимость внеоборотных активов увеличилась на 5,1 млрд руб., или 273,5 %, а оборотных активов – на 1,4 млрд руб., или 127,8%. Положительная динамика наблюдается и в изменении объема выручки от реализации продукции плодородства, рост которой за последние 5 лет составил 367,3 млн руб., или 20,6%. Вместе с тем за этот период в значительной степени увеличилась и общая сумма затрат плодородческих предприятий региона (на 2,0 млрд руб., или в 20,5 раз), что привело не только к снижению размера чистой прибыли, но и убыточности отрасли в 2018 г. Прибыльным для предприятий отрасли был 2019 г., однако по сравнению с 2015 г. размер чистой прибыли снизился на 1,6 млрд руб., или 96,9%, при этом уровень рентабельности производства продукции плодородства составил всего 2,5% против 1722,7% в 2015 г.

Полученная оценка дает общее представление о развитии предприятий отрасли плодородства в Республике Крым, свидетельствует о наращивании их ресурсного потенциала и увеличении себестоимости производства. Но конкретизировать проблемы их деятельности на основании полученных результатов невозможно, так как имеющиеся данные не в полной мере корректны. Так, среднесписочная численность персонала плодородческих предприятий рассчитывается исходя из данных о количестве постоянных сотрудников, тогда как, например в АО «Крымская фруктовая компания», при 1100 чел. постоянного персонала на период сбора урожая дополнительно привлекается еще до 1100–1400 сезонных работников. Многие предприятия арендуют свои внеоборотные активы, не отражая их в отчетности, что не дает возможности получить адекватную оценку их ресурсного потенциала. И, наконец, в совокупном финансовом результате не фиксируется количество прибыльных и убыточных предприятий, динамика изменения числа которых необходима для полноценного мониторинга их деятельности (табл. 4).

**Таблица 4. Оценка финансовых результатов деятельности плодородческих предприятий Республики Крым, 2015–2019 гг.**

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Прибыльные, ед.	15	18	19	24	25
В том числе:					
- с наибольшей прибылью, тыс. руб.	1 394 054 – АО «Крымская фруктовая компания»	553 753 – АО «Крымская фруктовая компания»	121 937 – АО «Крымская фруктовая компания»	66 920 – ООО «Сады Бахчисарая»	91 279 – ООО «Бахчисарайская Долина»
- с наименьшей прибылью, тыс. руб.	33 – ООО «Стандарт А»	50 – ООО «Грушевые сады»	49 – К(Ф)Х «Нектарин»	2 – ООО «Фруктовый РАЙ»	5 – ООО «Фрукты Крыма»
Убыточные, ед.	8	8	10	9	12
В том числе:					
- с наибольшим убытком, тыс. руб.	19 461 – АО «Победа»	24 516 – АО «Победа»	34 911 – АО «Победа»	254 010 – АО «Крымская фруктовая компания»	223 453 – АО «Крымская фруктовая компания»
- с наименьшим убытком, тыс. руб.	3 – ООО «Фрукты Старого Крыма»	50 – ООО «Фруктовые Дали»	5 – ООО «Золотое Поле»	87 – ГУП РК «Предгорье»	20 – ООО «Стандарт А»
В точке безубыточности, ед.	2	2	1	1	1

Источник: составлено автором по данным [1].

Данные, обобщенные в таблице 4, свидетельствуют, что количество прибыльных плодородческих предприятий Республики Крым увеличилось за период 2015–2019 гг. на 10 ед., или 66,7%, а убыточных – на 4 ед., или 50,0%. Более половины финансовых потоков в отрасли обеспечивает АО «Крымская фруктовая компания», демонстрировавшая как наибольшую чистую прибыль (2015–2017 гг.), так и наибольший чистый убыток (2018–2019 гг.). Важную роль в формировании финансовых результатов отрасли плодородства сыграло также АО «Победа» (с чистым убытком от 19,5 млн руб. в 2015 г. до 34,9 млн руб. в 2019 г.), ООО «Сады Бахчисарая» (с чистой прибылью 2018 года в размере 66,9 млн руб.) и ООО «Бахчисарайская Долина» (с чистой прибылью 2019 г. в размере 91,3 млн руб.). Остальные плодородческие предприятия региона оказали второстепенное влияние на отраслевые финансовые показатели, что косвенно свидетельствует о высоком уровне рыночной концентрации. Более обоснованно это можно утверждать на основании расчетов таких показателей, как индекс концентрации (CRi) и индекс Херфиндаля-Хиршмана (НИ), отражающих рыночные доли плодородческих предприятий Республики Крым:

$$CRi = 50,5 \text{ (АО «Крымская фруктовая компания») } + 10,4 \text{ (ООО «Сады Бахчисарая») } + 6,7 \text{ (АО «Совхоз Весна») } = 67,6\%;$$

$$НИ = 50,5^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,003^2 + 0,01^2 + 0,2^2 + 5,3^2 + 0,3^2 + 0,01^2 + 0,2^2 + 0,2^2 + 0,03^2 + 0,002^2 + 0,7^2 + 1,7^2 + 0,4^2 + 6,9^2 + 0,2^2 + 9,5^2 + 1,0^2 + 5,5^2 + 0,01^2 + 0,3^2 + 6,2^2 + 0,01^2 + 0,04^2 + 0,01^2 + 0,002^2 + 6,7^2 + 0,05^2 + 0,02^2 + 0,2^2 + 0,4^2 + 0,02^2 + 0,3^2 + 0,3^2 + 1,5^2 + 0,01^2 = 2837,3.$$

Учитывая, что высокая степень концентрации для российских компаний достигается при  $CR_3 > 70\%$ ,  $НИ > 2000$ , можно считать рынок продукции отрасли плодородства в Республике Крым высококонцентрированным.

Объемы выручки от реализации продукции, наряду с численностью работников, являются и критериями для определения размеров предприятий, в частности их отнесения к сфере малого бизнеса. Как видно из таблицы 5, в Республике Крым зарегистрировано одно среднее предприятие отрасли плодородства (ООО «Яросвит-Агро»), 6 малых предприятий и 25 микропредприятий. Кроме того, выращиванием плодов занимаются еще 6 организаций, не обозначивших свой статус в размерной градации (АО «Крымская фруктовая компания», ООО «Далм-Агро», ГУП РК «Предгорье», ООО «Сады Бахчисарая», АО «Победа», АО «Совхоз Весна»).

**Таблица 5. Оценка размеров плодородческих предприятий Республики Крым, 2015–2019 гг.**

Размер	Предприятия
Среднее	ООО «Яросвит-Агро»
Малое	ООО «Фруктовый РАЙ», ООО «Сады Крыма», ООО «Бахчисарайская Долина», ООО «Ирий Сад», ООО «Сады Альминской долины», ООО «Янтарный Сад»
Микро	ООО «Солнечная Таврида», ООО «Исцеляющий источник», ООО «Крымский Сад», К(Ф)Х «Садовое-2011», ООО «Новый Крым», К(Ф)Х «Супрунова», К(Ф)Х «Нектарин», ООО «Грушевые сады», К(Ф)Х «Крымсад», ООО «Кроненталь», ООО «Саворья Плюс», ООО «Фрукты Старого Крыма», ООО «Стандарт А», ООО «Золотое Поле», ООО «Крымская аграрная компания», ООО «Фруктовые Дали», ООО «Инвестиции и Капитал», ООО «СО Яркое Поле», ООО Агрофирма «Сады Приазовья», ООО «Агрокомплекс Крым», ООО «Персики Бахчисарая», ООО «АПП Плоды», ООО «Наш Сад», К(Ф)Х «Таир», ООО «Фрукты Крыма»
Нет данных	АО «Крымская фруктовая компания», ООО «Далм-Агро», ГУП РК «Предгорье», ООО «Сады Бахчисарая», АО «Победа», АО «Совхоз Весна»

Источник: составлено автором по данным [1].

Представленная в таблице 5 классификация не только не отражает специфику производственно-хозяйственной деятельности предприятий отрасли плодоводства, но и противоречива. Поскольку для отнесения организаций к сфере малого бизнеса установлены только предельно максимальные значения, то, например ООО «Фрукты Старого Крыма» с численностью персонала 135 чел. и выручкой 117,0 млн руб. является микропредприятием, а ООО «Фруктовый РАЙ» с количеством работников в 42 чел. и доходом в 65 тыс. руб. – малым предприятием. Такие внутриотраслевые несоответствия искажают не только результаты сравнительного анализа, но и не позволяют принимать адекватные управленческие решения.

Классический процесс управления включает в себя пять этапов: планирование, организацию, координацию, мотивацию и контроль. Все они тесно переплетены между собой и, несмотря на хронологический порядок, могут взаимозаменяться, видоизменяться и даже быть упразднены. Эти преобразования обусловлены спецификой деятельности объекта управления, его отраслевой принадлежностью и территориальным расположением.

В отрасли плодоводства весь производственный процесс и его ресурсное обеспечение строятся на основе имеющихся многолетних насаждений и этапа их плодоношения. Показатели численности работников и объема выручки от реализации при этом являются важными, но второстепенными для организации системы управления предприятием, так как напрямую зависят от масштабов земельных угодий. С этой точки зрения (с учетом научно обоснованных размеров площадей многолетних насаждений) ранжирование плодоводческих предприятий Республики Крым по размерам сельскохозяйственного производства будет иметь следующий вид (табл. 6).

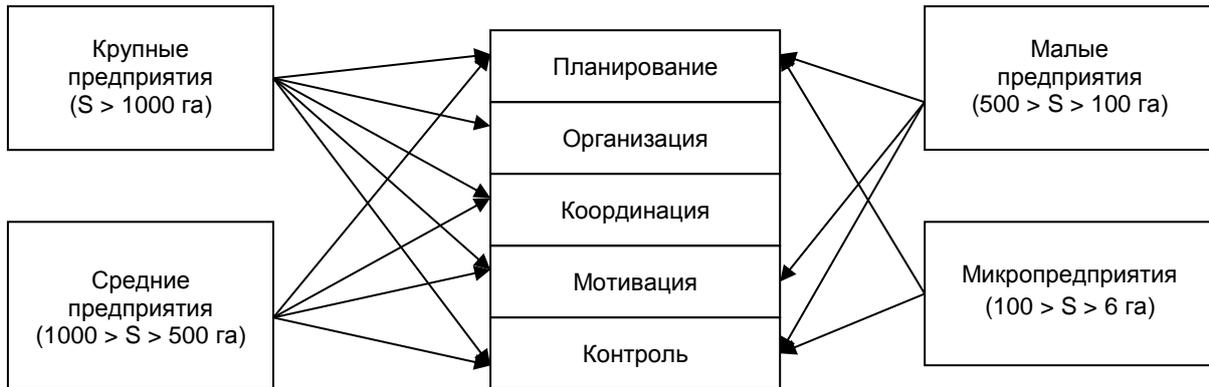
**Таблица 6. Ранжирование плодоводческих предприятий Республики Крым по размерам аграрного производства**

Размер	Критерии	Предприятия
Крупные	$S > 1000$ га	АО «Крымская фруктовая компания», ООО «Яросвит-Агро», ООО «Сады Бахчисарая», АО «Победа», АО «Совхоз Весна»
Средние	$1000 > S > 500$ га	ООО «Сады Крыма», ООО «Бахчисарайская Долина», ООО «Фрукты Старого Крыма»
Малые	$500 > S > 100$ га	ООО «Исцеляющий источник», ООО «Фруктовый РАЙ», ООО «Крымский Сад», К(Ф)Х «Садовое-2011», ООО «Новый Крым», ООО «Грушевые сады», К(Ф)Х «Крымсад», ООО «Кроненталь», ООО «Ирий Сад», ООО «Золотое Поле», ООО «СО Яркое Поле», ООО «Агрокомплекс Крым», ООО «Персики Бахчисарая», ООО «Сады Альминской долины», ООО «Янтарный Сад», К(Ф)Х «Таир»
Микро	$100 > S > 6$ га	ООО «Солнечная Таврида», ООО «Далм-Агро», К(Ф)Х «Супрунова», К(Ф)Х «Нектарин», ГУП РК «Предгорье», ООО «Саворья Плюс», ООО «Стандарт А», ООО «Крымская аграрная компания», ООО «Фруктовые Дали», ООО «Инвестиции и Капитал», ООО Агрофирма «Сады Приазовья», ООО «АПП Плоды», ООО «Наш Сад», ООО «Фрукты Крыма»

Источник: составлено автором по данным [1, 11]

Таким образом, по критерию размера площади многолетних насаждений в Республике Крым можно выделить 5 крупных, 3 средних, 16 малых и 14 микропредприятий отрасли плодоводства. Данная градация позволяет не только более обоснованно подходить к проведению анализа их производственно-хозяйственной деятельности, но и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности. В большинстве научных исследований рассматриваются внутренние резервы ресурсов, технологий и самого производства, а процессу управления предприятием не уделяется должного внимания. Однако его совершенствование также может привести к ощутимому росту финансовых показателей в результате оптимизации использования данных резервов.

С этой целью предприятия плодородства, в зависимости от размеров аграрного производства, должны выделить ключевые точки своего функционирования с перспективой формирования собственной Дорожной карты развития (см. рис.).



Ключевые точки управления деятельностью предприятий отрасли плодородства Республики Крым

Приведенная на рисунке схема отражает необходимость роста количества ключевых точек управления пропорционально увеличению размеров плодородческих предприятий. Это вызвано не только повышением сложности организационных взаимосвязей в крупных компаниях, но и выделением центров финансовой ответственности за каждое структурное подразделение. В микропредприятиях с несколькими сотрудниками такой центр преимущественно один (в лице их учредителя), вследствие чего такие элементы, как организация, координация и мотивация становятся дополнительными в системе управления. В малых предприятиях в состав ключевых элементов переходит мотивация, в средних – координация, а в крупных одинаково важны все перечисленные составляющие, включая планирование и контроль. Последние элементы, а именно планирование и контроль являются ключевыми точками управления независимо от размеров плодородческого предприятия. Без планирования как стратегического, так и текущего, невозможно само производство продукции плодородства, так как выращивание многолетних насаждений – процесс длительный и сложный. В свою очередь, контроль позволяет оценить эффективность принятых управленческих решений в течение этого периода и скорректировать плановые показатели.

Следует отметить, что это лишь первый этап формирования предложений по оптимизации процесса управления плодородческими предприятиями Республики Крым на основе оценки их производственно-хозяйственной деятельности. Для каждой организации, с учетом конкретных условий, факторов и ресурсов ее функционирования, может быть разработана собственная Дорожная карта развития на основе предложенных критериев. При этом в зависимости от наличия уже разработанной стратегии предприятия и ее видения руководством возможно выделение дополнительных ключевых точек управления, в том числе и в рамках перечисленных элементов.

**Выводы**

Для эффективного управления предприятиями любой сферы деятельности необходимы достоверные и систематизированные по различным признакам данные. Анализ их наличия, порядка предоставления и статистической обработки по предприятиям отрасли плодородства Республики Крым показал, что они недостаточны для полноценного мониторинга их производственно-хозяйственной деятельности и принятия обоснованных управленческих решений. В частности, была выявлена некорректность данных о количестве предприятий отрасли плодородства в регионе, численности их персонала, отнесении к сфере малого бизнеса и определении совокупного финансового результата.

С целью устранения искажений необходим точечный подход к оценке деятельности каждого предприятия, включая их градацию по критерию размера многолетних насаждений и этапа их плодоношения.

В результате проведенного анализа производственно-хозяйственной деятельности плодородческих предприятий Республики Крым были сформированы четыре группы:

- крупные ( $S > 1000$  га);
- средние ( $1000 > S > 500$  га);
- малые ( $500 > S > 100$  га);
- микропредприятия ( $100 > S > 6$  га).

Для каждой из выделенных групп были предложены ключевые точки управления из пяти классических элементов: планирования, организации, координации, мотивации и контроля.

Итогом работы административно-управленческого аппарата по заданным ключевым точкам должна стать Дорожная карта развития каждой организации, оптимизирующая как процесс самого управления, так и деятельность плодородческого предприятия в целом.

#### Список источников

1. Выращивание многолетних культур в Республике Крым // Блог Rusprofile. URL: <https://www.rusprofile.ru/codes/12000/respublika-krym> (дата обращения: 30.11.2021).
2. Годовой отчет за 2019 год о ходе реализации и оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым // Министерство сельского хозяйства Республики Крым: официальный сайт. URL: <https://msh.rk.gov.ru/ru/structure/458> (дата обращения: 29.10.2021).
3. Гурнович Т.Г., Клепалко И.Ю. Пути улучшения финансовых результатов сельскохозяйственного предприятия // Вектор экономики. 2019. № 1(31). С. 99–108.
4. Долматова Л.Г. Организационно-экономический механизм развития и становления сельскохозяйственных предприятий в современных условиях // Znanstvena Misel. 2019. № 2–1(27). С. 9–10.
5. Коваленко Н.Я., Ибиев Г.З. Производство и эффективность плодово-ягодной продукции в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 67–70. DOI: 10.32651/193-67.
6. Мацибора Т.В. Инвестиционное обеспечение развития сельскохозяйственных предприятий // Международный научно-производственный журнал «Экономика АПК». 2019. № 2(292). С. 66–72. DOI: 10.32317/2221-1055.201902066.
7. Об утверждении Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым: Постановление Совета министров республики Крым от 13 декабря 2019 года № 732 // Министерство сельского хозяйства Республики Крым: официальный сайт. URL: <https://msh.rk.gov.ru/ru/structure/458> (дата обращения: 01.09.2020).
8. Папазян С.Л., Рыбалко Н.В., Кочьян Г.А. Направления господдержки предприятий плодородства и виноградарства в Краснодарском крае // Экономика и предпринимательство. 2017. № 12-3(89). С. 335–339.
9. Предприятия и организации : официальная статистика // Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю: официальный сайт. URL: <https://crimea.gks.ru/folder/27551> (дата обращения: 29.10.2021).
10. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: официальная статистика // Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю: официальный сайт. URL: <https://crimea.gks.ru/folder/27566> (дата обращения: 31.11.2021).
11. Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б. и др. Система садоводства Республики Крым: монография. Симферополь: Издательство-Типография «Ариал», 2016. 288 с.
12. Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б. и др. Современное интенсивное плодородство Крыма: монография. Симферополь: Издательство-Типография «Ариал», 2017. 548 с.
13. Тушканов М.П., Шумаков Ю.Н. К вопросу о сельскохозяйственном предприятии (организации) // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 2–6. DOI: 10.32651/193-2.
14. Bruce A.B. Farm entry and persistence: Three pathways into alternative agriculture in southern Ohio // Journal of Rural Studies. July 2019. Vol. 69. Pp. 30–40.
15. Xi X., Zhang X.J. Complexity analysis of a decision-making game concerning governments and heterogeneous agricultural enterprises with bounded rationality // Chaos, Solitons & Fractals. November 2020. Vol. 140. Pp. 110–220.

#### References

1. Vyrashchivanie mnogoletnikh kul'tur v Respublike Krym [Growing perennial crops in the Republic of Crimea]. Rusprofile Blog. URL: <https://www.rusprofile.ru/codes/12000/respublika-krym>. (In Russ.).

2. Godovoj otchet za 2019 god o khode realizatsii i otsenki effektivnosti Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyajstvennoj produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Respubliki Krym. Ministerstvo sel'skogo khozyajstva Respubliki Krym: ofitsial'nyj sajt [Annual report for 2019 on the implementation and evaluation of the effectiveness of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets of the Republic of Crimea. Ministry of Agriculture of the Republic of Crime : official website]. URL: <https://msh.rk.gov.ru/ru/structure/458>. (In Russ.).
3. Gurnovich T.G., Klepalco I.Yu. Puti uluchsheniya finansovykh rezul'tatov sel'skokhozyajstvennogo predpriyatiya [Ways of improving the financial results of agricultural enterprise]. *Vektor ekonomiki = Vector Economy*. 2019;1(31):99-108. (In Russ.).
4. Dolmatova L.G. Organizatsionno-ekonomicheskij mekhanizm razvitiya i stanovleniya sel'skokhozyajstvennykh predpriyatij v sovremennykh usloviyakh [Organizational-economic mechanism of development and formation of agricultural enterprises in modern conditions]. *Znanstvena Misel = Scientific Thought*. 2019;2-1(27): 9-10. (In Russ.).
5. Kovalenko N.Ya., Ibiyev G.Z. Proizvodstvo i effektivnost' plodovo-yagodnoj produktsii v regione [Production and efficiency of fruit and berry products in the region]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019;3:67-70. DOI: 10.32651/193-67. (In Russ.).
6. Matsibora T.V. Investitsionnoe obespechenie razvitiya sel'skokhozyajstvennykh predpriyatij [Investment maintenance for agricultural enterprises development]. *Mezhdunarodnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «Ekonomika APK» = International Scientific and Production Journal "Economics in AIC"*. 2019;2(292):66-72. DOI: 10.32317/2221-1055.201902066. (In Russ.).
7. Ob utverzhenii Gosudarstvennoj programmy razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyajstvennoj produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Respubliki Krym: Postanovlenie Soveta ministrov respubliki Krym ot 13 dekabrya 2019 goda № 732. Ministerstvo sel'skogo khozyajstva Respubliki Krym: ofitsial'nyj sajt [On the approval of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets of the Republic of Crimea: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Crimea of December 13, 2019 No. 732. Ministry of Agriculture of the Republic of Crimea: official website]. URL: <https://msh.rk.gov.ru/ru/structure/458>. (In Russ.).
8. Papazyan S.L., Rybalko N.V., Kochyan G.A. Napravleniya gospodderzhki predpriyatij plodovodstva i vinogradarstva v Krasnodarskom krae [Directions of state support of fruit growing and viticulture enterprises in the Krasnodar territory]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship*. 2017;12-3(89):335-339. (In Russ.).
9. Predpriyatiya i organizatsii: ofitsial'naya statistika. Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu: ofitsial'nyj sajt [Enterprises and organizations: official statistics. Federal State Statistics Service, Department of the Republic of Crimea and Sevastopol: official website]. URL: <https://crimea.gks.ru/folder/27551>. (In Russ.).
10. Sel'skoe khozyajstvo, okhota i lesnoe khozyajstvo: ofitsial'naya statistika. Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu: ofitsial'nyj sajt [Agriculture, hunting and forestry: official statistics. Federal State Statistics Service, Department of the Republic of Crimea and Sevastopol: official website]. URL: <https://crimea.gks.ru/folder/27566>. (In Russ.).
11. Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenstein I.B., et al. Sistema sadovodstva Respubliki Krym: monografiya [Gardening system of the Republic of Crimea: monograph]. Simferopol: Publishing Printing House "Arial"; 2016. 288 p. (In Russ.).
12. Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenshtejn I.B., et al. Sovremennoe intensivnoe plodovodstvo Kryma: monografiya [Modern intensive fruit growing in Crimea]. Simferopol: Publishing Printing House "Arial"; 2017. 548 p. (In Russ.).
13. Tushkanov M.P., Shumakov Yu.N. K voprosu o sel'skokhozyajstvennom predpriyatii (organizatsii) [Concerning the question of the agricultural enterprise (organization)]. *Ekonomika sel'skogo khozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019. № 3. S. 2–6. DOI: 10.32651/193-2. (In Russ.).
14. Bruce A.B. Farm entry and persistence: Three pathways into alternative agriculture in southern Ohio. *Journal of Rural Studies*. July 2019;69:30-40.
15. Xi X., Zhang X.J. Complexity analysis of a decision-making game concerning governments and heterogeneous agricultural enterprises with bounded rationality. *Chaos, Solitons & Fractals*. November 2020;140:110-220.

#### **Информация об авторе**

М.М. Бабин – ассистент кафедры финансов и кредита Института экономики и управления ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», [fanat-ml@yandex.ru](mailto:fanat-ml@yandex.ru).

#### **Information about the author**

M.M. Babin, Assistant, the Dept. of Finance and Credit, Institute of Economics and Management, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, [fanat-ml@yandex.ru](mailto:fanat-ml@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 18.11.2021; одобрена после рецензирования 25.12.2021; принята к публикации 28.01.2022.

The article was submitted 18.11.2021; approved after revision 25.12.2021; accepted for publication 28.01.2022.

© Бабин М.М., 2022

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ  
(ПО ОТРАСЛЯМ И СФЕРАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)  
(ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 339.172:631.155.2  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_1\_244

**Особенности биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией**

Ирина Ивановна Глотова<sup>1</sup>, Елена Петровна Томилина<sup>2✉</sup>, Екатерина Викторовна Максимова<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

<sup>3</sup>ООО «ФЭС-Агро», Ставрополь, Россия

<sup>2</sup>e.tomilina@mail.ru✉

**Аннотация.** Биржевая торговля сельскохозяйственной продукцией набирает популярность на российском рынке. Основными задачами сельскохозяйственной биржи в России является организация рынков, их упорядочение и унификация. Сельскохозяйственная торговая биржа способствует определению объективных рыночных цен на сырье и продукцию, позволяет установить региональные различия в цене на товары, снижает транзакционные издержки и издержки обращения. При этом ускоряется обращение капитала и упрощается сам процесс купли-продажи продукции. Товарная биржа позволяет реализовывать товары крупными партиями, физически не присутствующими на месте торговли. В России крупнейшей биржей является универсальная Московская биржа, а основной площадкой по организации торгов сельскохозяйственной продукцией выступает АО «Национальная товарная биржа». Здесь проводятся организованные поставочные торги зерновыми, зернобобовыми, масличными культурами, а также сахаром. Рассмотрены основные группы торгуемых товаров на товарно-сырьевой бирже, способы продажи (форвардная торговля, фьючерсы, опционы), принципы организации спот-рынка, логистической инфраструктуры. Представлен анализ внутренних цен на основные масличные культуры в РФ, в том числе подсолнечник как одной из наиболее перспективных культур, по которой наблюдается тенденция роста цен. Отмечен также стремительное повышение цен на сою и рапс. На основе проведенного анализа выявлены факторы, объясняющие тренд роста цен на основные сельскохозяйственные культуры. Отдельное внимание уделено влиянию вводимых таможенных пошлин, что отражается на уровне экспорта. При помощи метода экспертных оценок прогнозируется дальнейший рост цен на масличные культуры, несмотря на увеличение объемов производства вследствие роста посевных площадей. В целом ожидается дальнейшее развитие биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией в России.

**Ключевые слова:** биржевая торговля, сельскохозяйственная биржа, производные финансовые инструменты, масличные культуры, подсолнечник, внутренние цены, таможенные пошлины

**Для цитирования:** Глотова И.И., Томилина Е.П., Максимова Е.В. Особенности биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 1(72). С. 244–255. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_244-255](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_244-255).

ECONOMICS AND MANAGEMENT OF THE NATIONAL ECONOMY  
(BY BRANCHES AND FIELDS OF ACTIVITY)  
(ECONOMIC SCIENCES)

Original article

**Peculiarities of exchange trade in agricultural products**

Irina I. Glotova<sup>1</sup>, Elena P. Tomilina<sup>2✉</sup>, Ekaterina V. Maksimova<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

<sup>3</sup>ООО "FES-Agro", Stavropol, Russia

<sup>2</sup>e.tomilina@mail.ru✉

**Abstract.** Exchange trade in agricultural products is gaining popularity in the Russian market. The main objectives of the agricultural exchange in Russia are the organization of markets, their ordering, and unification. The agricultural trade exchange contributes to the determination of objective market prices for raw materials and products, allows establishing regional differences in the prices of goods, and reduces the transaction and distribution costs. At the same time, the circulation of capital is accelerated and the process of buying and selling products is simplified. The commodity exchange allows selling goods in large quantities that are not physically present at the place of trade. In Russia, the largest exchange is the universal Moscow Exchange, and the main platform for trading in agricultural products is the National Commodity Exchange. It organizes deliverable trades for grains, legumes, oilseeds, and sugar crops. The authors have considered the main groups of goods traded in the commodity exchange, the methods of sale (e.g. forward trading, futures, and options), the principles of organizing the spot market, and the logistics infrastructure. The authors also present the analysis of in-country prices for the main oilseed crops in the Russian Federation, including sunflower as one of the most promising crops, for which there is a trend for price growth. There is also a rapid increase

in prices for soybeans and rapeseed. On the basis of this analysis the authors have identified the factors that explain the upward trend in prices for the main agricultural crops. Special attention is paid to the impact of the introduced customs duties, which is reflected in the level of exports. Using the method of expert estimates, a further increase in prices for oilseeds is predicted despite the increase in production volumes, which is due to an increase in acreage. In general, further development of exchange trading in agricultural products in Russia is expected.

**Key words:** exchange trade, agricultural produce exchange, derivative financial instruments, oilseed crops, sunflower, domestic prices, custom duties

**For citation:** Glotova I.I., Tomilina E.P., Maksimova E.V. Peculiarities of exchange trade in agricultural products. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(4):244-255. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_1\\_244-255](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_244-255).

**В** современном мире роль финансовых рынков в экономике сложно переоценить. Одним из главных институтов публичных финансов является биржа. Существуют десятки разнообразных видов биржевых площадок, которые могут быть как универсальными, так и узкоспециализированными.

Первые биржи в России начали функционировать с начала XVIII века во времена правления Петра I. Они создавались с утилитарной целью обеспечения единого и прозрачного ценообразования для всех участников торговли. После революции 1917 г., несмотря на смену экономической модели развития во время новой экономической политики (НЭП), около 70 бирж все еще продолжали свое существование. Здесь же уже появились трейдеры, способные проводить спекулятивные сделки с целью извлечения прибыли из разницы цен покупки и продажи. Современный этап развития биржевой торговли в России начался с 1990 г. во время активного внедрения институтов рыночной экономики и возникновения необходимости в установке цен на товары путем публичных торгов [5].

Биржа представляет собой юридическое лицо, организовывающее публичные торги ценными бумагами и создающее условия для регулярного, непрерывного функционирования торгового процесса. Иными словами, биржа – это площадка для заключения сделок купли-продажи между покупателями и продавцами, обеспечивающая процесс торгов необходимой инфраструктурой и юридическими гарантиями. В соответствии с Федеральным законом «Об организованных торгах» от 21.11.2011 г. № 325-ФЗ биржей является организатор торговли, который имеет лицензию биржи [7]. Важно отметить, что в качестве биржи может выступать только акционерное общество. Главными принципами торговой биржи являются полная самостоятельность, самокупаемость и самофинансирование.

Основной задачей биржи является установка конъюнктуры рынка и вместе с тем истинной цены продукции. Функционирование данного института позволяет определить реальное соотношение спроса и предложения на товары, а также задать направление потоку товаров от производителя к потребителю.

Торговая биржа имеет ряд специфических особенностей. В первую очередь, это осуществление торгов в одно и то же строго определенное время унифицированными по количеству и качеству товарами. Во-вторых, торговля осуществляется в соответствии с четко установленными методами и принципами на основании равного доступа к информации всех игроков при условии продажи товаров по фиксируемым ценам. В-третьих, происходит реализация товаров крупными партиями, физически не присутствующими на месте торговли. И, наконец, в процессе осуществления биржевых торгов отсутствует прямое государственное влияние.

Главной функцией биржи является создание условий для совершения торговых сделок между продавцами и покупателями, то есть исполнение товаропроводящей функции. Также биржа осуществляет надзор за соблюдением правил торгового обмена между контрагентами под юридические и финансовые гарантии самой биржи, предоставляет торговые места, оповещает участников торгового обмена об изменениях правил или условий торговли; разрабатывает типовые стандартные контракты на совершение различных транзакций. Другой важной функцией является котирование, то есть предоставление текущих цен на рынке. Биржевые эксперты участвуют в урегулировании возникающих в ходе торговли споров между продавцами и покупателями. Таким образом, основные функции, выполняемые биржей, – это организация рынков, их упорядочение и унификация.

Классификация биржевых площадок зачастую происходит в соответствии с торгуемыми товарами или финансовыми инструментами. По группам торгуемых инструментов обычно выделяют несколько видов бирж: товарно-сырьевую, валютно-денежную, фондовую, фьючерсную, опционную. К примеру, биржа является товарно-сырьевой, если на ней происходит торговля товарно-сырьевыми активами, зачастую посредством производных финансовых инструментов, таких как фьючерсы. В случае, если на бирже в большей степени торгуют финансовыми инструментами, такими как фьючерсные контракты на валютные пары либо разнообразные инструменты межбанковского кредитования, то такая биржа является валютно-денежной. Если же на бирже торгуют ценными бумагами – акциями, облигациями, опционами, товарно-сырьевыми фьючерсами, инструментами межбанковского кредитования, то это фондовая биржа, или как ее еще называют – универсальная. Рассмотрим более детально товарно-сырьевую биржу по группам торгуемых товаров (рис. 1).



Рис. 1. Товарно-сырьевая биржа

На товарно-сырьевой бирже присутствует восемь основных групп товаров. Вместе с тем можно еще выделить отдельную биржевую отрасль – сельскохозяйственную биржу. Сельскохозяйственная торговая биржа – это непрерывно действующий оптовый рынок чистой конкуренции, способствующий определению объективных рыночных цен на сельскохозяйственное сырье и продукцию. Сельскохозяйственная биржа позволяет установить региональные различия в цене на товары в зависимости от свойственных для региона климатических условий и урожайности отдельных видов культур в определенный момент времени с учетом локации и логистического местонахождения контрагентов. Функционирование биржи позволяет снизить транзакционные издержки и издержки обращения. При этом ускоряется обращение капитала и упрощается сам процесс купли-продажи продукции.

На сельскохозяйственной бирже представлены однородные стандартизированные товары, качество и структура которых подробно описывается. То есть, покупая зерно, бобы, сахар и прочую продукцию, контрагент имеет представление о товаре, так как существуют образцы и стандарты, следовательно, сделка может быть заключена без физического присутствия товара в натуральной форме.

Принято выделять три способа перехода товара от продавца к покупателю: купля-продажа физического товара, форвардная торговля, а также фьючерсный способ продажи. Торговля физическим товаром встречается достаточно редко. В этом случае биржа должна иметь специальные склады для хранения товара, на которые продукция доставляется продавцом и впоследствии вывозится покупателем. Торговля в данном случае осуществляется двумя способами: покупатель, осматривая товар, устанавливает цену на него в соответствии с его качественными и иными характеристиками; продажа происходит по существующим образцам по аналогии с оптовыми рынками.

В случае осуществления форвардной торговли заключаются двусторонние контракты на поставку товаров в будущем с указанием стандартов на продукцию. Обычно планируемая поставка происходит в пределах временного периода от одного до шести месяцев. Такой способ перехода товара дает возможность продавцу быть уверенным, что товар будет реализован, а также получить аванс за будущую поставку. Полученные финансовые средства обеспечат товаропроизводителя определенным запасом под оборотные средства, необходимые для производства и реализации продукции.

Заклячая форвардную сделку, продавец и покупатель в равной степени принимают взаимные обязательства по доставке и приемке товаров, соответствии продукции заявленному качеству, установлении цены на продукцию либо способов ее определения, а также соблюдении сроков поставки и порядка оплаты исполненного контракта. Учитывая, что при данном способе перехода товара, как и при купле-продаже физического товара, сохраняется переход наличного товара от продавца к покупателю, данный способ также не пользуется особой популярностью. Это объясняется необходимостью перемещения уже готовой и произведенной продукции для осуществления торгов, влекущей дополнительные расходы, связанные с транспортировкой. В этом случае радиус возможной доставки товаров ограничивается, и количество клиентов на бирже сокращается. Кроме того, здесь важно учитывать наличие ценовых рисков, поскольку в различные периоды времени может сложиться разная рыночная цена на производимую продукцию даже в рамках одного региона.

Фьючерсный способ продажи получил достаточно широкое применение. Он подразумевает под собой переход товара от продавца к покупателю через куплю-продажу биржевых контрактов, а именно фьючерсов и опционов. Используя такой способ, производитель снижает риски возможного падения цены, продавая при этом брокеру еще не посеянный и не выращенный урожай. Брокер в данном случае получает определенное вознаграждение за посредничество. Поняв, каким будет объем предполагаемых продуктов, брокер заключает по ним долгосрочные контракты. В случае получения хорошего урожая производитель передает брокеру установленную ранее долю, оставляя какую-то часть себе. Брокер, действуя на основании заключенных контрактов, передает полученный товар. Если же случается неурожай, производитель не возвращает брокеру полученные под урожай средства. Брокер в таком случае проигрывает, но при этом действует по плану, разработанному при заключении сделки, согласно которому он распоряжается аграрной продукцией при наилучшем или наихудшем сценарии, извлекая наибольшую выгоду. Так, брокер устанавливает повышенную цену на продукцию для покрытия затрат, понесенных ранее.

При выборе фьючерсного способа торговли товарами следует учитывать как преимущества, так и недостатки. С одной стороны, продавец страхуется от падения цен на продукцию, что определенно является положительным моментом. Однако если цена на рынке повышается, производитель не получает дополнительной прибыли, это может неблагоприятно сказаться на его финансовом состоянии. Потребитель, наоборот, покупая фьючерсный контракт, страхуется от повышения цен, но в случае снижения цены на товар на рынке он не сможет получить дополнительной выгоды.

Торгуя на биржевом рынке сельскохозяйственных товаров фьючерсами, продавцы и покупатели заключают опционные сделки через биржевых посредников. В период действия опциона контрагенты имеют право осуществлять куплю-продажу фьючерсных контрактов по установленной цене. Причем приобретение одного опциона предоставляет право на куплю-продажу только одного фьючерсного контракта. Если контрагенту необходимо купить фьючерсный контракт, то он должен приобрести опцион-запрос. В то же время для продажи фьючерсного контракта нужно купить опцион-предложение.

В настоящее время около 90% оборота биржевой торговли в мире приходится на международные биржевые центры США, Англии и Японии, которые зачастую являются универсальными. Примерами универсальной биржи выступают Чикагская, Токийская, Сиднейская, Сянганская торговые биржи. Для специализированных бирж характерна более узкая товарная специализация по торгуемым товарам, зачастую по группам товаров. Например, Лондонская биржа металлов, Лондонская международная нефтяная биржа, Нью-Йоркская биржа хлопка. Так, на Лондонской бирже металлов торгуются контракты на различные промышленные цветные металлы: медь, никель, платину, алюминий, цинк, олово и др. Ежегодный оборот этой биржевой площадки превышает 150 млн контрактов на 3,5 млрд тонн металла, а в денежном выражении оборот превышает 12 трлн долларов США [12]. Ежедневно в торгах принимает участие около 100 компаний, заключающих контракты в среднем на 40 млрд долл. США.

Говоря о специализированных биржах, отметим функционирование специализированных бирж сельскохозяйственных товаров. Примером служат Миннеаполисская биржа зерна, Канадская пшеничная биржа, а также Венгерская товарная биржа, на которой торгуют пшеницей, кукурузой, подсолнечником, ячменем. Однако значительные обороты по торговле сельскохозяйственной продукцией наблюдаются и на универсальных биржах. Самой крупной универсальной биржей является Чикагская биржа, на которой в IV квартале 2020 г. ежедневно торговалось более 401 тыс. контрактов на сельскохозяйственную продукцию в день, а показатели по торговле фьючерсами и опционами на сельскохозяйственную продукцию в декабре 2020 г. выросли на 13% в сравнении с аналогичными показателями декабря 2019 г. В том числе опционы увеличились на 62%: значительный рост (на 115%) составили опционы на зерно, а также на 93% выросли опционы на соевое масло [13].

В России крупнейшей биржей является универсальная Московская биржа, годовой оборот которой в 2020 г. превысил 947,2 трлн руб. – порядка 13,3 трлн долл. по усредненному курсу рубля на этот период [6]. Показатель общего объема торгов на 18,7% выше показателя предыдущего года. При этом на Московской бирже функционирует пять основных секций: фондовый, денежный, валютный, срочный и товарный рынки. Все они в 2020 г. показали положительную динамику объема торгов. Важно отметить, что в секторе биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией в Российской Федерации наибольшую роль играет деятельность группы «Московская биржа», а вместе с тем, Федеральной антимонопольной службы РФ.

В 2015 г. по инициативе Федеральной антимонопольной службы России совместно с Федеральной налоговой службой России и Банком России был создан Биржевой комитет для улучшения коммерческой инфраструктуры и формирования рыночных индикаторов и цен. Для развития биржевой организованной торговли продуктами аграрного сектора в РФ при Биржевом комитете ФАС России был создан Подкомитет по агропродукции (сахар, зерно), первое открытое заседание которого состоялось 18 декабря 2017 г. В данный комитет входят пять представителей от ФАС России, два – от ФНС России и один – от Минсельхоза России. По состоянию на 11.04.2021 г. комитет возглавляет председатель Биржевого комитета ФАС России А.Ю. Цариковский [2].

В 2018 г. специалистами Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию инициирована реализация проекта «Биржевой рынок

зерна», с целью предоставления малому и среднему бизнесу как участникам рынка возможности продажи зерна напрямую экспортерам или переработчикам в других регионах [3]. В настоящее время данный механизм помогает сельхозтоваропроизводителям снижать ценовые риски, гарантирует поставку зерна заявленного качества, обеспечивает льготными тарифами на железнодорожные перевозки. Кроме того, биржевой механизм способствует прозрачности процесса ценообразования на внутреннем рынке, минимизации налоговых рисков, а также формированию на рынке ценовых индикаторов, приносящих пользу как сельскохозяйственным предприятиям в процессе планирования деятельности, так и органам государственной власти при принятии решений по регулированию сельскохозяйственной отрасли.

Основной площадкой по организации торгов сельскохозяйственной продукцией в России выступает учрежденная в июле 2002 г. АО «Национальная товарная биржа», являющаяся частью группы «Московская биржа». С момента основания АО НТБ активно участвует в осуществлении государственных товарных и закупочных интервенций на рынке зерна и выступает в роли уполномоченной биржи Министерства сельского хозяйства РФ [11]. АО НТБ имеет лицензию биржи № 045-008 от 25.12.2013 г., выданную Банком России.

Впервые биржевые торги пшеницей осуществились по форвардному договору на АО НТБ в декабре 2015 г. С марта 2017 г. проводятся организованные поставочные торги зерновыми, зернобобовыми, масличными культурами, а также сахаром. Сделки осуществляются посредством поставочных форвардных договоров со сроками расчета от 3 до 90 дней и своп-договоров. Производные финансовые инструменты имеют особую важность на рынке сельхозпродукции, поскольку они предоставляют возможность участникам проводить сделки своп, позволяющие обменивать товар на деньги под процент на определенный промежуток времени. Это является прогрессивной альтернативой кредитования под залог зерна. Такие сделки выгодны как для продавцов, так и для покупателей свопов. Продавцы имеют возможность привлечения денежных средств под обеспечение зерном на выгодных условиях, а покупатели – размещения временно свободных денежных средств.

АО НТБ является центральным контрагентом при проведении сделок между продавцами и покупателями и выступает оператором товарных поставок, хранителем зерна, выполняет функцию ведения товарных счетов, а также проводит учет денежных и гарантийных средств. Чаще всего сделки на биржевых торгах заключаются через брокерские компании либо напрямую при получении прямого допуска к совершению сделок. На АО НТБ услуги предоставляют девять крупнейших брокерских компаний: АО «Финам», ПАО «Совкомбанк», ЗАО «СБЦ», ООО «Универ Капитал», ЗАО ФК «Профит Хауз», АО «ИК «Ай Ти Инвест», ООО «Компания БКС», ООО «ИК «Фонтвьель», АО «ИК «Битца-Инвест».

Кроме того, в процессе торгов участвует торгово-клиринговая компания, а именно НКО «Национальный Клиринговый Центр» (АО), которая отвечает за расчеты по результатам торгов при помощи открытия соответствующих товарных счетов участников. Вышеупомянутая организация является центральным контрагентом, то есть у нее имеется лицензия НКО на осуществление банковских операций и на осуществление клиринговой деятельности. В соответствии с Федеральным законом «О клиринге, клиринговой деятельности и центральном контрагенте» от 07.02.2011 №7-ФЗ ей должен быть присвоен статус центрального контрагента. Согласно данному Федеральному закону клиринговая организация должна вести учет товаров, переданных на хранение оператору товарных поставок, на товарных счетах [8].

В 2015 г. НКО НКЦ (АО) было аккредитовано Центральным Банком РФ на реализацию функций оператора товарных поставок. Организация вправе осуществлять проведение, контроль и учет поставок зерна, выступая одновременно хранителем товара для контрагентов. В то же время НКО НКЦ (АО) при выполнении данной функции предоставляет возможность элеваторам участвовать в биржевом рынке зерна, аккредитовывая их.

На современном российском зерновом рынке применяется несколько режимов торгов. Непосредственно на Московской бирже применяются фьючерсы или опционы, доступные всем участникам финансового и зернового рынков. При этом заключаются поставочные контракты с фиксированной датой исполнения и последующими расчетами, а также экспедицией на спот-рынке. На АО НТБ выделяют три основных режима торгов: спот «Целевая модель», при помощи срочных инструментов и фондирование. В случае применения спота «Целевая модель» расчеты по товарным счетам происходят в довольно стандартном режиме T+2, то есть обязательства по сделке исполняются через один торговый день. При этом в роли продавцов могут выступать сельхозпроизводители и трейдеры, а в роли покупателей – также трейдеры и внутрироссийские потребители. При применении срочных инструментов основные потребители продукта аналогичны. Однако в данном случае расчеты проводятся в режиме T+N (где N может находиться в диапазоне до 30 дней) с последующей поставкой зерна. И, наконец, фондирование используется поставщиками денежной ликвидности, при этом происходит привлечение кредитов под обеспечение зерном, находящимся на товарном счете. Важно отметить, что по результатам проведенного АО НТБ маркетингового опроса в 2014 г., 61% опрошенных интересен займ под обеспечение зерном, при этом 43% опрошенных нуждаются в займе на 91 день и более, и немного меньшая доля, а именно 34% опрошенных, рассмотрели бы возможность займа на срок от 31 до 90 дней.

В рамках исследования целесообразно рассмотреть основные принципы организации спот-рынка на примере пшеницы. Организацию торгов осуществляет АО НТБ на условиях поставки напрямую от продавца (EXW) либо от первого перевозчика (CPT). При этом для продавцов существуют лишь условия поставки EXW, а для покупателей применимы оба вида. В качестве клиринговой организации, центрального контрагента и оператора товарных поставок будут выступать упомянутые ранее организации. Торги проводятся путем проведения двухстороннего анонимного непрерывного аукциона, или, как его еще называют, классического торгового стакана. В торговом стакане для покупателя и продавца отражается лучшая цена на аналогичную продукцию, приведенную к определенному базису. Торгуется пшеница 3, 4 и 5 классов в соответствии с ГОСТ, а также особыми качественными характеристиками. В то же время для выбора лучшего товара на бирже покупателю предоставляется возможность применения определенных фильтров. Например, покупатель выставляет значение клейковины не меньше 27, тогда в стакане появляются лучшие предложения, удовлетворяющие отбор. Помимо клейковины могут быть выбраны определенные значения белка, протеина, стекловидности, плотности, число падения и другие показатели.

Продаваемое и покупаемое зерно транспортируется по железной дороге на любую железнодорожную станцию России благодаря участию организации ООО «Национальная логистическая компания» [9]. По результатам маркетингового опроса, проведенного в 2014 г., выяснилось, что более 58% из опрошенных 109 участников зернового рынка подтвердили необходимость возможности получения зерна не только на элеваторе продавца, но и на выбранной покупателем железнодорожной станции. Развитие логистической инфраструктуры позволяет отслеживать товар на всем пути следования, контролировать соответствие количества и качества товара контрактным показателям, организовывать сертификацию и страхование груза. Согласно правилам транспортной

экспедиции, оплата услуг, осуществляемых ООО НЛК, производится в соответствии с тарифами, утвержденными уполномоченным органом управления компании. Расчет тарифов производится по приведенной ниже формуле.

$$P_{ab} = (TR_{ab} + INS_{ab} + SRV_a + AG_a + LD_a + X_{ab}) \cdot (1 + k/100\%),$$

где  $P_{ab}$  – стоимость экспедиционных услуг за 1 тонну товара;

$ab$  – маршрут из пункта отправки  $a$  в пункт назначения  $b$ ;

$TR_{ab}$  – стоимость транспортировки 1 тонны товара из пункта  $a$  в пункт  $b$ , включающая стоимость транспортировки ОАО РЖД и стоимость услуг оператора вагонного парка;

$INS_{ab}$  – стоимость страхования 1 тонны товара при его транспортировке из пункта  $a$  в пункт  $b$ ;

$SRV_a$  – стоимость услуг сюрвейера за 1 тонну при осуществлении контроля за количественными и качественными характеристиками товара во время погрузки;

$AG_a$  – стоимость услуг грузоотправителя за 1 тонну товара при его транспортировке из пункта  $a$  в пункт  $b$ ;

$LD_a$  – стоимость погрузки 1 тонны товара;

$X_{ab}$  – резервная переменная, применяемая в случае появления дополнительных статей затрат при транспортировке груза из пункта  $a$  в пункт  $b$ ;

$k$  – корректировочный стоимостной коэффициент, учитывающий заложенную рентабельность перевозок и риски логистической компании.

Из приведенной формулы следует, что тарификация экспедиционных услуг строится на основании планируемых затрат с учетом заложенной рентабельности и рисков экспедитора. Оплата производится путем перечисления денежных средств на расчетный счет экспедитора в течение дня возникновения обязательств по оплате. В случае неисполнения в полном объеме обязательств за оказанные экспедиционные услуги по договору транспортной экспедиции предусмотрен штраф в размере 1% от стоимости экспедиционных услуг  $P_{ab}$  за каждый день просрочки обязательств.

Вместе с тем, чтобы автоматизировать торги, клиринг и учет товарных поставок, по заказу АО НТБ была создана технологическая платформа ТКС «Урожай», позволявшая с марта 2017 г. осуществлять биржевую торговлю сахаром. Торги проводятся при поддержке Союза сахаропроизводителей России и ФАС России [11]. Сделки в данном случае, как и при торговле зерном, реализуются посредством аналогичных производных финансовых инструментов: свопов и поставочных форвардов. При этом существуют комбинированные заявки, включающие в себя одновременно оба инструмента, подразумевающие прекращение обязательств зачетом по форварду и второй части свопа. В таком случае продавец уплачивает своп-разницу размером 1% годовых. Для участия в биржевых торгах сахаром склады также должны пройти аккредитацию НКО НКЦ (АО). За счет привлечения участников на биржевые торги на рынке сахара формируется цена, поддерживаются котировки на покупку товара.

29 сентября 2020 г. при поддержке Биржевого комитета ФАС, а также Союзроссахара были запущены новые спот-торги сахаром на платформе ТКС «Агро». Здесь используется модель торгов с прямым допуском к участию продавцов и покупателей, при этом не задействуется брокерская компания и центральный контрагент. Продавцы, допущенные к торгам, должны соответствовать нескольким критериям: это должны быть либо заводы, либо холдинговые компании производителей, преимущественно имеющие постоянное гарантийное обеспечение не менее 1 млн руб. Покупателями могут выступать любые компании, кроме индивидуальных предпринимателей. Базисом поставки служат заводы, запустившие производство в текущем сезоне. Расчеты производятся в режиме T+1. Данная платформа функционирует в рабочие дни с 11:00 до 14:00, осуществляя торги в форме двустороннего анонимного аукциона. На ТКС «Агро» торгуется сахар белый свекловичный и сахар-сырец свекловичный [11].

В результате проведенной 20 декабря 2018 г. пресс-конференции на Московской бирже, участниками которой выступали представители брокерских компаний, бизнес-сообщества, ФАС России, Минсельхоза РФ, Масложирового союза России, на торгово-клиринговой платформе «Урожай» были запущены биржевые торги подсолнечником. Торги проводятся посредством поставочных форвардных контрактов с расчетами по сделкам от 3 до 180 дней, а также свопов, базисным активом которых служит подсолнечник первого и второго класса. Эксперты Масложирового Союза России определили три класса подсолнечника в соответствии с ГОСТ, которые торгуются на бирже. Несомненно, организация торгов на бирже предоставляет участникам рынка подсолнечника такие преимущества, как прозрачное ценообразование, минимизация рисков, надежная инфраструктура хранения и доставки, что является важными аспектами для предприятий и напрямую влияет на улучшение показателей эффективности их деятельности.

В настоящее время рынок подсолнечника имеет несколько характерных особенностей. Благодаря рекордно высокому урожаю в 2019 г. в сезоне 2019–2020 гг. наблюдался значительный рост экспортных поставок семян подсолнечника на внешние рынки, несмотря на имеющуюся развитую индустрию по переработке семян внутри страны. Экспорт семян подсолнечника в 2019 г. составил 691 тыс. т, а за январь-август 2020 г. – уже 843,2 тыс. т. Для сравнения, в 2018 г. на экспорт было отгружено 86,4 тыс. т. Однако с 01.07.2021 г. введена пошлина на вывоз подсолнечника за пределы Евразийского Экономического Союза в размере 50% (вместо 30%), что приведет к еще большему снижению экспорта в сезоне 2021–2022 гг. Такое решение было одобрено комиссией по таможенно-тарифному регулированию, а также Министерством экономического развития РФ.

Подсолнечник является одной из наиболее перспективных сельскохозяйственных культур. По оценке экспертов Института конъюнктуры рынка (ИКАР), в апреле 2021 г. в России сохранится тенденция роста цен на подсолнечник. По состоянию на 09.04.2021 г. средняя цена на культуру составляла 60 900 руб. за 1 тонну. В течение 2020 г. цена на подсолнечник увеличилась более чем в 2,6 раза. В аналогичном периоде 09.04.20 г. 1 тонна стоила 23 500 руб. Также значительное увеличение цены (на 88,5%) за последний год наблюдалось по сое (57 500 руб. за 1 тонну) и по рапсу – повышение цены на 78,8% за год до 52 200 руб. за 1 тонну. На рисунке 2 представлены средние цены на основные масличные культуры за последние 2 года в разрезе кварталов.

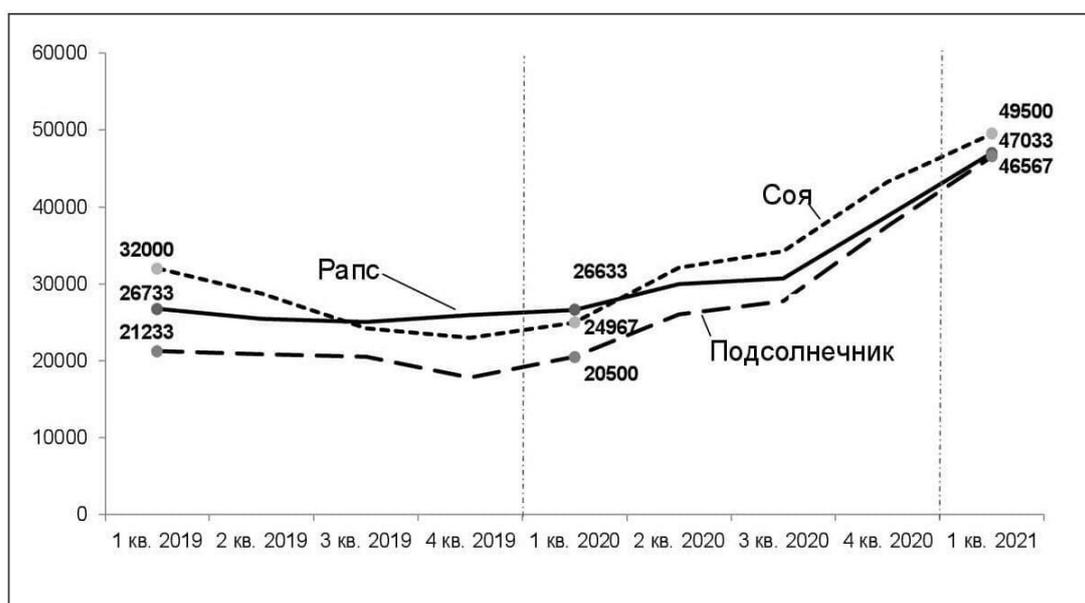


Рис. 2. Внутренние цены на основные масличные культуры в РФ, руб./т

Из данных, представленных на рисунке 2, видно, что за последние три года цены на все три культуры значительно выросли. По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что дальнейшему росту рыночных цен на культуры способствует ряд факторов.

По состоянию на начало второго квартала 2021 г. наиболее высокую цену за подсолнечник предлагали прессовые предприятия вследствие отсутствия запасов и невозможности закупать культуру по приемлемой цене. Вероятно, пиковый уровень цен продержится до конца сезона, ведь у фермеров остается низкий уровень свободных остатков. Цена на сою также имеет тенденцию роста, особенно высоким спросом пользуется дальневосточная соя. Рост цен в апреле связан с недавней публикацией Министерством сельского хозяйства США прогноза по посевным площадям сои на будущий год. Прогнозные данные оказались ниже ожидаемых, что сразу же повлияло на рост котировок на сою и шрот как старого, так и нового урожая. На российском рынке почти полностью отсутствует рапс, что также увеличивает цену на эту культуру. Кроме того, на мировых рынках рапс значительно вырос в цене. Факторами поддержки являются опасения за будущий урожай в странах Европейского Союза из-за затяжных заморозков в Европе, а также высокая маржинальность переработки, повышающая спрос на сырье при низких мировых запасах.

Посевные площади, занятые подсолнечником, в 2020 г. снизились на 1,2% в сравнении с 2019 г. и составили 8481 тыс. га. Урожайность также уменьшилась в среднем на 19,1% и составила 15,7 ц/га против 19,4 ц/га в предыдущем году. Несмотря на это, если сравнивать данный показатель с показателями предыдущих лет, начиная с 1990 г., можно охарактеризовать урожайность как достаточно высокую. Вместе с тем объемы сборов за последний год сократились на 20,3% и составили 13 314 тыс. т в первичном весе, наибольшее количество подсолнечника ежегодно убирается в Приволжском федеральном округе. Перечисленные факторы привели к значительному росту цен на рынке подсолнечника при повышенном спросе на культуру. Вместе со снижением предложения семян подсолнечника наблюдается снижение производства сопутствующих товаров: подсолнечного масла, шрота и жмыха [10]. По данным информационно-аналитического агентства «АПК-Информ», объемы переработки подсолнечника достигли минимальных значений. Эксперты считают, что это связано с ограниченным предложением культуры на рынке и высокими ценами на сырье [4]. Однако по прогнозам ИКАР в сезоне 2021/2022 ожидается рост урожая подсолнечника примерно на 18% – до 15,6 млн т в зачетном весе при ожидаемом рекордном посеве около 9 млн га. Ввиду вводимой повышенной пошлины экспорт на эту культуру снизится примерно на 73% и составит около 150 тыс. т.

Что касается сои, то до 30.06.2021 г. на сою действовала пошлина в 30%, которая, вероятнее всего, будет продлена на следующий период. Однако в сезоне 2021/2022 ожидается рост производства сои на 11% – до рекордных 4,8 млн т, при этом посевные площади составят 3 086 тыс. га, что выше предыдущего года на 9%. Наибольший урожай ожидается в Центральной части России.

На российском рынке рапса экспортная пошлина размером в 30% продлена до конца сезона 2021/2022. Учитывая данный факт, ожидается снижение экспорта примерно на 36% – до 220 тыс. т, в связи с этим перерабатывающие мощности РФ смогут получить на 17% больше сырья. Размер прогнозируемого урожая составляет около 2,5 млн т на 1,6 млн га посевных площадей.

В настоящее время на Национальной Товарной Бирже аккредитовано 43 элеватора, осуществляющих хранение в разных регионах страны. Успешное вхождение Московской биржи на рынок сельскохозяйственной продукции и продовольствия, осуществление биржевой торговли пшеницей, кукурузой, ячменем, сахаром, подсолнечни-

ком, соей, рапсом несет в себе множество позитивных моментов для развития рынка. Во-первых, снижается волатильность цен на рынке сельхозпродукции. Во-вторых, организуются предсказуемые ценовые условия для производителей и переработчиков в условиях избытка производственных мощностей по переработке.

Ожидается дальнейшее развитие биржевой торговли сельскохозяйственной продукцией в России. Данную инициативу поддерживает непосредственно Министерство сельского хозяйства РФ. Ведь биржевые индикаторы служат достоверным и независимым источником информации одновременно для участников рынка и регуляторов.

К 2024 г. планируется значительное увеличение показателей производства в масложировой отрасли, в особенности по подсолнечнику, на который приходится две трети всего урожая [1].

В ходе исследования при помощи метода экспертных оценок было выявлено, что прогнозируется дальнейший рост цены на масличные культуры и вместе с тем ожидается увеличение оборотов вследствие роста посевных площадей.

Перед отраслью на ближайшее время поставлена задача повышения присутствия отечественных производителей на международных рынках продовольствия, учитывая наличие доступных современных торговых, страховых и финансовых инструментов. Вместе с тем создаются предпосылки для дальнейшего развития торговли производными финансовыми инструментами, такими как фьючерсы. Данный факт, несомненно, благоприятно повлияет на увеличение количества участников и оборотов на бирже.

#### Список источников

1. Биржевые торги подсолнечником поддержат увеличение экспорта масложировой продукции // Газета агробизнеса «Крестьянские ведомости». URL: <https://kvedomosti.ru/news/birzhevye-torgi-podsolnechnikom-podderzhat-uvlechienie-eksporta-maslozhirovoj-produkcii.html> (дата обращения: 14.04.2021).
2. Биржевой комитет по агропродукции (сахар, зерно) // Федеральная Антимонопольная Служба. URL: [http://fas.gov.ru/exchange\\_committees/13](http://fas.gov.ru/exchange_committees/13) (дата обращения: 11.04.2021).
3. Епифанова И. Развитие биржевой торговли сельскохозяйственными товарами предусмотрено Национальным планом развития конкуренции // Федеральная Антимонопольная Служба. URL: <http://fas.gov.ru/news/24941> (дата обращения: 19.04.2021).
4. За первую половину сезона 2020/21 Россия сократила переработку подсолнечника // Информационно-аналитическое агентство «АПК-Информ». URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1519200> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Марков В.М., Шишкина Е.В., Подлевских Н.А., Авакян Н.В. Фондовый рынок для начинающих. – Москва: Перо, 2017. – 316 с.
6. Московская биржа объявляет финансовые результаты 2020 года // Московская биржа. URL: <https://www.moex.com/n32913> (дата обращения: 20.04.2021).
7. Об организованных торгах: Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 325-ФЗ (последняя редакция) 21 ноября 2011 г. № 325-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121888/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121888/) (дата обращения: 19.04.2021).
8. О клиринге, клиринговой деятельности и центральном контрагенте: Федеральный закон от 07.02.2011 г. № 7-ФЗ (последняя редакция) 31 июля 2020 г. № 253-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_110267/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110267/)(дата обращения: 19.04.2021)
9. ООО «Национальная логистическая компания». Правила транспортной экспедиции // PowerPoint Presentation. URL: [https://apkrb.info/sites/default/files/doc/pdf/prezentaciynacionalnaya\\_logisticheskayakompaniyabovin2018.pdf](https://apkrb.info/sites/default/files/doc/pdf/prezentaciynacionalnaya_logisticheskayakompaniyabovin2018.pdf) (дата обращения: 20.04.2021).
10. Российский рынок семян подсолнечника, подсолнечного масла и шрота // Oilworld.ru. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/314910> (дата обращения: 15.04.2021).
11. Рынок форвардных и своп договоров (ТКС Урожай) // Национальная Товарная Биржа. URL: <https://www.namex.org/ru/auction/> (дата обращения: 17.04.2021).
12. Швальбе А. Лондонская биржа металлов (LME) // Прозрачное инвестирование. Финансовый блог. URL: <https://investprofit.info/lme/> (дата обращения: 12.04.2021).
13. CME Group Reports 2020 Annual, Q4 and Monthly Market Statistics // CME Group. – Chicago: PRNewswire. URL: [https://www.cmegroup.com/media-room/press-releases/2021/1/05/cme\\_group\\_reports2020\\_annualq4andmonthlymarketstatistics.html](https://www.cmegroup.com/media-room/press-releases/2021/1/05/cme_group_reports2020_annualq4andmonthlymarketstatistics.html) (дата обращения: 31.03.2021).

**References**

1. Birzhevye torgi podsolnechnikom podderzhat uvelicheniye eksporta maslozhirovoj produktcii [Exchange trading of sunflower will support the increase in exports of oil and fat products]. *Gazeta agrobiznesa «Krest'yanskie vedomosti» = Newspaper of agribusiness «Krestyanskie Vedomosti»*. URL: <https://kvedomosti.ru/news/birzhevye-torgi-podsolnechnikom-podderzhat-uvelichenie-eksporta-maslozhirovoj-produkcii.html>. (In Russ.).
2. Birzhevoj komitet po agroprodukcii (sakhar, zerno) [Exchange committee for agricultural products (sugar, grain)]. *Federal'naya Antimonopol'naya Sluzhba = Federal Antimonopoly Service*. URL: [http://fas.gov.ru/exchange\\_committees/13](http://fas.gov.ru/exchange_committees/13). (In Russ.).
3. Epifanova I. Razvitiye birzhevoj trgovli sel'skokhozyaystvennymi tovarami predusmotreno Natsional'nym planom razvitiya konkurentsii [The development of exchange trading of agricultural goods is prescribed in the National Plan for the Promotion of Competition]. *Federal'naya Antimonopol'naya Sluzhba = Federal Antimonopoly Service*. URL: <http://fas.gov.ru/news/24941>. (In Russ.).
4. Za pervuyu polovinu sezona-2020/21 Rossiya sokratila pererabotku podsolnechnika [During the first half of the 2020/21 season, Russia reduced the processing of sunflower seeds]. *Informatsionno-analiticheskoye agentstvo «APK-Inform» = APK-Inform Information and Analytical Agency*. URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1519200>. (In Russ.).
5. Markov V.M., Shishkina E.V., Podlevskikh N.A., Avakyan N.V. Fondovyy rynek dlya nachinayushchikh [Stock market for beginners]. Moscow: Pero Press; 2017. 316 p. (In Russ.).
6. Moskovskaya birzha ob'yavlyayet finansovyie rezul'taty 2020 goda [Moscow Exchange announces financial results for 2020]. *Moskovskaya birzha = Moscow Exchange*. URL: <https://www.moex.com/n32913>. (In Russ.).
7. Ob organizovannykh torgakh: Federal'nyj zakon ot 21.11.2011 № 325-FZ (poslednyaya redaktsiya) 21 noyabrya 2011 goda № 325-FZ [On organized trading: Federal Law No. 325-FZ of November 21, 2011, last edition of November 21, 2011 No. 325-FZ]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121888/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121888/). (In Russ.).
8. O kliringe, kliringovoy deyatelnosti i tsentral'nom kontragente: Federal'nyj zakon ot 07.02.2011 № 7-FZ, poslednyaya redaktsiya ot 31 iyulya 2020 goda № 253-FZ [On Clearing, Clearing Activities and the Central Counterparty: Federal Law No. 7-FZ of 02.07.2011, last edition of July 31, 2020 No. 253-FZ]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_110267/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110267/). (In Russ.).
9. ООО «Natsional'naya logisticheskaya kompaniya». Pravila transportnoj ekspeditsii. PowerPoint Presentation.) [OOO National Logistic Company. Rules for the transport expedition. PowerPoint Presentation]. URL: [https://apkrb.info/sites/default/files/doc/pdf/prezentatsionnaya\\_logisticheskayakompaniyabovin2018.pdf](https://apkrb.info/sites/default/files/doc/pdf/prezentatsionnaya_logisticheskayakompaniyabovin2018.pdf). (In Russ.).
10. Rossiyskiy rynek semyan podsolnechnika, podsolnechnogo masla i shrota [Russian market of sunflower seeds, sunflower oil and meal]. Oilworld.ru. URL: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/314910>. (In Russ.).
11. Rynek forvardnykh i svop dogovorov (TKS Urozhaj) [Market of forward and swap contracts (TCS Urozhaj)]. *Natsional'naya Tovarnaya Birzha = National Commodity Exchange*. URL: <https://www.namex.org/ru/auction/>. (In Russ.).
12. Shval'be A. Londonskaya birzha metallov (LME) [London Metal Exchange (LME)]. *Prozrachnoe investirovanie. Finansovyy blog = Transparent investment. Financial blog*. URL: <https://investprofit.info/lme/>. (In Russ.).
13. CME Group Reports 2020 Annual, Q4 and Monthly Market Statistics. CME Group. Chicago: PRNewswire. URL: [https://www.cmegroup.com/media-room/press-releases/2021/1/05/cme\\_group\\_reports2020annualq4andmonthlymarketstatistics.html](https://www.cmegroup.com/media-room/press-releases/2021/1/05/cme_group_reports2020annualq4andmonthlymarketstatistics.html).

**Информация об авторах**

И.И. Глотова – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, кредита и страхового дела ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [irin-glotova@yandex.ru](mailto:irin-glotova@yandex.ru).

Е.П. Томилина – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, кредита и страхового дела ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», [e.tomilina@mail.ru](mailto:e.tomilina@mail.ru).

Е.В. Максимова – магистр финансов и кредита, специалист управления кредитного контроля ООО «ФЭС-Агро», [maksimovakatrina@yandex.ru](mailto:maksimovakatrina@yandex.ru).

**Information about the authors**

I.I. Glotova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance, Credit and Insurance, Stavropol State Agrarian University, [irin-glotova@yandex.ru](mailto:irin-glotova@yandex.ru).

E.P. Tomilina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance, Credit and Insurance, Stavropol State Agrarian University, Russia, Stavropol, [e.tomilina@mail.ru](mailto:e.tomilina@mail.ru).

E.V. Maksimova, Master of Finance and Credit, Specialist, the Dept. of Credit Control, ООО "FES-Agro", [maksimovakatrina@yandex.ru](mailto:maksimovakatrina@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 18.11.2021; одобрена после рецензирования 26.12.2021; принята к публикации 25.01.2022.

The article was submitted 18.11.2021; approved after revision 26.12.2021; accepted for publication 25.01.2022.

© Глотова И.И., Томилина Е.П., Максимова Е.В., 2022

## **Советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданные на базе Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I**

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют четыре диссертационных совета:  
**Д 220.010.02, Д 220.010.03, Д 220.010.04 и Д 220.010.07.**

Диссертационный совет Д 220.010.02 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности  
08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) (экономические науки).

Председатель – Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК.

Заместитель председателя – Улезько Андрей Валерьевич, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем.

Ученый секретарь – Агибалов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой финансов и кредита.

Диссертационный совет Д 220.010.03 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Кадыров Сабир Вагидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Заместитель председателя – Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Ученый секретарь – Ващенко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий.

Диссертационный совет Д 220.010.04 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки, сельскохозяйственные науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Заместители председателя:

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры математики и физики;

Тарасенко Александр Павлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики.

Диссертационный совет Д 220.010.07 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

03.02.14 – Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Заместитель председателя – Олейникова Елена Михайловна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Ученый секретарь – Стекольниковна Нина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

## 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;
- реферат на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.9-95 объемом от 200 до 250 слов (не более 2000 знаков с пробелами), который 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). Реферат 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);
- реферат (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 (Author Credentials; Affiliation): имя, отчество и фамилия, ученая степень, ученое звание, должность, полное название места работы или учебы (с указанием кафедры или подразделения организации или учреждения), а также полный почтовый адрес и контактная информация (телефон, e-mail). Информация о каждом авторе приводится с нового абзаца на русском и английском языках (пример оформления приведен на сайте журнала).

Материалы представляются в электронном виде, подготовленном в редакторе MS Word 2010. Текст статьи должен быть набран с абзачным отступом 1,25 см, кегль 12, через одинарный интервал, выравниванием по ширине и иметь следующий размер полей: левое, правое, верхнее, нижнее – 2,5 см (формат А4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. Полутонные фотографии могут использоваться только при крайней необходимости. Таблицы, рисунки, а также уравнения нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

***Статьи рецензируются.***

Редакторы **А.В. Квасникова**  
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 14.04.2022 г.

Подписано в печать 30.03.2022 г. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная. Объем 32,13 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 22995  
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

