

ISSN 2071-2243
DOI: 10.17238/issn2071-2243

ВЕСТНИК

Воронежского государственного
аграрного университета

Теоретический
и научно-практический
журнал

Том 13, 3(66) • 2020



ISSN 2071-2243
DOI: 10.17238/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

Издаётся с 1998 года
Периодичность – 4 выпуска в год

**Том 13,
выпуск 3 (66)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3

ВОРОНЕЖ
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
2020

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 учётом заключений профильных экспертных советов ВАК Вестник включён в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук (№ 281 по состоянию на 24.03.2020)

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 учёт, 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 «Сопроотивление 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».

Вашенко 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 плодовоовощного 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 свёклы 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, почётный работник агропромышленного комплекса России, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Чернозёмного 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, Почётный 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, Почётный 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 учёт 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 включён в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных и Российский индекс научного цитирования статей (РИНЦ), Новый список RSCI на платформе Web of Science, а также базу данных Международной информационной системы по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям (AGRIS)

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

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

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020

ISSN 2071-2243
DOI: 10.17238/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 13,
Issue 3 (66)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3

VORONEZH
Voronezh SAU
2020

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. 281 as of March 24, 2020

**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. Zavrzhnov, 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. Zhuzhzhlova, 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

© Voronezh SAU, 2020



СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

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

Беляев А.Н., Тришина Т.В., Брюховецкий А.Н., Высоцкая И.А. К СОГЛАСОВАНИЮ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВОРОТА КОЛЁСНОЙ МАШИНЫ Belyaev A.N., Trishina T.V., Bryukhovetsky A.N., Vysotskaya I.A. SELECTION JUSTIFICATION OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF A WHEELED VEHICLE STEERING MOTION	12
Иванов Н.М., Криков А.М., Федоров А.Г., Бердникова Р.Г. ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ Ivanov N.M., Krikov A.M., Fedorov A.G., Berdnikova R.G. PERFORMING MAINTENANCE OPERATIONS FOR TRACTORS AND TRUCKS USING AN INTEGRATED INFORMATION SUPPORT SYSTEM	19
Казаров К.Р., Черников В.А., Лукина И.К., Бартенев И.И., Солдатов Ю.И. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ПОСЕВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ Kazarov K.R., Chernikov V.A., Lukina I.K., Bartenev I.I., Soldatov Yu.I. ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SUGAR BEET PLANTING SCHEMES ON THE CROP PRODUCTIVITY	29
Бирюлин В.И., Куделина Д.В., Ларин О.М. МЕТОД КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ Biryulin V.I., Kudelina D.V., Larin O.M. TESTING METHOD OF INSULATION CONDITION OF CABLE LINES	38
Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Тертычная Т.Н. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА НЕПРЕРЫВНОГО МОЛОКОВЫВЕДЕНИЯ И РАСЧЁТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСКИ ВЫМЕНИ КОРОВЫ Andrianov E.A., Andrianov A.A., Tertychnaya T.N. SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CONTINUOUS MILK LET-DOWN MILKING UNIT AND EVALUATION OF INDICATORS OF THE IMPACT ON THE COW UDDER TEATS	46
Манохина А.А., Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Алляров Ж.Ж. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОПИНАМБУРА СОРТА НОВОСТЬ ВИРа ПРИ ХРАНЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ КЛУБНЕЙ Manokhina A.A., Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Allayarov Zh.Zh. STORAGE INTEGRITY OF JERUSALEM ARTICHOKE OF THE NOVOST VIRa CULTIVAR DEPENDING ON THE INTENDED USE OF TUBERS	54

**АГРОНОМИЯ
AGRICULTURAL SCIENCE**

Илларионов А.И., Лукин А.Л., Соболев К.С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СИСТЕМЕ
ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ СОРНЫХ
РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Illarionov A.I., Lukin L.Yu., Sobolev K.S.

EFFICIENCY OF HERBICIDES IN THE SYSTEM OF INTEGRATED
PROTECTION OF SUNFLOWER CROPS FROM WEED VEGETATION
IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

63

**Золотарев В.Н., Степанова Г.В., Образцов В.Н., Сапрыкин С.В.,
Иванов И.С., Сапрыкина Н.В., Лабинская Р.М.**

СОРТА ЛЮЦЕРНЫ И КОСТРЕЦА, СОЗДАННЫЕ ДЛЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ
АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РФ

**Zolotarev V.N., Stepanova G.V., Obratsov V.N., Saprykin S.V.,
Ivanov J.S., Saprykina N.V., Labinskaya R.M.**

CULTIVARS OF ALFALFA AND AWNLES BROME CREATED FOR HIGHLY
PRODUCTIVE AGROPHYTOCENOSES OF THE CENTRAL CHERNOZEM
REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

74

Кузыченко Ю.А., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Kuzychenko Yu.A., Stukalov R.S., Gadzhumarov R.G.

EFFECT OF TILLAGE METHODS ON THE FORMATION OF SUNFLOWER
ROOT SYSTEM IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CISCAUCASIA

91

Лыхман В.А., Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Дубинина М.Н., Наими О.И.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ПЛОДОРОДИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Lukhman V.A., Bezuglova O.S., Polienko E.A., Dubinina M.N., Naimi O.I.

EFFECT OF COMBINED USE OF PESTICIDES AND HUMIC PREPARATIONS
ON THE FERTILITY AND STRUCTURAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOILS

97

Никитина О.В., Стифеев А.И., Лазарев В.И.

СОЗДАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ
АНОМАЛИИ КАК ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Nikitina O.V., Stifeev A.I., Lazarev V.I.

CREATION OF PHYTOCENOSES IN TECHNOGENIC LANDSCAPES OF KURSK
MAGNETIC ANOMALY AS THE OPTIMAL WAY OF THEIR BIOLOGICAL RECULTIVATION

108

Гребенников В.Г., Шипилов И.А., Хонина О.В.

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ
МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ
ЗАЛУЖЕНИИ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Khonina O.V.

LONG-TERM LEGUME-CEREAL AGROPHYTOCENOSES AND ITS
ENVIRONMENTAL-FORMING FUNCTION AND SUSTAINABILITY
DURING REGRASSING OF FORAGE LANDS IN THE ARID ZONE

117

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
ECONOMIC SCIENCES**

Кононова Н.Н., Улезько А.В.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
БАЗИСА АГРАРНОГО СЕКТОРА

Kononova N.N., Ulez'ko A.V.

ASSESSMENT OF THE CONDITIONS ESSENTIAL FOR THE FORMATION
OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL BASIS OF AGRARIAN SECTOR

125

Макаревич Л.О., Улезько А.В.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОДУКТОВЫХ ЦЕПОЧЕК
В АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Makarevich L.O., Ulez'ko A.V.

PRODUCT CHAINS IN THE AGRI-FOOD COMPLEX: FEATURES
OF ORGANIZATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

136

Авдеев Е.В. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В АГРАРНОЙ СФЕРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Avdeev E.V. STATE AND TRENDS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION	146
Кусмагамбетов С.М., Кусмагамбетова Е.С. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ МОНИТОРИНГА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ Kusmagambetov S.M., Kusmagambetova E.S. ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR MONITORING HUMAN CAPITAL OF RURAL AREAS	160
Закшевская Е.В. ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ Zakshevskaya E.V. CRISIS MANAGEMENT SYSTEM OF AN ENTERPRISE: PRINCIPLES AND MECHANISM OF FUNCTIONING	166
Бударин С.С., Эльбек Ю.В. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ АУДИТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ Budarin S.S., Elbek Yu.V. RESOURCE EFFICIENCY AUDIT AND BASIC PRINCIPLES OF ITS ORGANIZING	174
Китаёв Ю.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Kitaev Yu.A. DEVELOPMENT TRENDS OF DAIRY CATTLE BREEDING IN THE RUSSIAN FEDERATION	182
Оганнисян А.Ц. ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕХНИКОЙ НА РОСТ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ АПК АРМЕНИИ) Hovhannisyan A.C. IMPACT OF THE LEVEL OF SUFFICIENCY IN MACHINERY AND EQUIPMENT ON TOTAL GROSS PRODUCTION OF AGRICULTURE (IN THE CONTEXT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF ARMENIA)	188
Чортонбаев Т.Ж., Ибраева Н.М., Чортонбаев У.Т., Ааматов Ш.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ Chortonbaev T.Zh., Ibraeva N.M., Chortombaev U.T., Amatov Sh.B. EFFICIENCY OF THE UNIMODAL TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN TRANSPORT LOGISTICAL SYSTEM OF THE KYRGYZ REPUBLIC	195
Постолов В.Д., Брянцева Л.Д. ИННОВАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ Postolov V.D., Bryantseva L.V. NEW INNOVATIVE CHALLENGES IN LAND MANAGEMENT AND LAND USE	204
Зотова К.Ю., Бухтояров Н.И., Недикова Е.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗРЕЗЕ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗОН Zotova K.Yu., Bukhtoiarov N.I., Nedikova E.V. EFFICIENCY OF THE USE OF AGRICULTURAL LAND IN VORONEZH OBLAST IN THE CONTEXT OF NATURAL AND AGRICULTURAL ZONES	209

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ, СОЗДАНИЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I DOCTORAL AND CANDIDATE SCIENCE-DEGREE COUNCILS OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY	216
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ INFORMATION FOR AUTHORS	217

К СОГЛАСОВАНИЮ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВОРОТА КОЛЁСНОЙ МАШИНЫ

Александр Николаевич Беляев¹
Татьяна Владимировна Тришина¹
Андрей Николаевич Брюховецкий²
Ирина Алевтиновна Высоцкая³

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Луганский национальный аграрный университет

³Военный 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 теории тракторов и автомобилей основным критерием оценки эксплуатационных свойств колёсной машины (манёвренность, управляемость, устойчивость движения), как правило, является минимальный теоретический радиус поворота. Однако известные расчётные формулы для исследования кинематики различных способов поворота колёсной машины, в том числе и определения минимального радиуса поворота, имеют допущения, которые не позволяют реализовать рациональный алгоритм исследований и влияют на конечный результат. Так, для упрощения расчётов в качестве исходных данных принимаются средние углы поворота колёс переднего и заднего мостов. Представлены расчётные зависимости для определения кинематических характеристик криволинейного движения колёсной машины, проведены расчёты с их использованием, выполнено сравнение полученных результатов с опубликованными ранее данными. Предлагаемые формулы позволяют определить минимальный теоретический радиус поворота, средние углы поворота колёс переднего и заднего мостов, углы поворота наружных по отношению к центру поворота колёс мостов в зависимости от следующих параметров, определяемых конструктивными особенностями машины: продольной базы, ширины колеи и углов поворота внутренних колёс мостов. Результаты исследований предлагается применять при определении указанных кинематических параметров поворота колёсной машины с целью выбора оптимальных режимов управления поворотом колёс, рациональных величин продольной базы и ширины колеи, выявления закономерностей их изменения для обеспечения требуемых характеристик манёвренности, управляемости и устойчивости. Многовариантность предложенных формул и полученных результатов для одних и тех же параметров, а также сравнение результатов расчётов с уже известными дают основание сделать вывод о корректности проведённых исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: колёсная машина, кинематика поворота, манёвренность, управляемость, устойчивость.

SELECTION JUSTIFICATION OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF A WHEELED VEHICLE STEERING MOTION

Alexander N. Belyaev¹
Tatyana V. Trishina¹
Andrey N. Bryukhovetsky²
Irina A. Vysotskaya³

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Lugansk National Agrarian University

³Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin
Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

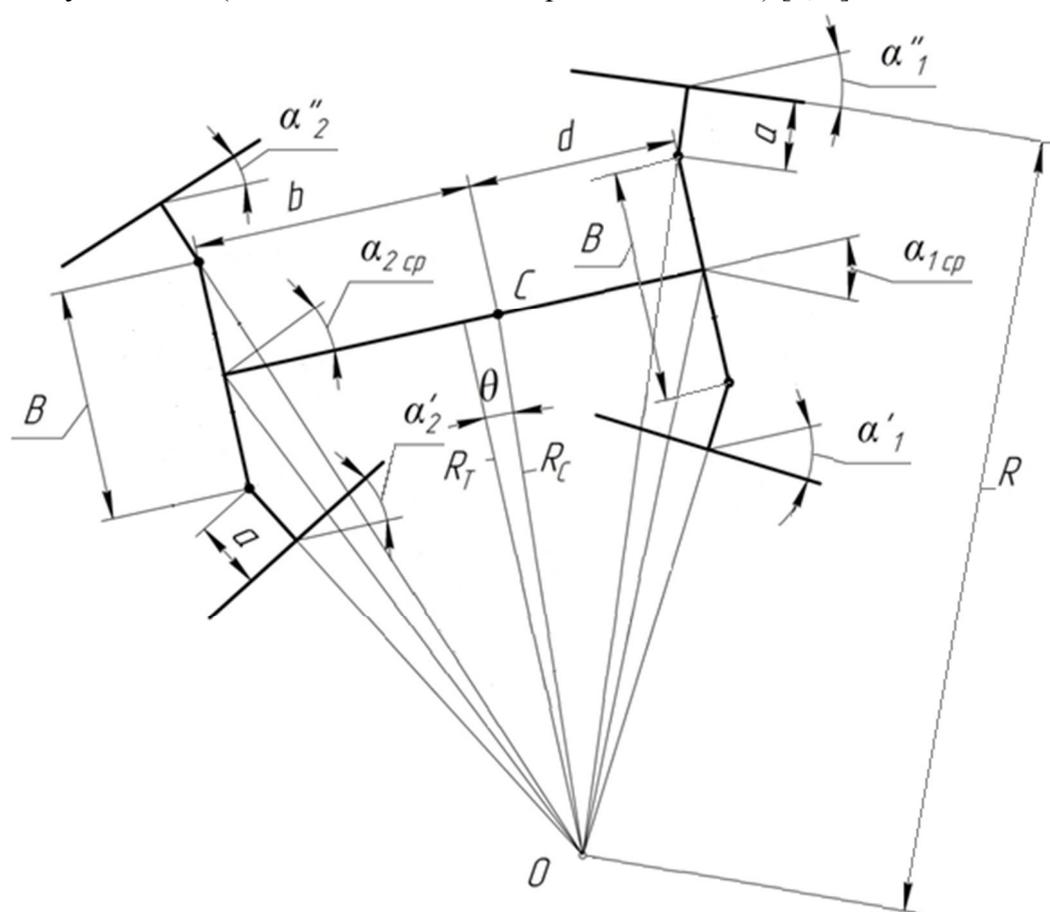
In the theory of tractors and automobiles, minimal theoretical turning radius is tend to be one of the main criterion for evaluating performance properties of a wheeled vehicle (maneuverability, handling, stability of motion). However, the well known calculation formulas for studying the kinematics of various ways of a wheeled vehicle turning, including determining minimal turning radius, have assumptions that do not allow implementing a rational research algorithm and affect the final result. For example, to simplify calculations, the average turning angles of the wheels of the front and rear axles are taken as an input data. The authors present estimated dependences for determining kinematic characteristics of the curvilinear motion of a wheeled vehicle, perform calculations using

them, and compare the obtained results with previously published data. The proposed formulas allow determining theoretical minimal turnig radius, the average turning angles of the wheels of the front and rear axles, the average turning angles of the outside wheels towards the center of turn of the wheels of the axles depending on the following parameters that are predefined due to structural features of the machine, specifically by longitudinal axle base, wheel center distance, and turning angles of the inside wheels of the axles. The results of the research are proposed to be used at determining the kinematic parameters of a wheeled vehicle turning in order to select the optimal control modes for turning, rational values of the longitudinal axle base and wheel center distance, as well as for identification of patterns of their changes to ensure the required characteristics of maneuverability, stability of motion and handling. The multivariance of the proposed formulas and the results obtained for one and the same parameters, as well as the comparison of the calculation results with those already known, give reason to make the conclusion on the research data accuracy.

KEYWORDS: wheeled vehicle, kinematics of turning, maneuverability, stability of motion and handling.

В теории тракторов и автомобилей основным критерием оценки таких эксплуатационных свойств колёсной машины, как манёвренность, управляемость и устойчивость движения, как правило, является минимальный теоретический радиус поворота [1, 2, 4, 5, 6].

Под минимальным теоретическим радиусом поворота колёсного энергетического средства (трактора, автомобиля) R_T (см. рис.) понимается кратчайшее расстояние от мгновенного центра поворота до его продольной оси, определённое без учёта явления бокового увода шин (жёсткие в боковом направлении шины) [5, 6].



Расчётная схема поворота двухосной колёсной машины

Наиболее распространённый кинематический способ поворота колёсной машины реализуется, как правило, отклонением направляющих управляемых колёс относительно остова (рамы). Чаще всего в расчётах используется универсальная формула для определения минимального теоретического радиуса поворота двухосной колёсной ма-

шины со всеми управляемыми колёсами поворотом их в разные стороны относительно её остова [5, 6, 9, 10]

$$R_T = \frac{L}{\operatorname{tg}\alpha_{1cp} + \operatorname{tg}\alpha_{2cp}}, \quad (1)$$

где L – продольная база машины, м;

α_{1cp} и α_{2cp} – соответственно средние углы поворотов колёс передней и задней осей машины, град.

При наиболее характерном случае поворота машины только передними управляемыми колёсами ($\alpha_{2cp} = 0$)

$$R_T = \frac{L}{\operatorname{tg}\alpha_{1cp}}. \quad (2)$$

Согласно (1) и (2) минимальный теоретический радиус поворота R_T зависит от базы машины L и возможных максимальных средних углов $\alpha_{1cp\ max}$ и $\alpha_{2cp\ max}$ отклонения колёс переднего и заднего мостов от нейтрального положения.

Как следует из результатов исследований, ранее проведённых профессором А.Н. Беляевым [1], в формулах (1) и (2) не установлена взаимосвязь между начальными конструктивными, эксплуатационными и кинематическими параметрами, каковыми, наряду с базой машины L , являются расстояния между осями шкворней B (в [1, 4, 5, 6] и в представленной работе приняты равными для переднего и заднего мостов, что соответствует реальным конструктивным характеристикам тракторов и автомобилей) и углы поворотов внутренних передних и задних управляемых колёс, соответственно α'_1 и α'_2 .

Профессором А.Н. Беляевым также была предложена следующая расчётная формула для определения минимального теоретического радиуса поворота двухосной колёсной машины со всеми управляемыми колёсами [1]

$$R_T = \frac{\left[\frac{B}{2} (\operatorname{tg}\alpha'_1 + \operatorname{tg}\alpha'_2) + L \right] \cos\alpha'_1 \cos\alpha'_2}{\sin(\alpha'_1 + \alpha'_2)}. \quad (3)$$

Для машины с передними управляемыми колёсами минимальный теоретический радиус поворота будет определяться по формуле

$$R_T = \frac{\left[\frac{B}{2} \operatorname{tg}\alpha'_1 + L \right] \cos\alpha'_1}{\sin\alpha'_1}. \quad (4)$$

Исходя из (3) и (4) радиус R_T можно варьировать, изменяя базу машины L , расстояние между осями шкворней B и максимальные углы α'_{1max} и α'_{2max} отклонения внутренних по отношению к центру поворота колёс переднего и заднего её мостов от нейтрального положения.

Очевидно, угол поворота управляемых колёс должен быть максимальным для обеспечения минимального радиуса поворота.

Если управляемыми являются колёса и передней, и задней осей, то для того чтобы они двигались по одной колее (с целью уменьшения сопротивления на деформированном грунте) и радиус поворота был наименьшим, углы поворота колёс должны быть одинаковыми: $\alpha'_1 = \alpha'_2$ и $\alpha''_1 = \alpha''_2$ [5], что, в свою очередь, упрощает расчёты.

Значения R_T , полученные по расчётным зависимостям (1)–(4), используются для оценки управляемости, манёвренности и устойчивости колёсной машины, а также в формулах для определения радиусов кривизны и траекторий движения её других характерных точек и различных углов поворота управляемых колёс [1].

С целью подтверждения корректности предлагаемых расчётных зависимостей, с их использованием определим некоторые кинематические характеристики трактора РТМ-160 с учётом значений параметров, соответствующих его техническим характеристикам [7]:

$$L = 2,765 \text{ м};$$

$$B = 1,8 \text{ м};$$

$$\alpha'_{1max} = \alpha'_{2max} = 33^\circ 30'.$$

Расчёты радиусов R_T при одних и тех же исходных данных [7] как по формулам (1) и (2), так и по формулам (3) и (4) дают абсолютно идентичные результаты для исследуемых способов поворота:

$$R_T = 5,077 \text{ м при повороте передними управляемыми колёсами } (\alpha'_2 = \alpha''_2 = 0);$$

$$R_T = 2,989 \text{ м при повороте передними и задними управляемыми колёсами.}$$

При этом сходимость результатов обеспечивается лишь в том случае, если расчёт величин углов $\alpha_{1cp\ max}$ и $\alpha_{2cp\ max}$ в формулах (1)–(4) проводится в соответствии с результатами исследований, приведёнными в работе [1] с использованием следующих зависимостей:

$$tg\alpha_{1cp} = \frac{tg\alpha'_1(2R_T - B)}{2R_T}, \quad (5)$$

$$tg\alpha_{2cp} = \frac{2L - tg\alpha'_1(2R_T - B)}{2R_T}, \quad (6)$$

$$tg\alpha_{1cp} = \frac{L - tg\alpha'_2(R_T - \frac{B}{2})}{R_T}, \quad (7)$$

$$tg\alpha_{2cp} = \frac{tg\alpha'_2(2R_T - B)}{2R_T}, \quad (8)$$

а не как полусумма, например, углов поворотов наружного и внутреннего по отношению к центру поворота колёс соответствующего моста [4, 5].

При этом радиус поворота по переднему наружному колесу, определённый по формуле [1]

$$R = \frac{R_T + 0,5B + a \cos\alpha''_1}{\cos\alpha''_1}, \quad (9)$$

где a – плечо обката (м), соответствует значениям, указанным производителем в технических характеристиках трактора РТМ-160:

$$R = 6,3 \text{ м при повороте только передними управляемыми колёсами};$$

$$R = 4,5 \text{ м при повороте передними и задними управляемыми колёсами [7].}$$

Предложенная методика позволяет также определить радиус любой другой характерной точки машины [1, 8].

Поскольку, например, оценивать кинематику мобильного энергетического средства принято по траектории движения её центра масс, то для определения радиуса поворота центра масс, значения которого для рассматриваемого конкретного случая равны соответственно $R_C = 5,343 \text{ м}$ и $R_C = 3,022 \text{ м}$, можно воспользоваться формулой

$$R_C = \sqrt{(tg\alpha'_1(R_T - \frac{B}{2}) - d)^2 + R_T^2}, \quad (10)$$

где d – расстояние от переднего моста до центра тяжести (точка C на рисунке).

Как видно, при использовании выражений (1) и (2), (3) и (4) получаем идентичные результаты. Но прежде чем применять формулу (1) или формулу (2), необходимо провести расчёт или задаться значениями α_{1cp} и α_{2cp} .

В работах [4, 5, 6], авторы которых рекомендуют для определения R_T применять формулы (1) и (2), в рассматриваемых алгоритмах не предусмотрены расчётные зависимости для α_{1cp} и α_{2cp} , так как эти параметры принимаются в качестве исходных данных, что, по нашему мнению, необоснованно и нецелесообразно, а, скорее всего, предлагается для упрощения расчётов [1, 4].

Исходными данными должны быть углы поворотов внутренних по отношению к центру поворота машины колёс α'_1 и α'_2 , так как они ограничиваются конструкцией машины: повернутые на максимальный угол эти управляемые колёса не должны касаться остова машины, в противном случае возникает необходимость увеличения ширины колеи [4, 5].

При необходимости, расчёт α_{1cp} и α_{2cp} можно проводить с применением формул (5)–(8), что и было выполнено. Также были выполнены расчёты R_T по формулам (1) и (2), в результате которых были получены следующие значения:

а) при повороте передними и задними колёсами:

при $L = 2,765$ м, $B = 1,8$ м и $\alpha'_{1max} = \alpha'_{2max} = 33^\circ 30'$ – →

$\alpha_{1cp max} = \alpha_{2cp max} = 24^\circ 50'$ и $\alpha''_{1max} = \alpha''_{2max} = 19^\circ 35'$;

б) при повороте только передними колёсами:

при $L = 2,765$ м, $B = 1,8$ м и $\alpha'_{1max} = 33^\circ 30'$, $\alpha'_{2max} = 0^\circ$ – →

$\alpha_{1cp max} = 28^\circ 34'$, $\alpha_{2cp max} = 0^\circ$ и $\alpha''_{1max} = 24^\circ 50'$, $\alpha''_{2max} = 0^\circ$.

В первом случае при расчёте средних углов поворота колёс мостов как суммы наружного и внутреннего углов получаем следующие результаты:

$$\alpha_{1cp max} = (\alpha'_{1max} + \alpha''_{1max})/2 = 26^\circ 32',$$

$$\alpha_{2cp max} = (\alpha'_{2max} + \alpha''_{2max})/2 = 26^\circ 32'.$$

В первом случае расхождение с результатами, определёнными по формулам (5)–(8), составило $1^\circ 43'$, или 6,5%, во втором случае при $\alpha_{1cp max} = 29^\circ 10'$ и $\alpha_{2cp max} = 0^\circ$ расхождение было $0^\circ 35'$, или 2,02%.

Таким образом, при необходимости получения более точных расчётов желательно применять формулы (5)–(8) для определения α_{1cp} и α_{2cp} , особенно для варианта поворота всеми колёсами.

Для того чтобы все колёса машины при совершении поворота двигались без скольжения, наружное и внутреннее колёса каждого моста должны поворачиваться на разные углы – соответственно α'_1 и α''_1 , α'_2 и α''_2 (см. рис.), которые в работе [6] определены из кинематики поворота трактора, а в работе [5] – из кинематики поворота автомобиля через средние углы поворота управляемых колёс каждого моста:

$$tg\alpha'_1 = \frac{Ltg\alpha_{1cp}}{L - 0,5B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}, \quad (11)$$

$$tg\alpha'_2 = \frac{Ltg\alpha_{2cp}}{L - 0,5B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}, \quad (12)$$

$$tg\alpha''_1 = \frac{Ltg\alpha_{1cp}}{L + 0,5B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}, \quad (13)$$

$$tg\alpha''_2 = \frac{Ltg\alpha_{2cp}}{L + 0,5B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}. \quad (14)$$

С учётом формул (11)–(14) получены выражения для определения соотношения между углами поворота переднего и заднего мостов [5, 6]:

$$ctg\alpha_1'' - ctg\alpha_1' = \frac{B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}{Ltg\alpha_{1cp}}, \quad (15)$$

$$ctg\alpha_2'' - ctg\alpha_2' = \frac{B(tg\alpha_{1cp} + tg\alpha_{2cp})}{Ltg\alpha_{2cp}}. \quad (16)$$

В работе [1] углы α_{1cp} , α_{2cp} , α_1'' и α_2'' также определены из кинематики поворота трактора, вследствие чего соотношения между углами поворота переднего и заднего мостов получены в следующем виде:

$$ctg\alpha_1'' - ctg\alpha_1' = \frac{B}{R_T tg\alpha_{1cp}}, \quad (17)$$

$$ctg\alpha_2'' - ctg\alpha_2' = \frac{B}{R_T tg\alpha_{2cp}}, \quad (18)$$

где, как следует из [1]:

$$tg\alpha_1'' = \frac{tg\alpha_1'(2R_T - B)}{2R_T + B}, \quad (19)$$

$$tg\alpha_2'' = \frac{2L - tg\alpha_1'(R_T - B)}{2R_T + B}, \quad (20)$$

$$tg\alpha_1'' = \frac{L - tg\alpha_2'(R_T - \frac{B}{2})}{R_T + \frac{B}{2}}, \quad (21)$$

$$tg\alpha_2'' = \frac{tg\alpha_2'(2R_T - B')}{2R_T + B'}. \quad (22)$$

Приведённые соотношения (15)–(18) обеспечиваются рулевой трапецией [3, 4, 5, 6], при этом расчёты по формулам (15) и (16), а также (17) и (18) дают идентичные результаты.

Если ширина колеи у машины регулируется, то соотношения (15)–(18) выдерживаются с достаточной точностью лишь при определённых параметрах рулевой трапеции, в соответствии с которыми и осуществляется расстановка колёс. При изменении величины B соотношения (15)–(18) нарушаются, изменяются углы α_{1cp} и α_{2cp} (5)–(8) и радиус R_T (1)–(4), что является подтверждением необходимости использования для расчёта минимального теоретического радиуса поворота зависимостей (3) и (4).

Таким образом, использование формул (3)–(10) и (17)–(22) позволит с достаточно высокой степенью точности оценить кинематические параметры криволинейного движения колёсной машины при различных способах поворота.

Многовариантность предложенных формул и полученных результатов для одних и тех же параметров, а также сравнение результатов расчётов с уже известными дают основание сделать вывод о корректности проведённых исследований.

Установленная в формулах (3) и (4) взаимосвязь между начальными известными конструктивными и эксплуатационными параметрами позволяет использовать рассчитанные по ним величины минимального теоретического радиуса поворота для определения других кинематических характеристик поворота колёсной машины.

Библиографический список

1. Беляев А.Н. Повышение эффективности работы машинно-тракторных агрегатов на базе интегральных универсально-пропашных колёсных тракторов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А.Н. Беляев. – Мичуринск-наукоград, 2019. – 440 с.
2. Козлов Д.Г. Повышение манёвренности интегрального трактора / Д.Г. Козлов, К.А. Манаенков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4. – С. 50–55.
3. Козлов Д.Г. Рулевой привод универсально-пропашного трактора со всеми управляемыми колёсами / Д.Г. Козлов, А.С. Дурманов // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 9. – С. 14–18.
4. Скотников В.А. Основы теории и расчёта трактора и автомобиля : учеб. пособие для вузов / В.А. Скотников, А.А. Маценский, А.С. Солонский ; под. ред. В.А. Скотникова. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 383 с.
5. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин : учебник для машиностроительных спец. вузов / Г.А. Смирнов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.
6. Тракторы: теория : учебник для вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др.; под общ. ред. В.В. Гуськова. – Москва : Машиностроение, 1988. – 374 с.
7. Тракторы РТМ-160 и РТМ-160У. Конструкция, эксплуатация и техническое обслуживание / А.С. Дурманов, Ю.А. Коцарь, Г.А. Головащенко, С.В. Плужников. – Саратов : Научная книга, 2006. – 155 с.
8. Computation of Vehicle Motion Path upon Entering Turn / A.N. Belyaev, V.G. Kozlov, I.A. Vysotskaya, T.V. Trishina // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – Vol. 9, No. 1. – Pp. 4527–4531.
9. Mammari S. Two-degree-of-freedom formulation of vehicle handling improvement by active steering / S. Mammari, V.B. Baghdassarian // Proceedings of the American Control Conference. – 2000. – Vol. 1 (6). – Pp. 105–109. DOI: 10.1109/ACC.2000.878782.
10. Ryu J.-C. Estimation of vehicle roll and road bank angle / J.-C. Ryu, J.C. Gerdes // Proceedings of the 2004 American Control Conference. – 2004. – Vol. 3. – Pp. 2110–2115. DOI:10.23919/acc.2004.1383772.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Николаевич Беляев – доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: aifkm_belyaev@mail.ru.

Татьяна Владимировна Тришина – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: tata344@rambler.ru.

Андрей Николаевич Брюховецкий – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой тракторов и автомобилей, проректор по учебной и научно-педагогической работе ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», ЛНР, г. Луганск, e-mail: bruhoveckiy@rambler.ru.

Ирина Алевтиновна Высоцкая – кандидат физико-математических наук, преподаватель кафедры математики ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Воронеж, e-mail: i.a.trishina@gmail.com.

Дата поступления в редакцию 28.07.2020

Дата принятия к печати 06.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexander N. Belyaev, Doctor of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: aifkm_belyaev@mail.ru.

Tatyana V. Trishina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Applied Mechanics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: tata344@rambler.ru.

Andrey N. Bryukhovetsky, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Tractors and Automobiles, Vice-rector for Academic Affairs and Research & Pedagogic Work, Lugansk National Agrarian University, LNR, Lugansk, e-mail: bruhoveckiy@rambler.ru.

Irina A. Vysotskaya, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Lecturer, the Dept. of Mathematics, Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: i.a.trishina@gmail.com.

Received July 28, 2020

Accepted after revision September 06, 2020

ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Николай Михайлович Иванов¹
Аркадий Максимович Криков¹
Александр Георгиевич Федоров²
Рита Григорьевна Бердникова³

¹Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук»

²Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации

³Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

Важнейшим условием поддержания необходимого уровня работоспособности используемых в сельскохозяйственном производстве машин является проведение операций их технического обслуживания и технического диагностирования своевременно и качественно на основе имеющихся руководящих и нормативно-технических документов. Одним из направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации является изыскание приёмов и способов более эффективного оперирования информационным фондом, содержащимся в нормативно-технических документах и публикациях. Таковым направлением является формирование систем интегрированной документации решаемых задач. Описаны приёмы выполнения операций технического обслуживания (ТО) и технического диагностирования (ТД) с применением комплексной системы информационного обеспечения (КСИО), представленной на компьютере в виде взаимосвязанной совокупности трёх основных блоков: общесодержательного, видео-марочного и управляющего. Приводится описание основных функций блоков и общие приёмы их формирования. Процесс формирования варианта КСИО рассматривается поэтапно как подготовка информационных компонентов, подбор необходимого набора контента и представление его на компьютере в цифровом формате, компоновка самой КСИО. Затраты на процесс формирования КСИО сокращаются за счёт использования имеющихся блоков систем информационного обеспечения ТО грузовых автомобилей (тракторов). Перспективен приём создания и использования базы контентов по множеству марок машин. Предлагаемая КСИО формируется с использованием информационных технологий, что позволяет значительно совершенствовать информационное обеспечение рассматриваемых процессов обслуживания машин за счёт применения гипертекстовой информационной технологии и объектно-ориентированного подхода. Переход к цифровой форме представления нормативно-технической документации является одной из основ дальнейшего совершенствования как самой указанной документации, так и повышения качества проведения операций обслуживания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: комплексная система информационного обеспечения, унифицированная структура, операции обслуживания, техническое обслуживание, техническое диагностирование, трактор, грузовой автомобиль.

PERFORMING MAINTENANCE OPERATIONS FOR TRACTORS AND TRUCKS USING AN INTEGRATED INFORMATION SUPPORT SYSTEM

Nikolay M. Ivanov¹
Arkadiy M. Krikov¹
Aleksandr G. Fedorov²
Rita G. Berdnikova³

¹Siberian Research Institute for Agricultural Engineering and Electrification of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

²Novosibirsk Military Institute named after General of the Army I.K. Yakovlev of National Guard Troops of the Russian Federation

³Tomsk Agricultural Institute, Branch of Novosibirsk State Agrarian University

The most important factor for maintaining the necessary level of runnability of machinery used in agricultural production is to conduct operations of maintenance and technical diagnosis in a timely manner and with high quality on the basis of existing guidelines, specifications and standard process documentation. One of the directions for further improvement of technical operation is to find methods and techniques for more effective operation with information database contained in standard process documentation and various publications. Such the direction is the formation of an integrated documentation system for solving problems. The authors describe techniques for performing operations of maintenance (M) and technical diagnosis (TD) implemented into practice due to visualized integrated information support system (IISS). The system is PC-based as an interconnected set of three main blocks: i) general content-related block, ii) block containing information on tractors and trucks types and models, iii) data set control block. The main functions of blocks and general methods of their formation are defined. The process of forming IISS variant is presented step-by-step as components preparation, the required set of content selection and PC-based digitalisation of data, system layout. The cost of IISS forming can be reduced by using the existing blocks of information support systems for trucks (tractors) maintenance. The method of creating and using a database of content for a variety of car models is promising. The proposed IISS is created on the basis of information technologies, which makes it possible to improve significantly the information support of the considered maintenance processes through the use of hypertext information technology and an object-oriented approach. The transition to a digital form of presentation of standard process documentation is one of the foundations for further improvement of both the specified documentation itself and improving the quality of maintenance operations.

KEYWORDS: integrated information support system (IISS), unified structure, maintenance operations, maintenance, technical diagnosis, tractor, truck.

Введение

Эффективность механизации сельскохозяйственного производства в современных условиях определяется техническим состоянием тракторов, грузовых автомобилей и других машин и во многом зависит от их работоспособности [18, 20]. Важнейшим условием поддержания необходимого уровня работоспособности используемых машин является проведение операций их технического обслуживания (ТО) и технического диагностирования (ТД) своевременно и качественно на основе имеющихся руководящих и нормативно-технических документов.

На современном этапе проводимые работы по ТО и ТД машин являются объёмными, что обусловлено разнообразностью и множественностью информационных параметров их содержания. Это объясняется тем, что конструкции современных машин становятся сложнее, а их энергонасыщенность возрастает, соответственно усложняются операции по их ТО и ТД, повышаются требования к знаниям и умениям специалистов, проводящих эти операции [18, 20]. Поэтому одним из путей улучшения технической эксплуатации машин является разработка более совершенных способов усвоения и использования имеющихся умений, навыков и информационных материалов, представляемых в технической документации и публикациях с учётом того, что такие сведения составляют основу третьего элемента системы технической эксплуатации машин.

Роль умений и навыков в повышении эффективности производства весьма высока во всех отраслях производства [17]. Новые знания необходимы для интеграции в различные системы, в которых отражаются как технологические приёмы выполнения работ, так и определённые теоретические положения, концепции и научные принципы, направленные на дальнейшее повышение эффективности рассматриваемых процессов за счёт более рациональной работы с информацией и с имеющимся фондом знаний. Из изложенного следует вывод о том, что одним из направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации машин является изыскание приёмов и способов более эффективного оперирования информацией, содержащейся в нормативно-технических документах и публикациях. Таковым направлением является формирование систем интегрированного информационного материала решаемых задач.

При выполнении операций обслуживания используется множество различного оборудования и материалов [7, 15, 21]. В силу указанного аспекта специалистам по обслуживанию техники необходимо пользоваться не только сведениями по технологиям выполняемых операций, но и по рациональному использованию технических средств в

условиях, когда указанные сведения приводятся во многих литературных источниках и в различных разделах нормативно-технической документации. На поиск, обобщение и пользование этими сведениями затрачивается значительное количество времени и энергии. Следовательно, можно сделать вывод, что действенным приёмом повышения качества проведения операций ТО и ТД с одновременным сокращением временных затрат является информационное обеспечение не только процессов выполнения всего комплекса операций ТО и ТД, но и вспомогательных работ с использованием всех необходимых сведений, включая расчётные.

Специалистами ряда стран мира осознана необходимость и ведутся исследования, направленные на непрерывное информационное сопровождение технических и технологических разработок [13], проводимых с момента проектирования и до времени их утилизации в рамках технологий CALS. Подобное информационное обеспечение может быть представлено на персональном электронном оборудовании каждому специалисту, выполняющему обслуживание машин, в виде полного комплекта нормативно-технической документации (НТД) по всем аспектам обслуживания машин [10]. Об этом свидетельствует отечественный опыт обслуживания оборудования [9] и различных систем [3, 8].

В дополнение к данному информационному обеспечению понадобятся средства автоматизированных вычислений на компьютере ожидаемых показателей технического состояния узлов и агрегатов обслуживаемых машин в соответствии с нормами периодичности их обслуживания. Указанные средства могут быть интегрированы на компьютере в комплексные системы информационного обеспечения (КСИО) выполнения в едином технологическом процессе всех операций ТО и ТД тракторов, грузовых автомобилей и других машин [19]. К настоящему времени разработаны лишь определённые компоненты указанной информационной системы [5, 6, 25], поэтому создание КСИО является одной из актуальных задач современной инженерной науки. В настоящее время в связи с переходом страны к цифровым формам представления информационных материалов реализация комплексных информационных систем имеет большую перспективу [28].

Целью данной работы является обоснование методических приёмов, используемых при создании КСИО выполнения операций ТО и ТД машин [28] применительно к тракторам типа Кировец [5, 6] и грузовым автомобилям основных моделей КамАЗ [25]. Основополагающая модель комплексной системы учитывает большое разнообразие технологических приёмов выполнения работ [2, 10, 12, 14, 27].

Методические приёмы

Учитывая тот факт, что на практике исполнителями операций ТО и ТД являются механизаторы (слесари-наладчики) и специалисты технических служб, имеющие навыки работы на компьютерах, как правило, на уровне пользователей, предлагаемая КСИО должна включать простой, легко осваиваемый интерфейс, а также быть адаптированной к различному уровню подготовки специалистов в вопросах ТО и ТД. Так как система технического обслуживания в АПК является планово-предупредительной, способствующей своевременному устранению возможных неисправностей и увеличению срока использования машин, то разрабатывая информационную систему, целесообразно ориентироваться на выполнение всей совокупности операций ТО и ТД, предусмотренных в нормативно-технической документации.

Техническое диагностирование, являясь неотъемлемой частью ТО, все ещё не стало единой составляющей в системе обеспечения работоспособности машин [21]. Технологические карты проведения ТО и ТД не являются составляющими нормативно-технической документацией машин. Данные карты приводятся в различных источниках

и носят, как правило, разрозненный рекомендательный характер [22, 23]. К тому же технологические карты ТО не представлены в единой совокупности с операциями ТД, что требует от их исполнителей высокого профессионального уровня [22, 23]. Рассматриваемая КСИО предупредительно включает в себя решение этих вопросов представлением необходимых материалов в едином обобщённом виде к соответствующим маркам машин и представляет технологический процесс ТО и ТД единым целым.

В начале 2000-х гг. в опубликованных источниках многие специалисты акцентировали внимание на средствах мультимедиа, рассматривая их в качестве способа представления многогранной информации [11, 26]. Однако практические результаты не оправдали ожидания, так как на подбор видеоматериалов требуется большой объём затрат труда и времени. Авторы отказались от применения средств мультимедиа в силу трудоёмкости их использования и сложности их адаптирования к реальным условиям, выбрав направление, связанное с использованием гипертекстовой технологии организации нормативно-технического материала.

На начальных этапах разработки СИОТОТ и СИОТОГА были обоснованы общие требования к ним, которые несущественно зависят от видов и моделей машин. Поэтому данный этап при создании КСИО с учётом требований к информационному обеспечению выполнения операций ТО и ТД для рассматриваемых видов машин может быть исключён. Если же в процессе разработки КСИО (для некоторых видов и моделей машин) у исполнителя возникнут новые подходы и идеи по изменению содержательных частей или блоков, описанных ниже, то могут появиться новые требования к их реализации. Однако вопросы обоснования таких требований выходят за рамки данной статьи.

Одной из основных составляющих системы, как известно, является её структура. Исходя из этого авторы рассмотрели унифицированную структуру КСИО, а методику её разработки предложили свести к обобщению контентов уже апробированных основных блоков СИОТОТ и СИОТОГА, достаточно полно отражающих содержательные компоненты применительно к видам и марочному составу обслуживаемых тракторов и грузовых автомобилей.

Для унификации структуры КСИО было предложено сначала выделить видо-марочные (содержание которых непосредственно определяется видом и маркой машин) и общесодержательные (информационные компоненты которых мало зависят от модели обслуживаемой машины и отражают сведения общего характера) блоки. Рассматриваемая система информационного обеспечения может включать в себя множество составляющих компонентов в соответствии с количественным наличием техники в хозяйстве. Это, конечно, усложняет выполняемые процессы, связанные с корректировкой или модернизацией тех или иных составляющих имеющихся блоков в процессе реального использования КСИО. Для предотвращения возникновения такой ситуации подобные информационные блоки целесообразно сгруппировать по видам информационного материала. Поэтому для нормализации и упорядочения работы КСИО необходимо иметь в ней единый управляющий блок, который позволял бы не только выбрать какую-то конкретную обслуживаемую машину из имеющихся в системе, но и переходить к другим блокам (и подблокам), содержащим необходимые сведения по видам и маркам тракторов, автомобилей или других машин.

Заметим, что информационные технологии являются основой создания КСИО, позволяющей значительно совершенствовать информационное обеспечение рассматриваемых процессов обслуживания машин за счёт применения гипертекстовой информационной технологии и объектно-ориентированного подхода к созданию таких систем [4, 16, 29].

Результаты и их обсуждение

Структура КСИО представляет собой совокупность управляющего, видео-марочных и общесодержательных блоков. Представим теперь описание их основных параметров и компонентов.

Информационные блоки для обслуживаемых моделей тракторов

1. Блок «Посты и пункты технического обслуживания тракторов». Содержит информационный материал о постах и пунктах ТО тракторов с их характеристиками, комплектующим оборудованием, может дополняться новыми сведениями и соответствующими другими информационными компонентами.

Сведения данного блока, конкретизированные к условиям реального хозяйства, применимы при поступлении конкретного трактора на обслуживание. На основе сопоставительного анализа имеющегося и представленных в данном блоке вариантов постов и пунктов технического обслуживания тракторов специалисты инженерной службы хозяйств могут решать задачи по дальнейшему совершенствованию имеющегося у них варианта поста или пункта. Так как имеющиеся пункты технического обслуживания в большинстве своём не соответствуют необходимым требованиям по оснащённости, а их оснастка постоянно претерпевает изменения, такой процесс совершенствования становится актуальным.

2. Блок «Устройство обслуживаемых моделей тракторов MT_1, MT_2, \dots, MT_n , рассматриваемых в КСИО», где n – число моделей тракторов. Сведения об устройстве трактора группируются по каждой марке в виде самостоятельного подблока. Трактор анализируется как совокупность основных узлов, а первые части их наименований выступают в качестве связующих для основных узлов трактора. Здесь же предусмотрена возможность просмотра общих сведений о самом блоке (используя переход к выбранному варианту модели с помощью гиперссылки).

Заметим, что такие подблоки (в количестве n) достаточно объёмны, насыщены большим количеством рисунков, схем и таблиц. В них отражается полное описание всей конструкции обслуживаемой модели трактора, так как без знания особенностей устройства трактора очень сложно обеспечить его качественное обслуживание. Это особенно проявляется на начальном этапе работы обслуживающего персонала и после определённого перерыва в его деятельности. Применение гиперссылок и многоуровневое представление сгруппированного материала позволяют значительно сократить затраты труда на поиск необходимых материалов.

3. Блок «Технологии выполнения операций ТО и ТД тракторов обслуживаемых марок (MT_1, MT_2, \dots, MT_n)». Сведения данного блока группируются по каждой марке в виде самостоятельных подблоков, по всем видам технического обслуживания при использовании и хранении тракторов. Блок включает в себя подробную информацию о технологической последовательности операций, проводимых в ходе выполнения ТО и ТД тракторов, и сведения по правилам пользования применяемыми инструментами, приборами и материалами. Сведения представляются в виде полного набора технологических карт на операции ТО и ТД по всем учитываемым в КСИО моделям MT_1, MT_2, \dots, MT_n .

Информация данного подблока также достаточно объёмна. При необходимости пользователь может на любом месте технологической карты по сформированной разработчиком гиперссылке перейти к просмотру имеющихся сведений и данных как по видам ТО, так и марке или виду оборудования, прибора и инструмента. В подблоке широко используется приём многоуровневой детализации формируемых сведений.

4. Блок «Оценка остаточного ресурса узлов и агрегатов обслуживаемых тракторов». В блоке учитываются все измеряемые в процессе ТД параметры технического состояния моделей тракторов MT_1, MT_2, \dots, MT_n . Эти параметры являются индивидуаль-

ными по каждому трактору согласно текущим данным их технического диагностирования по всем обслуживаемым узлам и агрегатам.

Сведения данного блока представлены с помощью информационных программно-алгоритмических средств, расчёты выполняются компьютерной программой, что исключает использование трудоёмких графических номограмм. В данном блоке необходимо по каждому измеряемому параметру иметь нормативно-справочные сведения по номинальному и предельно допустимому значениям применительно к определённой модели трактора. Однако в концентрированном виде эти сведения отсутствуют, поэтому систематизация и концентрация таких сведений является актуальной задачей современной инженерной науки.

5. Блок «Хронология состояний обслуживаемых тракторов». В этом блоке отражается техническое состояние каждого трактора в отдельности на момент поступления на ТО. Это – история выполнения операций ТО и ТД по обслуживанию определённого трактора, предназначенная для специалистов инженерной службы хозяйства. Такая информация может быть использована при анализе причин возникновения часто встречаемых неисправностей тракторов определённого подразделения хозяйства, а также в целях корректировки перечня и содержания операций ТО узлов и агрегатов, у которых чаще всего возникают неисправности. Расчётные сведения блока индивидуально по каждому трактору целесообразно использовать для уточнения периодичности проведения их обслуживания. Для принятия должностными лицами хозяйства управленческих решений в КСИО формируется соответствующий бланк с расчётами.

6. Блок «Нормы расхода и затрат ресурсов для обслуживания тракторов учитываемых моделей MT_1, MT_2, \dots, MT_n ». Содержит нормативные сведения по ресурсным затратам труда и материалам при проведении ТО и ТД тракторов.

Информационные блоки для обслуживаемых моделей грузовых автомобилей

1. Блок «Посты и пункты технического обслуживания грузовых автомобилей». Содержит информационные материалы с общими сведениями о пунктах технического обслуживания с его постами, участками, их характеристиками, назначением и оснащением, а также схемами возможных экспликаций данных помещений. Блок аналогичен одноименному блоку применительно к тракторам.

2. Блок «Устройство обслуживаемых моделей грузовых автомобилей GA_1, GA_2, \dots, GA_K , рассматриваемых в КСИО», где K – количество учитываемых моделей грузовых автомобилей. Блок включает в себя информационный материал об устройстве (конструкции) обслуживаемых автомобилей. Блок формируется по той же методике, что и для тракторов.

3. Блок «Технологии выполнения операций ТО и ТД грузовых автомобилей учитываемых марок (GA_1, GA_2, \dots, GA_K)». Блок по структуре аналогичен однотипному блоку для тракторов.

4. Блок «Оценка остаточного ресурса узлов и агрегатов обслуживаемых грузовых автомобилей». Учитываются все измеряемые в процессе ТД параметры технического состояния моделей грузовых автомобилей GA_1, GA_2, \dots, GA_K . Расчёт остаточного ресурса узлов и агрегатов производится программно-алгоритмическими средствами электронной таблицы EXCEL-2010. По своей структуре данный блок аналогичен соответствующему блоку обслуживания тракторов.

Для расчёта остаточного ресурса узлов и агрегатов рассматриваемых грузовых автомобилей, взамен применяемых трудоёмких расчётов по номограммам, требуется только заполнить предлагаемую таблицу соответствующими исходными данными. Результаты расчётов оформляются в виде отдельной таблицы с управленческими рекомендациями. Отмеченное выше примечание о необходимости приводить нормативно-

справочные данные по номинальному и предельно допустимому значениям применительно к учитываемым моделям распространяется и на этот блок.

5. Блок «Хронология состояний обслуживаемых грузовых автомобилей». Данный блок аналогичен блоку 5 раздела, касающегося моделей тракторов.

6. Блок «Нормы расхода и затрат ресурсов для обслуживания грузовых автомобилей учитываемых моделей ГА₁, ГА₂, ..., ГА_к» в целом аналогичен блоку 6 раздела, касающегося моделей тракторов. Отличие в том, что здесь приводятся сведения о взаимозаменяемости запасных частей грузовых автомобилей в процессе устранения неисправностей.

Блоки по другим видам машин формируются аналогично описанным выше.

Блоки общесодержательного типа

1. Блок «Оборудование, инструменты и приборы». Данный блок содержит перечень отражённых в технологических картах проведения операций ТО и ТД приспособлений, с их описанием и правилами использования.

С учётом многообразия применяемого оборудования, инструментов и приборов для удобства работы с данными сведениями используются приёмы обобщения и группирования. С этой целью информационный материал блока начинается с перечня группы объектов. Посредством гиперссылок каждая группа объектов раскрывается до конкретного устройства, приспособления. При таком формировании блока легче осуществляется необходимая корректировка сведений и ускоряется просмотр искомой информации, минуя промежуточный материал.

2. Блок «Топливо-смазочные и расходные материалы». Блок состоит из контентов с нормативными сведениями по топливно-смазочным материалам, а также по множеству специальных расходных материалов, используемых при ТД и ТО рассматриваемых машин. Блок сформирован аналогично вышеописанным.

3. Блок «Справочник предприятий ресурсного обеспечения (оборудование и оснастка, расходные материалы, сервисные услуги) при обслуживании рассматриваемых видов машин». Блок призван систематизировать все сведения о близлежащих предприятиях и об их ресурсах, используемых в процессе проведения операций обслуживания рассматриваемых видов машин. Это облегчает поиск необходимых предприятий для приобретения необходимых материалов.

Для пользования системой информационного обеспечения формируются три основных блока (блока-меню). Один блок ориентирован на трактора, второй – на грузовые автомобили, а третий представляет собой блок общесодержательного типа.

Для оценки эффективности использования КСИО в полном объёме допустимы методические приёмы оценки эффективности применения СИОТОН и СИОТОГА [24].

На примере КСИО показана целесообразность формирования на всех уровнях детальной нормативно-технической документации. Такой вид документации способствует более качественному её освоению и применению специалистами технических служб. Решение этого вопроса возможно на методически отработанной основе, что реализовать в бумажном варианте весьма проблематично.

На примере обслуживания машин данная документация представляется в виде расчленённых на определённое число частей, которые функционируют во взаимодействии друг с другом и позволяют специалисту технических служб просмотреть их в необходимом для него варианте. Такое представление информации способствует сокращению затрат времени на оперирование необходимой информацией по ТО и ТД и, как следствие, повышению качества проведения работ.

Попытки совершенствования представления искомой информации по обслуживанию машин уже имели место в процессах обслуживания тракторов [1]. В них виды про-

водимых операций по ТО обозначались определёнными символами. Однако при этом использовалось лишь двухуровневое представление информации, а также отсутствовали оперативные переходы от одного уровня представления к другому. Информационные технологии на базе персонального компьютера позволяют полнее реализовывать возможности такого приёма во всех используемых инструктивных материалах, руководствах, технических условиях и других сведениях. Разработка приёмов многоуровневого представления определённых частей нормативно-технической документации охватывает широкий круг вопросов и в данной работе подробно не рассматривалась.

Заключение

Структура КСИО, в которой вопросы информационного обеспечения технического обслуживания и технического диагностирования тракторов, грузовых автомобилей и других машин отражаются в единстве процесса их обслуживания, представлена на основе аналитического обобщения структурных блоков СИОТОТ и СИОТОГА, а также общесодержательных, видео-марочных и управляющего блоков.

Рассмотренную структуру КСИО, а также её состав и основные функции блоков целесообразно реализовывать на основе изложенных в работе методических положений. Наличие КСИО позволяет совершенствовать выполнение операций обслуживания машин, что облегчает решение ряда задач по обеспечению работоспособности парка имеющейся техники.

Формирование варианта КСИО связано с подготовкой информационных компонент, включаемых в её состав. Этот этап достаточно трудоёмок из-за необходимости подбора контента, представляемого на компьютере в цифровом формате, а также компоновки на его основе самой КСИО.

Для сокращения трудозатрат следует использовать уже созданные блоки СИОТОТ и СИОТОГА. Можно воспользоваться базой контентов по множеству имеющихся марок тракторов, грузовых автомобилей и других видов машин, а также применять приём горизонтальной интеграции. Блоки КСИО должны представляться определёнными уровнями детализации, зависящими от их содержания.

Быстрое реагирование на появление инноваций в вопросах обслуживания машин является одним из эффективных методов повышения качества их обслуживания. Рассматриваемая система информационной поддержки предполагает реализацию метода, позволяющего оперативно (или периодически) пополнять КСИО новой или уточняющей информацией по всем аспектам обслуживания машин.

Переход к цифровой форме представления нормативно-технической документации является одним из условий дальнейшего совершенствования как самой указанной документации, так и повышения качества проведения операций обслуживания.

В будущем видится, что и производители машин будут прикладывать к ним инструктивные материалы в цифровой форме. Было бы весьма рационально оснащать в такой форме документацией и руководящими материалами все выпускаемые стенды, установки и устройства, используемые в процессе технической эксплуатации современных машин. Согласно требованиям международных стандартов поставщики продукции должны предоставлять покупателю необходимые для каталогизации технические сведения о товаре в электронном виде, а при их описании использовать одни и те же (то есть унифицированные) термины и обозначения.

Таким образом, разработка и использование комплексных систем информационного обеспечения остаётся одной из актуальных задач в совершенствовании технической эксплуатации машин, включая их техническое обслуживание (ТО) и техническое диагностирование (ТД).

Библиографический список

1. Агеев Л.Е. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов / Л.Е. Агеев, С.Х. Бахриев. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 271 с.
2. Альт В.В. Информационные технологии как фактор повышения эффективности агропромышленного комплекса / В.В. Альт // Информационные технологии, системы и приборы в АПК : матер. 4-й международной науч.-практ. конф. «Агроинфо-2009» (Россия, г. Новосибирск, 14–15 октября 2009 г.). – Новосибирск : Изд-во Сибирского физико-технического института аграрных проблем, 2009. – С. 258–259.
3. Барсуков И.Б. Нужна консолидация знаний / И.Б. Барсуков, С.А. Каплюхий, Е.С. Сильников // Атомная стратегия. – 2004. – № 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=196> (дата обращения: 05.05.2020).
4. Бельков С.А. Представление материала текстовых и гипертекстовых источников сетью паттернов / С.А. Бельков, С.Л. Гольдштейн // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 29–34.
5. Бердникова Р.Г. Информационное обеспечение технического обслуживания тракторов / Р.Г. Бердникова, А.М. Криков // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 113. – С. 173–178.
6. Бердникова Р.Г. Техническое обслуживание тракторов с использованием системы информационного обеспечения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Р.Г. Бердникова. – Новосибирск, 2013. – 18 с.
7. Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник для студентов высших учебных заведений / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов, А.В. Неговора, А.С. Иванов. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
8. Евгеньев Г.Б. Системология инженерных знаний : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Системы автоматизированного проектирования» / Г.Б. Евгеньев. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 373 с.
9. Затонский А.В. Оптимизация модели информационной системы поддержки техобслуживания и ремонта оборудования / А.В. Затонский // Информационные технологии. – 2007. – № 3. – С. 2–7.
10. Информационное обеспечение инженерно-технической системы АПК : матер. Выездного заседания Бюро Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии – 20 декабря 2000 г., ФГНУ «Росинформагротех» ; под ред. Н.В. Краснощекова и др. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 104 с.
11. Искусство мультимедиа. Мультимедиа и техника : монография / В.Д. Сошников, И.Р. Кузнецов, А.В. Денисов и др. ; под ред. В.Д. Сошникова. – Санкт-Петербург : СПбГУП, 2010. – 198 с.
12. Концепция модернизации инженерно-технической системы сельского хозяйства России на период до 2020 года : монография / В.И. Черноиванов, Ю.Ф. Лачуга, А.А. Ежевский и др. – Москва : Изд-во Российского НИИ информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2009. – 68 с.
13. Концепция непрерывной информационной поддержки жизненного цикла (CALS-технологии) сельскохозяйственных мобильных энергетических средств / И.П. Ксеневич, Л.С. Орсик, В.Г. Шевцов и др. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 142 с.
14. Кузин Е.С. Представление знаний и решение информационно-сложных задач в компьютерных системах / Е.С. Кузин // Приложение к журналу «Информационные технологии». – 2004. – № 4. – 43 с.
15. Криков А.М. Разработка системы информационного сопровождения технического обслуживания тракторов / А.М. Криков, Р.Г. Бердникова // Электроэнергетика в сельском хозяйстве : матер. Международной науч.-практ. конф. – Новосибирск : Изд-во РАСХН, Сиб. отд-ние, 2009. – С. 179–183.
16. Макгенри В. Управление текстом и гипертекст: чему учит Аризонская аналитическая информационная система / В. Макгенри, К. Линч, Л. Хулс // Программные продукты и системы. – 1990. – № 3. – С. 13–22.
17. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России / В.Л. Макаров // Наука и жизнь. – 2003. – № 5. – С. 26–30.
18. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири : учеб.-метод. пособие / Н.М. Иванов, А.Е. Немцев, В.В. Коротких и др. ; под ред. Н.М. Иванова, А.Е. Немцева. – Новосибирск : РАСХН, Сиб. отд-ние. СибИМЭ, 2012. – 106 с.
19. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования / В.М. Михлин, М.А. Халфин, С.Б. Мухамадеев и др. – Москва : Информагротех, 1995. – 62 с.
20. Соломкин А.П. Теоретическое обоснование построения системы техсервиса сельскохозяйственной техники в АПК Сибири : монография / А.П. Соломкин, Э.Т. Марламов. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГУТУ, 2018. – 179 с.
21. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 311900 «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе» / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. ; под ред. В.И. Черноиванова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГОСНИТИ ; Челябинск : Челяб. гос. агроинженерный ун-т, 2003. – 992 с.

22. Технологическое руководство по диагностированию тракторов и самоходных сельскохозяйственных комбайнов / А.В. Колчин и др. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 240 с.
23. Технология диагностирования тракторов. – Москва : ГОСНИТИ, 1973. – 279 с.
24. Федоров А.Г. Оценка эффективности технического обслуживания грузовых автомобилей с применением системы информационной поддержки / А.Г. Федоров, А.М. Криков // Наземные транспортно-технологические средства: проектирование, производство, эксплуатация : матер. I Всероссийской заочной науч.-практ. конф. (Россия, г. Чита, 25 – 28 октября 2016 г.). – Чита : Изд-во Забайкальского государственного ун-та, 2016. – С. 136–143.
25. Федоров А.Г. Система информационного обеспечения технического обслуживания грузовых автомобилей АПК / А.Г. Федоров, А.М. Криков // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 124, № 1. – С. 36–41.
26. Хомоненко А.Д. Delphi 7 : наиболее полное руководство : визуальная разработка приложений, свойства, методы, классы, компоненты, локальные и удаленные базы данных, работа с электронной почтой и Web-документами / А.Д. Хомоненко, В.Э. Гофман, Е.В. Мещеряков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. – 1120 с.
27. Черноиванов В.И. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственных машин / В.И. Черноиванов, С.С. Черепанов. – Москва : ГОСНИТИ, 1996. – 360 с.
28. Черноиванов В.И. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники / В.И. Черноиванов, И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. – 2018. – Т. 130. – С. 74–81.
29. Шуткин Л.В. Паттерновое моделирование гипертекстов / Л.В. Шуткин // Научно-техническая информация. Серия 2. Информационные процессы и системы. – 1995. – № 9. – С. 20–26.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Николай Михайлович Иванов, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, руководитель Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск, e-mail: sibime@ngs.ru.

Аркадий Максимович Криков, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории технического сервиса машинно-тракторного парка Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск, e-mail: sibime@ngs.ru.

Александр Георгиевич Федоров, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой автомобилей, бронетанкового вооружения и техники ФГКВУ ВО «Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации», Россия, г. Новосибирск, e-mail: nvivv@mvd.ru.

Рита Григорьевна Бердникова, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой агроинженерии Томского сельскохозяйственного института – филиала ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», Россия, г. Томск, e-mail: kaf.ai.tshi@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 15.07.2020

Дата принятия к печати 06.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nikolay M. Ivanov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Siberian Research Institute for Agricultural Engineering and Electrification of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk Oblast, pos. Krasnoobsk, e-mail: sibime@ngs.ru.

Arkadiy M. Krikov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Laboratory of Machine and Tractor Fleet Technical Service, Siberian Research Institute for Agricultural Engineering and Electrification of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk Oblast, pos. Krasnoobsk, e-mail: sibime@ngs.ru.

Aleksandr G. Fedorov, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Automobiles and Armored Fighting Vehicles, Novosibirsk Military Institute named after General of the Army I.K. Yakovlev of National Guard Troops of the Russian Federation, Russia, Novosibirsk, e-mail: nvivv@mvd.ru.

Rita G. Berdnikova, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Agricultural Engineering, Tomsk Agricultural Institute, Branch of Novosibirsk State Agrarian University, Russia, Tomsk, e-mail: kaf.ai.tshi@yandex.ru.

Received July 15, 2020

Accepted after revision September 06, 2020

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ПОСЕВА САХАРНОЙ СВЁКЛЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ

Ким Рубенович Казаров¹
Виталий Александрович Черников¹
Ирина Кимовна Лукина²
Игорь Иванович Бартнев³
Юрий Игоревич Солдатов¹

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

³Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы
и сахара имени А.Л. Мазлумова

В последние годы в России и за рубежом урожайность сахарной свёклы достигла 500 ц/га. При принятой стандартной однострочной схеме посева с шириной основных междурядий 45 см максимальное количество корнеплодов составляет 110–120 тыс. шт./га. Дальнейшее повышение продуктивности возможно за счёт изыскания более продуктивных схем посева. С целью совершенствования существующей технологии выращивания сахарной свёклы проанализированы двухстрочные схемы посева 30 + 45, 22,5 + 45 и 15 + 45 см, для реализации которых рассмотрены варианты размещения секций на раме сеялки и возможности составления агрегата с универсально-пропашным трактором. В исследуемых схемах изменяли одну из сторон ширины междурядья в поперечном направлении относительно рядка при постоянном значении второй и оценивали зависимость относительной массы корнеплода в функции площади питания. Разработана имитационная модель, выполнен расчёт числовых характеристик и продуктивности предложенных схем загущенного посева. Получена зависимость относительного увеличения массы корнеплода при изменении одной из сторон междурядья, учитывающая интенсивность использования корнеплодом площади питания. Определена расчётная урожайность сахарной свёклы для схем посева 30 + 45, 22,5 + 45 и 15 + 45 см в трёх вариантах учёта корнеплодов с минимальной массой более 100, 200 и 250 г. Установлено, что при схеме посева 15 + 45 см максимальная расчётная урожайность в среднем на 2,4% выше, чем при схеме 22,5 + 45 см. Соседние строки в схеме 15 + 45 см можно засевать с помощью одной секции, оснащённой делителем потока семян, для составления агрегата используют трактор семейства МТЗ с шириной колеи 180 см. Для посева соседних строк по схеме 22,5 + 45 см необходимы две секции и наличие трактора с шириной колеи 135 см.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сахарная свёкла, схемы посева, норма высева, площадь питания, масса корнеплода, расчётная урожайность.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SUGAR BEET PLANTING SCHEMES ON THE CROP PRODUCTIVITY

Kim R. Kazarov¹
Vitaly A. Chernikov¹
Irina K. Lukina²
Igor I. Bartenev³
Yuri I. Soldatov¹

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

³A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar

In recent years the yield of sugar beet in Russia and abroad has reached 500 c/ha. In the adopted conventional single-row planting scheme with the width of the main row spacing of 45 cm the maximum number of tubers is 110–120 thousand pcs/ha. A further increase in productivity is possible by finding more productive planting schemes. In order to improve the existing technology of growing sugar beet, double-row planting schemes of 30 + 45, 22.5 + 45, and 15 + 45 cm were analyzed. For their implementation the authors have considered the options for mounting the sections on the planter toolbar and the possibility of creating an aggregate with a universal tractor. In the studied schemes the authors changed one of the sides of row spacing in the transverse direction relative to the row at a constant value of the second side and assessed the dependence of the relative tuber weight as a

function of the feeding area. A simulation model has been developed and the numerical characteristics and productivity of the proposed schemes of thick planting have been calculated. The authors have obtained a dependence of the relative increase in tuber weight from the change in one of the sides of row spacing taking into account the intensity of use of the feeding area by the tuber. The authors have also determined the estimated yield of sugar beet for the planting schemes of 30 + 45, 22.5 + 45, and 15 + 45 cm in three variants of accounting for tubers with the minimum weight of more than 100, 200, and 250 g. It was found that the maximum estimated yield is on average 2.4% higher in the 15 + 45 cm planting scheme than in the 22.5 + 45 cm scheme. Adjacent rows in the 15 + 45 cm scheme can be sown using a single section equipped with a seed flow divider. In order to create an aggregate, a tractor of the MTZ family with a 180 cm track gauge is used. Sowing of adjacent rows according to the 22.5 + 45 cm scheme requires two sections and a tractor with a 135 cm track gauge.

KEYWORDS: sugar beet, planting schemes, seeding rate, feeding area, tuber weight, estimated yield.

Введение
Основной целью любой сельскохозяйственной деятельности, связанной с выращиванием растений, является получение высоких урожаев, что зависит от множества факторов: свойств почвы, выбора сортов или гибридов растений, способов обработки почвы перед посевом, способов предпосевной обработки семян, правильного применения технологий возделывания культур и др. Увеличение урожайности можно представить как контролируемый процесс, которым можно управлять, в частности применяя передовые технологии, современные образцы производительной техники, а также накопленный опыт ведения сельского хозяйства.

Как известно, в России и за её пределами сахарную свёклу высевают по стандартной однострочной схеме 45 + 45 см с шириной основных междурядий 45 см. При высева семян по данной технологии максимальная густота корнеплодов сахарной свёклы составляет 110–120 тыс. шт./га [10, 13, 14], а урожайность достигает 500 ц/га и более [2, 16]. Обеспечить прирост урожайности можно путём увеличения количества корнеплодов на единице площади поля за счёт изыскания новых, рациональных схем загущенного посева, при этом критерием оценки правильности выбора технологических параметров сева должна служить урожайность корнеплодов, зависящая от нормы высева семян и равномерности размещения семян и растений вдоль борозды [1].

В принятой в России однострочной схеме 45 + 45 см близкое расположение растений в рядке приводит к их взаимному угнетению и, как следствие, снижению урожайности [6]. Для размещения на поле большего количества рационально распределённых корнеплодов исследователи предлагают к реализации схемы загущенного посева, основанные на уменьшении ширины междурядья: 30 + 45, 22,5 + 45 и 15 + 45 см [3, 4, 9, 11]. При внедрении данных схем следует учитывать удобство расстановки секций на раме серийно выпускаемых сеялок, условия работы культиваторов в период ухода за растениями и машин при уборке корнеплодов.

Результаты и их обсуждение

Для обоснования технологических параметров схем посева принимаем, что расстояние между крайними секциями у получившей наибольшее распространение двенадцатирядной сеялки при ширине междурядий 0,45 м составляет 4,95 м.

Возможные варианты расстановки посевных секций на раме сеялки по предлагаемым схемам представлены на рисунке 1.

При использовании схем посева 22,5 + 45 и 30 + 45 см соседние посевные секции располагаются не в один ряд, а с продольным смещением друг относительно друга по ходу движения агрегата, что требует дополнительных затрат на переоборудование сеялки. Двухстрочная схема посева 15 + 45 см может быть реализована одной секцией, оснащенной делителем потока семян. Поэтому из предлагаемых схем посева сахарной свёклы наиболее приемлемой для составления агрегата является схема 15 + 45 см. При реализации данной схемы сеялка будет располагаться симметрично относительно трактора, его колея составит 180 см, аналогично стандартной схеме посева (45 + 45 см).

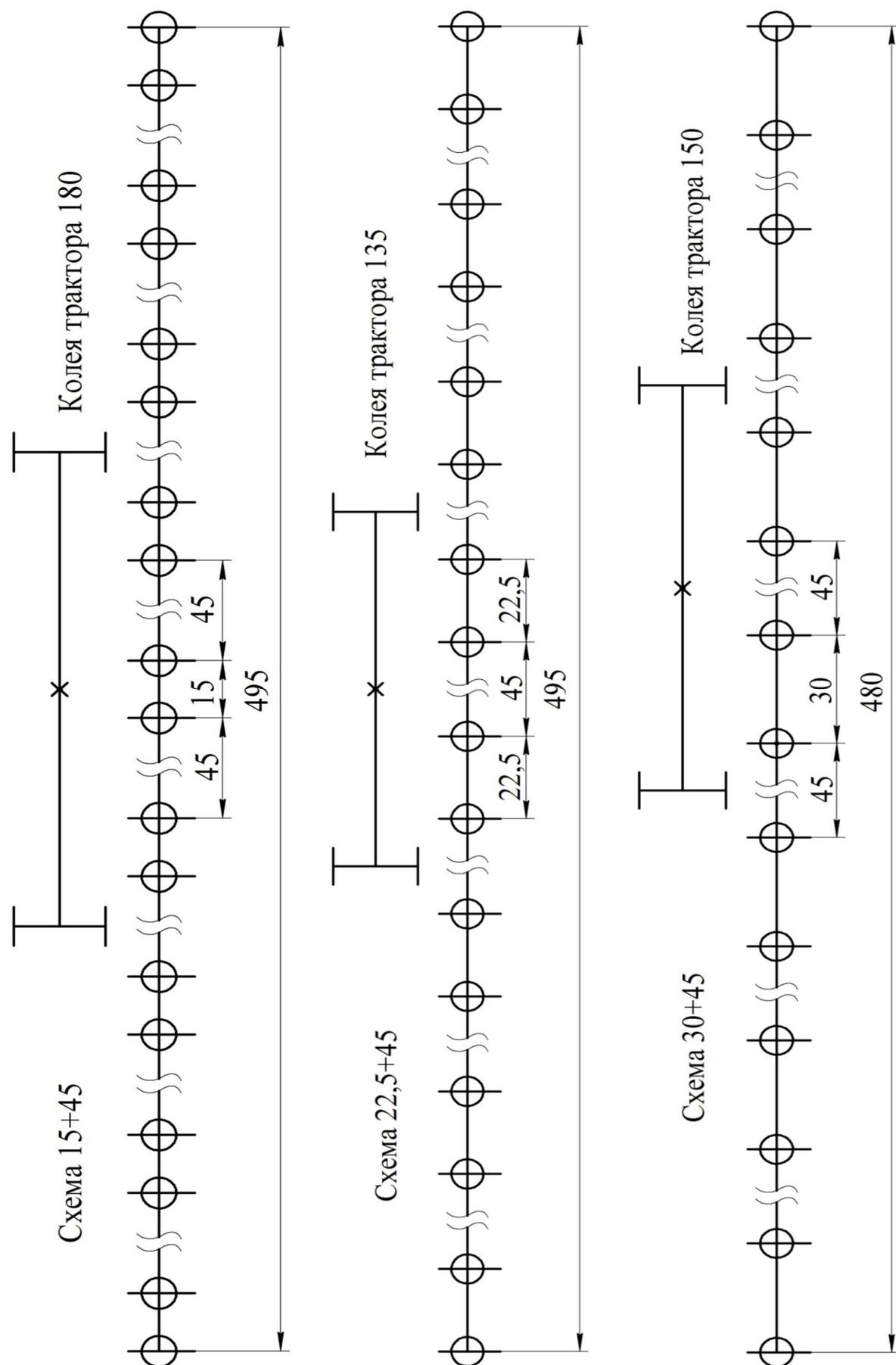


Рис. 1. Схемы загущенного посева семян сахарной свеклы (размеры даны в см)

При реализации схемы 22,5 + 45 см сеялка также симметрично располагается относительно трактора, но ширина его колеи в данном случае составит 135 см, что делает невозможным использование трактора МТЗ-80 для агрегатирования. Из третьей схемы видно, что сеялка относительно трактора, имеющего ширину колеи 150 см, будет располагаться несимметрично, поэтому возможно ухудшение управляемости посевного агрегата.

В настоящее время не в полной мере изучены различные схемы посева, поэтому важно провести дополнительные теоретические исследования для обоснования влияния уменьшения одной из сторон ширины междурядья на интенсивность использования растением площади питания. Анализу схем загущенного посева посвящены работы многих ведущих учёных [4, 5, 7, 8, 12, 14, 17], которые отмечают увеличение урожайности сахарной свёклы при уменьшении одной из сторон ширины междурядья.

Авторами разработана имитационная модель технологии возделывания сахарной свёклы для моделирования процессов высева семян и вегетации растений с целью получения высоких урожаев корнеплодов (рис. 2).

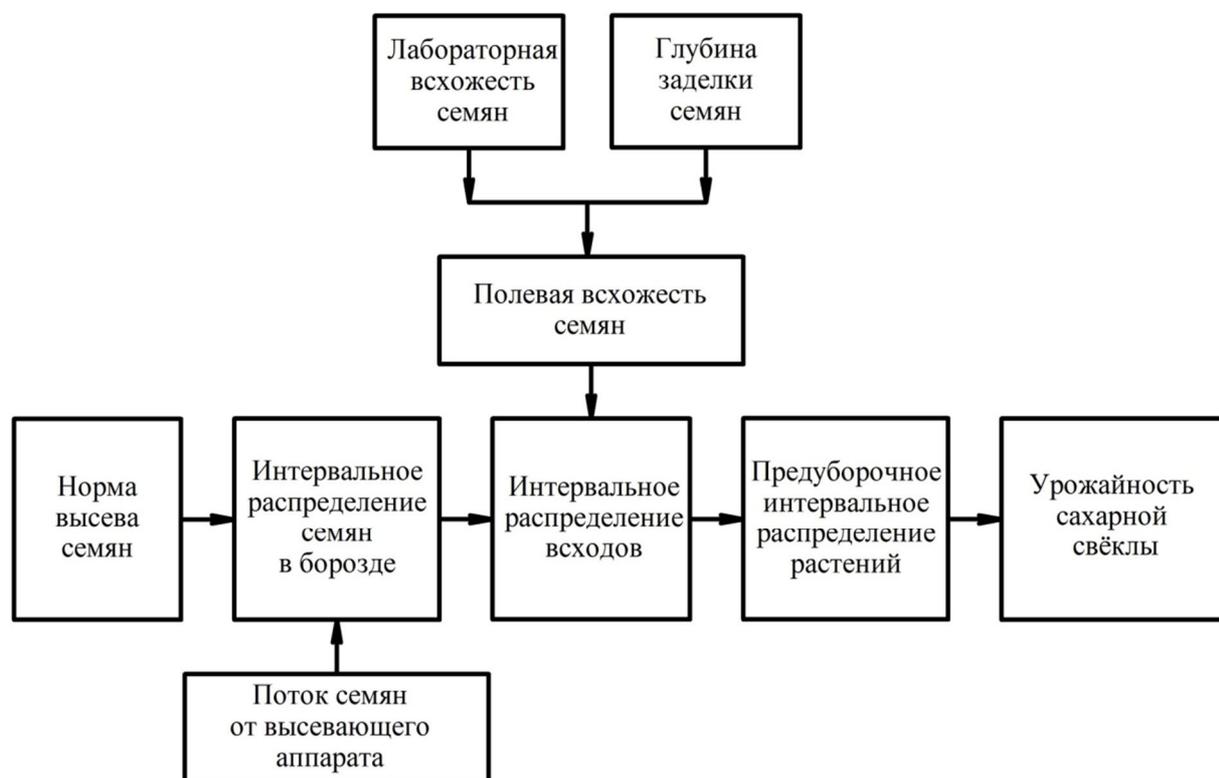


Рис. 2. Структурная схема имитационной модели технологии возделывания сахарной свёклы

Представленная модель позволяет учесть:

- влияние нормы высева и преобразования исходного потока семян высевающим аппаратом на точность распределения семян по дну борозды;
- влияние равномерности глубины заделки, лабораторной и полевой всхожести на равномерность интервалов между всходами;
- влияние изреживания растений в процессе вегетации на интервальное распределение растений перед уборкой.

При этом используя предлагаемую модель можно также определить массу корнеплодов в зависимости от сочетания интервалов до соседних растений и суммарную расчётную урожайность сахарной свёклы с 1 гектара при различных исследуемых схемах посева.

Масса корнеплода сахарной свёклы в зависимости от сочетания интервалов определяется выражением [7]

$$G_1 = G_{\max} \cdot [1 - 0,5 \cdot (e^{-0,5 \cdot x_1 \cdot \lambda(x_1)} + e^{-0,5 \cdot x_2 \cdot \lambda(x_2)})], \quad (1)$$

где x_1 и x_2 – интервалы соответственно до и после расчётного корнеплода перед уборкой, см.

При этом

$$\begin{aligned} \lambda(x_1) &= (1 - e^{-0,5 \cdot x_1 \cdot \lambda_{\max}}) \cdot \lambda_{\max}; \\ \lambda(x_2) &= (1 - e^{-0,5 \cdot x_2 \cdot \lambda_{\max}}) \cdot \lambda_{\max}, \end{aligned} \quad (2)$$

где λ_{\max} – максимальная интенсивность, определяемая из условия, что растения практически не угнетают друг друга при расстоянии 50 см, $\lambda_{\max} = 0,14$, что соответствует вероятности 0,99.

С уменьшением одной из сторон по ширине междурядья происходит уменьшение массы корнеплода по сравнению со стандартной шириной 45 см (схема 45 + 45 см). Поэтому авторы предлагают при расчёте массы корнеплодов в зависимости от сочетания интервалов в рядке учесть влияние уменьшения одной из сторон ширины междурядья и интенсивность использования площади питания по сравнению со стандартной схемой посева.

По нашим исследованиям двухстрочный посев семян сахарной свёклы до ширины междурядья 15 см можно произвести одним высевальным аппаратом, снабженным делителем потока, в то время как для схем посева 22,5 + 45 и 30 + 45 см для этой цели необходимы два высевальных аппарата.

Исходя из условий схемы посева, интенсивности использования корнеплодом прилегающей к нему площади питания в процессе вегетации определены зависимости увеличения массы корнеплода при увеличении одной стороны ширины междурядья при постоянной второй, равной 45 см [14, 15].

Получена зависимость относительного увеличения массы корнеплода при изменении одной из сторон междурядья (рис. 3).

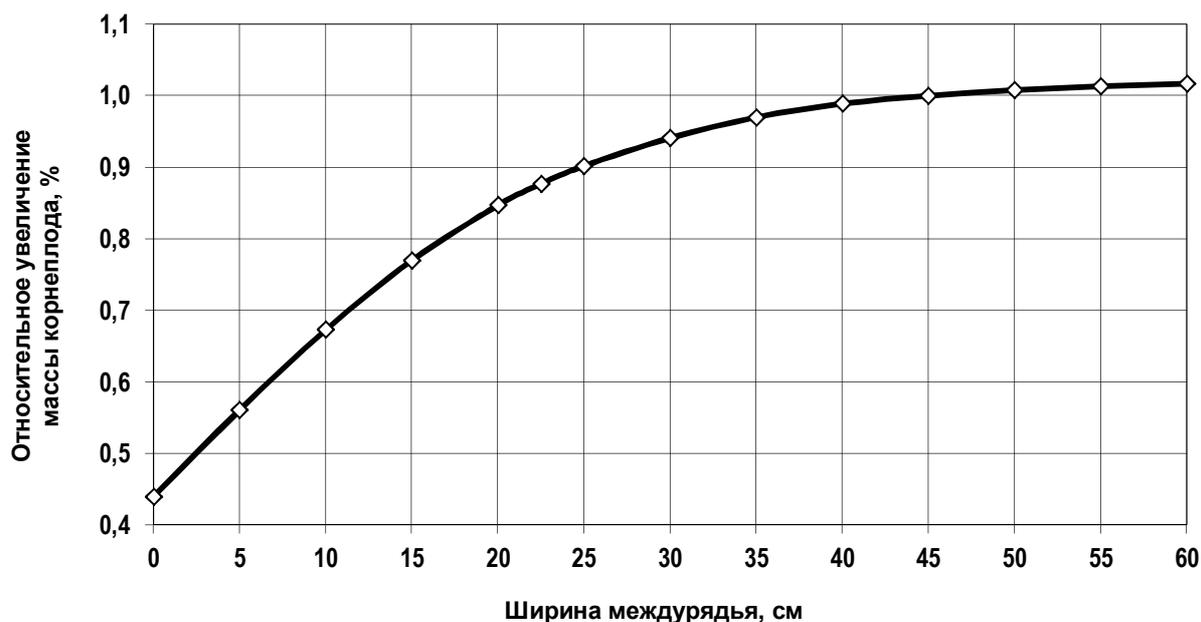


Рис. 3. Увеличение массы корнеплода сахарной свёклы при увеличении одной стороны междурядья при постоянной второй стороне, равной 45 см

На рисунке 3 видно, что интенсивность использования площади питания корнеплодом сахарной свёклы фактически прямо пропорциональна увеличению стороны варьируемого междурядья до 15 см. В дальнейшем приращение массы корнеплода снижается, и при стандартной ширине 45 см интенсивность достигает 100%. Так, при увеличении одной стороны междурядья от 15 до 22,5 см масса корнеплода увеличивается на 13,9%, при увеличении в интервале от 22,5 до 30 см интенсивность накопления массы корнеплода возрастает на 7,3%, в последующем при увеличении одной стороны от 30 до 45 см масса корнеплода увеличивается всего на 6,3%.

Как отмечалось ранее, при ширине междурядья до 15 см (схема 15 + 45 см) возможно укладывать семена в шахматном порядке одним высевальным аппаратом (при высевах по другим схемам такое расположение семян обеспечить практически невозможно). В этом случае расстояние между семенами, расположенными в соседних строках, увеличится, и это значение можно определить из прямоугольного треугольника со сторонами b_0 и $0,5 \cdot x_1$ по выражению

$$b_{\text{отн}} = \sqrt{b_0^2 + (x_1/2)^2}, \quad (3)$$

где b_0 – исходная ширина междурядья, см;

x_1 – заданный интервал между семенами, см.

Тогда накопление массы корнеплода до значения ширины междурядья 15 см будет происходить более интенсивно за счёт увеличения площади питания, в остальном диапазоне характер зависимости не изменяется (рис. 4).

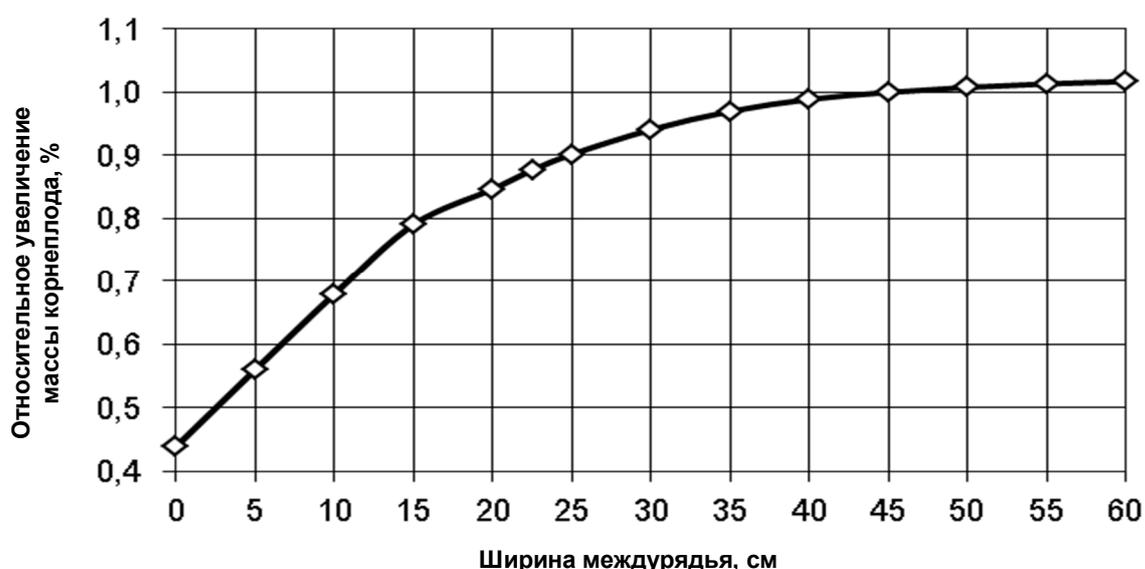


Рис. 4. Увеличение массы корнеплода сахарной свёклы при увеличении одной стороны междурядья при постоянной второй стороне, равной 45 см (до ширины междурядья 15 см семена расположены в шахматном порядке)

В таблице 1 приведены значения увеличения массы корнеплода при увеличении одной из сторон междурядья по предлагаемым схемам посева (рис. 1).

Таблица 1. Интенсивность увеличения массы корнеплода при увеличении одной из сторон междурядья

Показатель	15 + 45 см	22,5 + 45 см	30 + 45 см	45 + 45 см
Интенсивность увеличения массы корнеплода, %	79,1	87,7	94	100

Для последующего расчёта урожайности сахарной свёклы при изменении одной из сторон междурядья необходимо определить среднюю ширину междурядья по следующей формуле [6]:

$$b_{\text{ср}} = \frac{n_1 \cdot b_1 + b_c + n_2 \cdot b_2}{n_1 + n_2 + 1}, \quad (4)$$

где b_1 – ширина междурядья, принятая при стандартной технологии возделывания сахарной свёклы, $b_1 = 0,45$ м;

b_2 – ширина рекомендуемого междурядья, отличающегося от стандарта, м;

b_c – ширина стыкового междурядья, м (при расчетах размер стыкового междурядья принимался равным b_1);

n_1 – количество стандартных междурядий шириной 45 см;

n_2 – количество рекомендуемых междурядий с шириной соответственно 15, 22,5 и 30 см.

В результате расчётов по выражению (4) определены числовые показатели предлагаемых схем посева (табл. 2).

Таблица 2. Числовые показатели предлагаемых расчётных схем посева сахарной свёклы

Схема посева, см	Количество междурядий при максимальной ширине рамы 4,95 м		Количество рядков	Средняя ширина междурядья, м
	стандартных	предлагаемых		
45 + 45	11	-	12	0,450
30 + 45	6	7	14	0,386
22,5 + 45	7	8	16	0,338
15 + 45	8	9	18	0,300

По выражениям (1) и (2) проведены расчёты урожайности сахарной свёклы по трём вариантам, в которых учитывали корнеплоды с минимальной массой соответственно 100, 200 и 250 г.

На рисунке 5 представлены зависимости расчётной урожайности от нормы высева семян при различных схемах посева для третьего варианта, в котором учитывали корнеплоды массой более 250 г при интервале между семенами при посеве, равном 12 см, полевой всхожести семян – 80%, точности распределения семян $V = 60\%$.

Анализируя приведённые на рисунке 5 зависимости, можно отметить, что урожайность сахарной свёклы, определённая из условия сбора корнеплодов массой более 250 г, растёт с увеличением нормы высева семян до 10 шт./м, а при дальнейшем увеличении нормы высева – снижается.

Максимум расчётной урожайности получен при схеме посева 15 + 45 см. Схема посева 22,5 + 45 см даёт расчётную урожайность ниже максимальной при всех нормах высева на 2,2–2,5%. Уменьшение урожайности при схеме посева 30 + 45 и 45 + 45 см происходит в диапазонах соответственно 7,0–7,8 и 15,6–15,8%.

Аналогичные зависимости получены при расчёте урожайности и учёте корнеплодов массой более 200 г. При этом рост урожайности наблюдается при увеличении нормы высева до 13 шт./м.

Установлено, что при использовании схем загущенного посева, основанных на уменьшении одной из сторон ширины междурядья, на единице площади поля удаётся разместить наибольшее количество рационально распределённых растений, следовательно, их количество возрастает и в конечном итоге увеличивается сбор корнеплодов и урожайность.

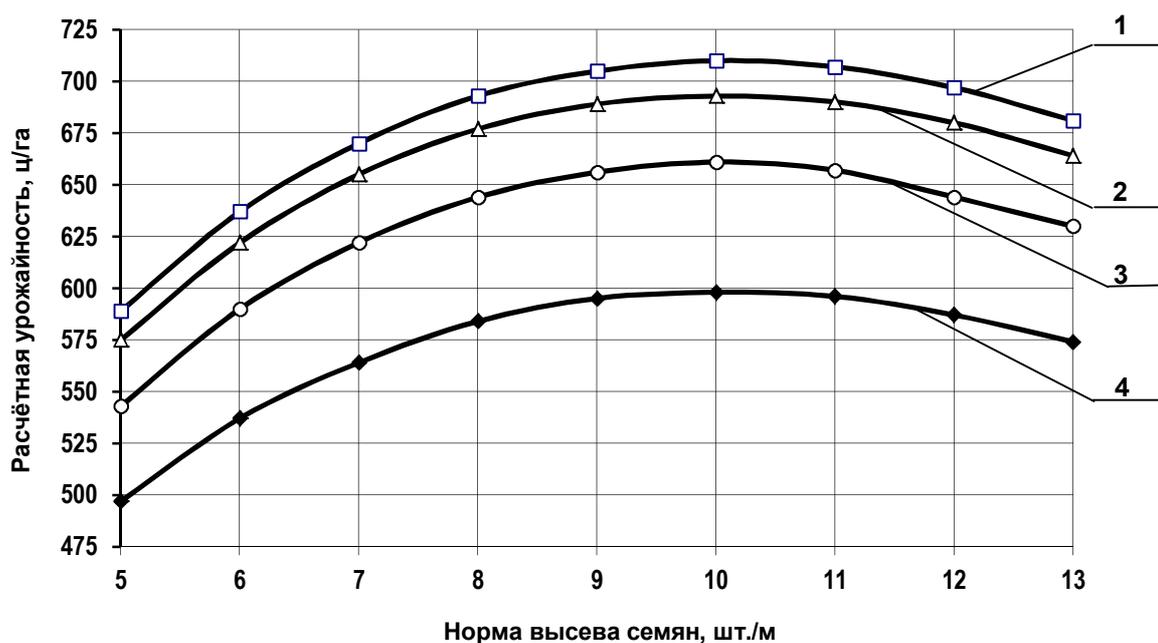


Рис. 5. Урожайность сахарной свёклы в зависимости от нормы высева при различных схемах посева с учётом сбора корнеплодов массой более 250 г: 1 – 15 + 45 см; 2 – 22,5 + 45 см; 3 – 30 + 45 см; 4 – 45 + 45 см

По выходу корнеплодов лучшими схемами посева являются 15 + 45 и 22,5 + 45 см. Однако для составления агрегата по схеме 22,5 + 45 см для посева необходим трактор с шириной колеи 135 см, для высева соседних строк используют две посевные секции, расположенные со смещением вдоль направления движения, в отличие от схемы посева 15 + 45 см, для реализации которой используют универсально-пропашной трактор семейства МТЗ с шириной колеи 180 см, а соседние строки высевают одной секцией с делителем потока семян на две части. Поэтому целесообразно выбирать схему посева 15 + 45 см.

Таким образом, разработанная имитационная модель даёт возможность обосновать числовые характеристики и технологические параметры схем посева семян сахарной свёклы и выбрать наиболее рациональную схему, обеспечивающую требуемую густоту и равномерность размещения растений. Предложенная модель также позволяет количественно оценить влияние данных параметров на урожайность исследуемой культуры.

Библиографический список

1. Василенко В.В. О выборе параметров сева / В.В. Василенко, С.В. Василенко // Сахарная свёкла. – 2007. – № 2. – С. 31–32.
2. ГК «Продимекс» сохранила лидерство на свеклосахарном рынке Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sugar.ru/node/29434> (дата обращения: 11.01.2020).
3. Забугин В.Ю. Как рационально посеять свёклу / В.Ю. Забугин, А.К. Нанаенко // Сахарная свёкла. – 2000. – № 4–5. – С. 22–23.
4. Зенин Л.С. Выбор ширины междурядий и схем посева / Л.С. Зенин // Сахарная свёкла. – 2008. – № 3. – С. 24.
5. Козлова О.А. Отзывчивость сахарной свёклы на различные схемы посева / О.А. Козлова // Молодой ученый. – 2014. – № 3 (62). – С. 240–342.
6. Корниенко А.В. Зависимость продуктивности свёклы от нормы высева семян и густоты насаждения / А.В. Корниенко, А.К. Нанаенко, В.В. Белых // Доклады РАСХН. – 2000. – № 6. – С. 3–6.
7. Моделирование выхода маточных корнеплодов сахарной свёклы при различных схемах посева / К.Р. Казаров, В.А. Черников, Ю.И. Солдатов, И.К. Лукина // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения: матер. международной науч.-практ. конф., посвящённой 40-летию Белгородского ГАУ (Россия,

г. Белгород, 19 ноября 2018 г.). – п. Майский, Белгородская обл. : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 81–84.

8. Нанаенко А.К. Выбор и обоснование схем посева сахарной свёклы / А.К. Нанаенко, В.Ю. Забугин // Сахарная свёкла. – 2006. – № 2. – С. 8–11.

9. Нанаенко А.К. Выбор способа сева / А.К. Нанаенко, А.В. Курындин // Сахарная свёкла. – 2003. – № 1. – С. 13–14.

10. Нанаенко А.К. Оценка равномерности распределения семян и растений в рядах / А.К. Нанаенко // Техника в сельском хозяйстве. – 1997. – № 6. – С. 22–23.

11. Нанаенко А.К. Различные схемы сева и площадь поля / А.К. Нанаенко, В.Ю. Забугин // Сахарная свёкла. – 2000. – № 3. – С. 15–16.

12. Никитин А.Ф. Ширина междурядий и продуктивность корнеплодов / А.Ф. Никитин, А.М. Парфенов // Сахарная свёкла. – 2008. – № 10. – С. 30–32.

13. Овсянников В.П. Свекловодство : учеб. пособие / В.П. Овсянников, Ю.С. Колягин, В.М. Воронин. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2000. – 217 с.

14. Оценка площади питания сахарной свёклы имитационным моделированием / К.Р. Казаров, В.В. Василенко, С.В. Василенко, И.К. Лукина // Природопользование, ресурсы, техническое обеспечение : межвузовский сб. науч. тр. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежская ГЛТА, 2000. – С. 159–161.

15. Свиридов В.Д. Площадь питания и продуктивность свёклы / В.Д. Свиридов // Сахарная свёкла. – 1983. – № 7. – С. 24–25.

16. Современные технологии производства сахарной свёклы : рекомендации / А.В. Корниенко и др. – Москва : РАСХН, 2002. – 38 с.

17. Характеристика различных способов выращивания свеклосемян / И.И. Бартенев, Н.А. Усанов, М.В. Кравец, А.Т. Чернышов, В.Е. Миляев // Сахарная свёкла. – 2011. – № 2. – С. 35–38.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ким Рубенович Казаров – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kim.kazarov.39@mail.ru.

Виталий Александрович Черников – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: tsch2000@mail.ru.

Ирина Кимовна Лукина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж, e-mail: irinakimovna@mail.ru.

Игорь Иванович Бартенев – кандидат технических наук, зав. отделом селекции и семеноводства ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», Россия, Рамонский район, ВНИИСС, e-mail: ibartenev60@gmail.com.

Юрий Игоревич Солдатов – магистрант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: general-soldatov@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 19.06.2020

Дата принятия к печати 26.08.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Kim R. Kazarov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kim.kazarov.39@mail.ru.

Vitaly A. Chernikov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: tsch2000@mail.ru.

Irina K. Lukina, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Landscape Architecture and Soil Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, e-mail: irinakimovna@mail.ru.

Igor I. Bartenev, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department of Selection and Seed Production, A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, Russia, Voronezh Oblast, Ramonsky District, e-mail: ibartenev60@gmail.com.

Yuri I. Soldatov, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: general-soldatov@mail.ru.

Received June 19, 2020

Accepted after revision August 26, 2020

МЕТОД КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Владимир Иванович Бирюлин
Дарья Васильевна Куделина
Олег Михайлович Ларин

Юго-Западный государственный университет

Для контроля изоляции кабельных линий и самонесущих изолированных проводов, имеющих схожую конструкцию с кабелями, промышленностью выпускаются устройства, реагирующие на токи нулевой последовательности, возникающие в электрической сети при замыкании одной фазы на землю или снижении уровня фазной изоляции относительно земли. На правильную работу данных устройств могут воздействовать несколько факторов, которые при неблагоприятных условиях приведут к ложному срабатыванию устройства контроля изоляции кабельной линии (несимметричная нагрузка, нелинейная нагрузка и др.). С целью исключения влияния описанных выше факторов авторами обоснован метод определения уровня текущего состояния изоляции кабельных линий, позволяющий повысить точность определения истинной причины возникновения токов нулевой последовательности, которые появляются в электрической сети как при повреждениях изоляции, так и при несимметричной нагрузке. Измерения токов нулевой последовательности предлагается проводить двумя измерительными комплектами, расположенными в начале и конце линии, а оценку состояния изоляции – по разности токов начала и конца защищаемой линии. При нормальном состоянии изоляции эта разность будет близкой к нулю даже при наличии несимметричной нагрузки и других подобных факторов. В случае заметного снижения уровня изоляции эта разность станет отличной от нуля, что является сигналом о начале развития дефекта в изоляции. Предлагаемое авторами измерение активных составляющих токов в начале и в конце линии позволяет исключить влияние ёмкостных токов линии на устройства контроля изоляции, что повышает точность определения места возникновения повреждения изоляции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: изоляция, кабельная линия, токи, нулевая последовательность, контроль изоляции, несимметричная нагрузка, нелинейная нагрузка.

TESTING METHOD OF INSULATION CONDITION OF CABLE LINES

Vladimir I. Biryulin
Daria V. Kudelina
Oleg M. Larin

South-West State University

In order to control the insulation of cable lines and self-supporting insulated wires that have a similar design to cables, the industry produces devices that respond to zero-sequence currents that occur in the electrical network at phase-to-ground short circuit or when the level of phase isolation connected to earth decreases. The correct operation of these devices may be affected by several factors that, under unfavorable conditions, will lead to false triggering of the cable line insulation monitoring device, such as unbalanced load, non-linear load, etc. In order to exclude the influence of the factors described above, the authors justify a method for determining the level of the insulation condition of cable lines, which makes it possible to increase the accuracy of determining the true cause of zero-sequence currents that appear in the electrical network both when insulation is damaged and when an unbalanced load occurs. It is proposed to measure zero-sequence currents using two measuring sets located at the beginning and at the end of the line, and to evaluate the insulation condition using the difference between the currents at the start and at the end of the protected line. Under normal insulation conditions, this difference will be close to zero even if there is an asymmetric load and other similar factors. In the case of a noticeable decrease in the insulation level, this difference will be different from zero, which is a signal of the beginning of the development of an insulation defect. The measurement of active components of currents at the beginning and at the end of the line proposed by the authors makes it possible to exclude the influence of capacitive line currents on insulation monitoring devices, which increases the accuracy of determining the location of insulation damage.

KEYWORDS: insulation, cable line, currents, zero sequence, insulation control, unbalanced load, nonlinear load.

Введение

Характер сельскохозяйственного производства в последние годы кардинально изменился. Электроэнергия применяется для теплоснабжения объектов производственного назначения, общая мощность электроустановок достигает 400 кВт в одном пункте. На современных животноводческих и птицеводческих предприятиях, особенно на крупных фермах и комплексах, появились новые потребители электроэнергии, например установки для обеспечения микроклимата в помещениях.

С возрастанием роли электроэнергии в аграрном производстве повышается значение бесперебойной работы систем электроснабжения различных сельскохозяйственных предприятий и производств [5], так как существует постоянный риск перебоев электропитания, что может привести к порче оборудования, нарушению условий жизнеобеспечения сельскохозяйственных животных и, как следствие, к материальному ущербу. Так, в 2005 г. при крупной аварии, возникшей на подстанции «Чагино» на юго-востоке Москвы, аварийный перерыв в электроснабжении вызвал нарушения технологического процесса на 9 птицефабриках из 26, находящихся на территории Московской области, погибло более 1 млн кур, ущерб исчислялся миллионами рублей [2].

Перерывы в электроснабжении сельскохозяйственных объектов, создававшие значительный ущерб, возникали и в других регионах России. Так, в апреле 2013 г. произошло отключение электроэнергии на нескольких объектах птицефабрики ЗАО «Курский агрохолдинг» в Горшеченском районе Курской области. Перерыв в электроснабжении птицефабрики привел к гибели 800 тыс. цыплят.

Отказы электроэнергетического оборудования в системах электроснабжения, возникающие в условиях эксплуатации, можно разделить на внезапные и постепенные [6].

При постепенных отказах происходит медленное изменение одного или нескольких параметров, характеризующих работоспособность оборудования (например, сопротивление изоляции), с последующим выходом этих параметров за допустимые пределы. Развитие постепенных отказов напрямую связано с различными внутренними физико-химическими процессами, протекающими в конструкционных материалах электрооборудования.

При внезапных отказах, зачастую связанных с резкими внешними воздействиями, изменение параметров оборудования происходит с большой скоростью. Исходя из этого можно утверждать, что организация контроля развития внутренних неблагоприятных процессов в электрооборудовании, особенно в изоляции, является актуальной задачей для повышения надёжности различных систем электроснабжения.

Для систем сельского электроснабжения характерно наличие следующих существенных особенностей:

- значительная длина питающих линий;
- сложность построения электрических схем;
- недостаточность информации о режимах работы потребителей электрической энергии;
- большая протяжённость обслуживаемых электрических сетей различных классов напряжения на одно предприятие электросети [1].

В сельских электрических сетях возникает большое число разных аварийных и плановых отключений электрооборудования и перерывов в электроснабжении. Высокая степень износа электрических сетей приводит к увеличению продолжительности перерывов в подаче электроэнергии сельским объектам до 75 часов в год [9]. Для систем электроснабжения потребителей сельской местности характерно преобладание воздушных линий электропередачи, в отличие от систем электроснабжения городов и промышленных предприятий, в которых используются преимущественно кабельные линии электропередачи.

В настоящее время при строительстве и реконструкции электрических сетей напряжением 0,4 кВ применяются самонесущие изолированные провода (СИП). В этих

проводах токоведущие фазные жилы имеют изоляцию, обеспечивающую необходимое электрическое сопротивление между токоведущими жилами, и заключаются в изолированную оболочку. Нулевая жила может быть как изолированной, так и не имеющей изоляции. Такое построение СИП делает их схожими с силовыми кабелями по конструкции и позволяет использовать схожие методы для оценки их состояния.

Материалы и методы

Краткий анализ методов оценки состояния изоляции кабельных линий, используемых предприятиями электрических сетей, показывает, что наиболее распространённым методом является проведение испытаний изоляции повышенным постоянным (выпрямленным) напряжением. В ходе этих испытаний к кабельным линиям прикладывается повышенное относительно рабочего значения выпрямленное напряжение. Испытательное напряжение подаётся поочередно на каждую токоведущую жилу проверяемого кабеля. Такой порядок проведения испытаний гарантирует адекватную проверку состояния изоляции как между токоведущими жилами и внешними оболочками, так и между токоведущими жилами испытываемого кабеля.

Во время испытаний кабельных линий повышенным выпрямленным напряжением необходимо отключить напряжение на проверяемой кабельной линии, что создаёт перерыв в электроснабжении для потребителей, подключенных к этой линии. Также применение данного метода требует наличия специального выпрямительного высоковольтного устройства. Кроме этого, проведение таких испытаний может создать условия для ускоренного снижения качества кабельной изоляции и изоляции соединительных муфт, потому что испытательное выпрямленное напряжение должно значительно (от 4 до 6 раз) превышать напряжение испытываемой линии, под которым она находится при работе [8].

Для повышения надёжности электроснабжения потребителей и снижения числа кабелей, повреждаемых во время проведения испытаний изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением, следует использовать неразрушающие методы. Подобные методы испытаний и диагностики кабельных линий, основанные на осуществлении периодических измерений наиболее важных характеристик испытываемой изоляции, обеспечивают получение адекватной информации о текущем состоянии изоляции контролируемых кабелей в данный момент времени, не создавая при этом условий для ускорения развития дефектов и повреждений. Наличие такой информации позволяет переходить от обслуживания по графикам к обслуживанию по необходимости, а также принимать обоснованные управленческие решения по замене кабельных линий с сильно развитыми дефектами изоляции [4].

В настоящее время проводится большое количество разработок в области создания и практического внедрения эффективных методов неразрушающего контроля силовых кабелей при эксплуатации электрических сетей. Из известных на сегодня уже получили широкое распространение следующие методы неразрушающего контроля изоляции кабелей [11, 12]:

- метод измерения характеристик частичных разрядов, возникающих в неоднородностях изоляции;
- метод измерения и анализа возвратного напряжения;
- метод измерения тока релаксации для кабелей, имеющих изоляцию из сшитого полиэтилена;
- метод измерения основных диэлектрических характеристик изоляции.

Все эти методы реализуются с помощью специального дорогостоящего оборудования и должны применяться для проведения испытаний и диагностики состояния изоляции кабельных линий, находящихся в отключенном от электрических сетей состоянии, что приводит к возникновению перерывов в электроснабжении потребителей. Поэтому поиск эффективных методов контроля состояния изоляции на работающих кабельных и воздушных (выполненных на СИП) линиях является актуальным.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время в электрических сетях эксплуатируются различные устройства, осуществляющие постоянный контроль уровня изоляции кабельных линий, находящихся под рабочим напряжением. Работа таких устройств базируется на выявлении токов, относящихся к нулевой последовательности и появляющихся при ослаблении изоляции между фазной жилой кабеля и землей [10]. Определение данных токов производится специальными трансформаторами тока или фильтрами токов нулевой последовательности. Они размещаются на начальных участках кабельных линий [10]. К выходным зажимам этих трансформаторов подключаются устройства контроля изоляции, например устройство сигнализации возникновения замыканий на землю типа УСЗ-3.

Надёжность регистрации на ранней стадии возникающих дефектов в изоляции кабельных линий устройствами, работающими на определение токов нулевой последовательности, может снижаться при недостаточном качестве электрической энергии. Это связано с тем, что в электрических сетях могут возникать токи и напряжения высших гармоник, в частности кратных трём. Известно, что ток третьей и ток кратных ей гармоник имеют одинаковое направление во всех фазах и поэтому эквивалентны токам нулевой последовательности.

Также в контролируемой электрической сети возможно существование токов нулевой последовательности при несимметричных режимах работы потребителей электроэнергии. Кроме этого, токи нулевой последовательности могут возникать в контролируемой кабельной линии при появлении повреждений изоляции у элементов электрической сети, подключённых к рассматриваемой линии.

Все эти факторы могут при неблагоприятных условиях привести к ложным срабатываниям устройств сигнализации или защиты, реагирующих на токи нулевой последовательности. В случае срабатывания этих устройств необходимы дополнительные действия для определения истинной причины срабатывания и отыскания места возникновения повреждения.

Схема возникновения перечисленных неблагоприятных факторов представлена на рисунке 1.

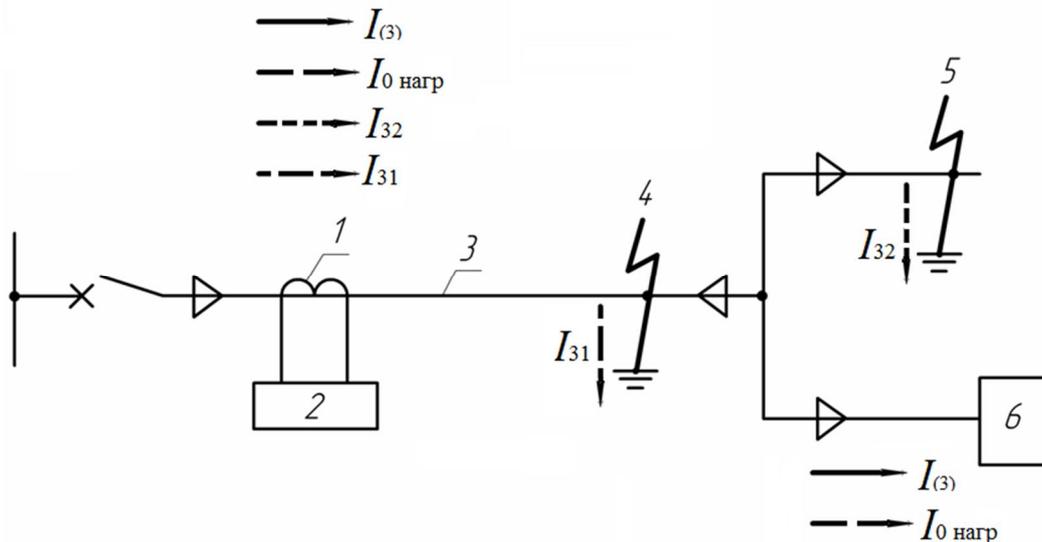


Рис. 1. Факторы, влияющие на работу устройств контроля состояния изоляции:
 1 – трансформатор тока нулевой последовательности; 2 – устройство, реагирующее на токи нулевой последовательности; 3 – кабельная линия; 4, 5 – замыкания на землю; 6 – несимметричная и нелинейная нагрузка

Как следует из вышеизложенного, во всех случаях измерение токов нулевой последовательности только в начале контролируемой линии является недостаточным, потому что повышенные значения этих токов не обеспечивают получение адекватной ин-

формации о текущем состоянии изоляции именно рассматриваемой линии. Чтобы исключить ложное срабатывание устройств контроля состояния изоляции в этих режимах, следует применять два комплекта для измерения токов нулевой последовательности и располагать их как в начале, так и в конце контролируемой кабельной линии (рис. 2) [7].

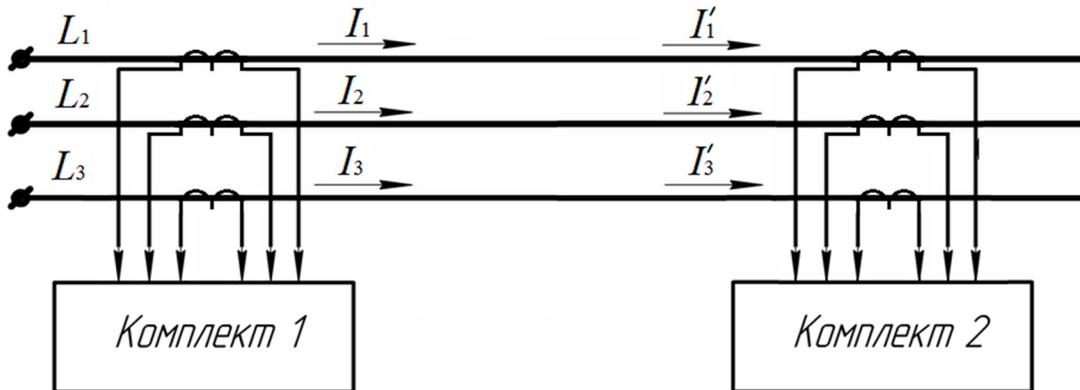


Рис. 2. Структурная схема усовершенствованной системы контроля изоляции кабельной линии с двумя измерительными комплектами

Как видно на рисунке 2, в отличие от применяемых в настоящее время систем контроля изоляции, предлагаемая система измеряет значения токов нулевой последовательности, протекающих по фазам линии в начале (I_1, I_2, I_3) и в конце линии (I'_1, I'_2, I'_3). В случае высокой электрической прочности изоляции линии токи в её начале будут практически равны токам в конце линии, поэтому для рассматриваемого случая можно составить следующие соотношения для каждой фазы:

$$\begin{aligned} \Delta I_1 &= I_1 - I'_1 \approx 0; \\ \Delta I_2 &= I_2 - I'_2 \approx 0; \\ \Delta I_3 &= I_3 - I'_3 \approx 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Приведённые соотношения будут выполняться как при снижении уровня изоляции элементов электрической схемы, питаемых от контролируемой кабельной линии, так и при несимметричной и нелинейной нагрузке.

При снижении величины сопротивления изоляции на контролируемой кабельной линии значения токов в начале и в конце рассматриваемой линии становятся не равными друг другу, поэтому соотношения (1) уже не будут выполняться. Появление неравенства токов начала и конца линии служит сигналом о развитии неблагоприятных процессов в изоляции кабельных линий.

Применение данного метода определения дефектов в изоляции целесообразно для относительно коротких линий, имеющих небольшое значение ёмкостной проводимости. Линии, имеющие большую длину, обладают значительной ёмкостью, что приводит к появлению достаточно большого ёмкостного тока (рис. 3).

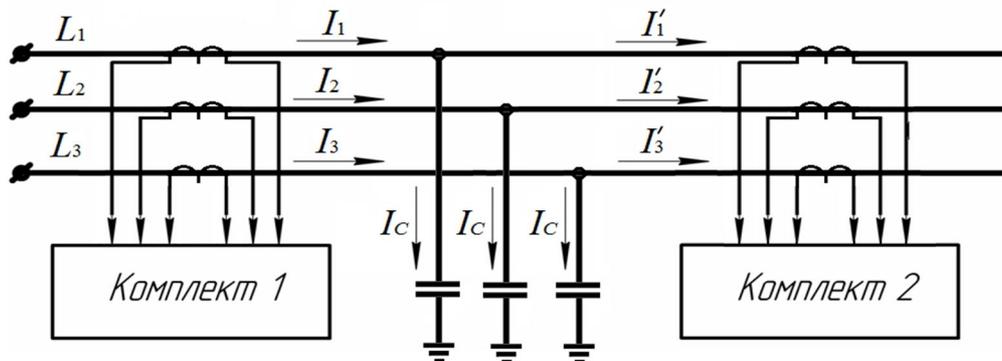


Рис. 3. Распределение токов в кабельной линии с большой ёмкостной проводимостью

С учётом распределения токов в кабельной линии с большой ёмкостной проводимостью (рис. 3) представим соотношения (1) в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Delta I_1 &= I_1 - I'_1 - I_C \approx 0; \\ \Delta I_2 &= I_2 - I'_2 - I_C \approx 0; \\ \Delta I_3 &= I_3 - I'_3 - I_C \approx 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Как следует из соотношений (2), для определения возникающих дефектов в изоляции необходимо учитывать наличие ёмкостного тока в контролируемой линии.

Для компенсации небаланса токов, возникающего из-за наличия ёмкостной проводимости контролируемой линии и связанного с ней тока, следует осуществлять коррекцию результатов измерений токов начала и конца линии. Предположим, что в рассматриваемой схеме изоляция линии находится в нормальном состоянии, следовательно, полностью выполняются условия соотношения (2). Нагрузка, питающаяся от рассматриваемой линии, имеет активно-индуктивный характер. При таких условиях ток I_2 , напряжение U_2 и угол между ними φ_2 в конце линии можно представить следующей векторной диаграммой (рис. 4).

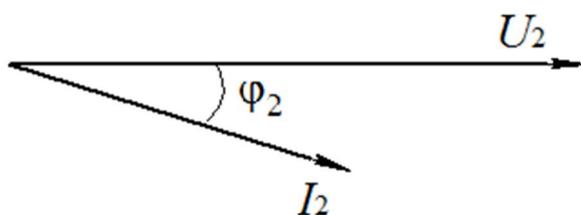


Рис. 4. Векторная диаграмма конца линии

Согласно соотношениям (2) в начале линии ток I_1 будет иметь две составляющие: ток I_2 и ток I_C . Изменением напряжения на линии по величине и фазе можно пренебречь, так как кабельные линии относительно короткие и заметного изменения напряжения на них не возникает. Соответствующая векторная диаграмма начала линии приведена на рисунке 5. Как видно из диаграммы, изменяется величина реактивной составляющей тока I_1 .

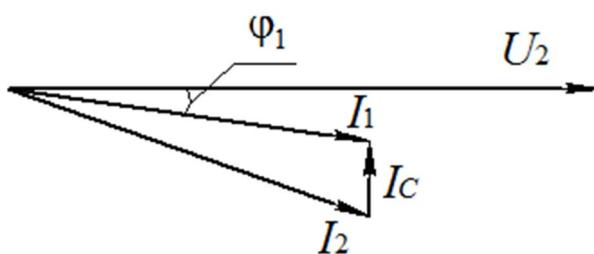


Рис. 5. Векторная диаграмма начала линии при наличии ёмкостного тока

Предположим, что на контролируемой кабельной линии произошло значительное ослабление изоляции, послужившее причиной появления тока утечки. Этот ток протекает в активной проводимости изоляции (поперечная проводимость линии содержит активную и ёмкостную составляющую [3]). Ток начала линии в этом режиме будет равен

$$I_1 = I'_1 - I_C + I_{ут}, \quad (3)$$

где $I_{ут}$ – ток утечки, обусловленный снижением уровня изоляции контролируемой линии.

Для такого режима работы параметры начала линии показаны на соответствующей векторной диаграмме, приведённой на рисунке 6. Теперь активная составляющая увеличилась по сравнению с режимом, представленным на рисунке 5.

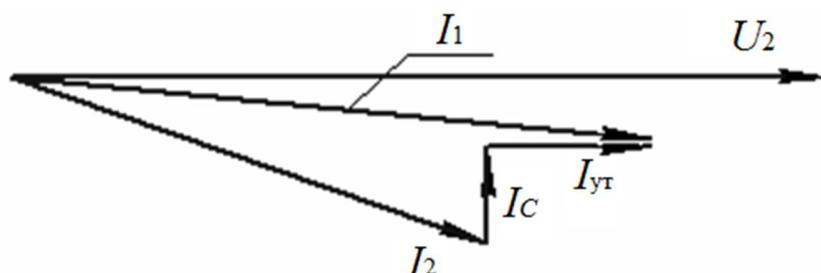


Рис. 6. Векторная диаграмма начала линии при наличии ёмкостного тока и тока утечки изоляции

Для своевременного выявления ослабления изоляции следует определять по данным измерений в начале и конце линии активные составляющие этих токов. При отсутствии заметного ослабления изоляции эти составляющие будут примерно одинаковы, а их разность близкой к нулю.

В процессе снижения уровня изоляции разность активных составляющих токов начала и конца линии будет увеличиваться. При достижении определённого, заранее заданного уровня должен формироваться сигнал о значительном снижении уровня изоляции линии, на основании которого обслуживающий персонал должен принимать решение о проведении тех или иных мероприятий, направленных на поддержание линии в рабочем состоянии.

Выводы

Предложенный метод определения уровня текущего состояния изоляции позволяет чётко определять истинную причину возникновения токов нулевой последовательности. Эти токи появляются в электрической сети как при повреждениях изоляции, так и при несимметричной нагрузке. Сравнение данных токов в начале и в конце линии обеспечивает возможность правильного действия устройств контроля изоляции кабельной линии, так как только при несимметричной нагрузке потребителей или повреждении изоляции вне линии разность токов в начале и в конце линии будет близка к нулю.

При наличии достаточно большой ёмкостной проводимости изоляции кабельной линии в ней существуют токи, протекающие через ёмкости фаз линии относительно земли. Это может привести к созданию довольно большой разности токов в начале и в конце линии и, в конечном итоге, к ложному определению повреждения изоляции контролируемой линии.

Предлагаемое авторами измерение активных составляющих токов в начале и в конце линии позволяет исключить влияние ёмкостных токов линии на устройства контроля изоляции, что повышает точность определения места возникновения повреждения изоляции.

Публикация подготовлена в ходе выполнения государственного задания Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, проект № 0851-2020-0032 «Исследование алгоритмов, моделей и методов повышения эффективности функционирования сложных технических систем».

Библиографический список

1. Будзко И.А. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населённых пунктов : учебник для вузов / И.А. Будзко, М.С. Левин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 320 с.
2. Дьяченко Ю.А. Многокритериальная модель повышения надёжности электроснабжения птицефабрики / Ю.А. Дьяченко // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2012. – № 2 (53). – С. 18–21.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети : учебник для вузов / В.И. Идельчик. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 594 с.
4. Канискин В.А. Кабели 10 кВ с бумажно-пропитанной изоляцией. Неразрушающий метод диагностики / В.А. Канискин, С.А. Коцур, И.Н. Привалов // Новости электротехники. – 2005. – № 5 (35). – С. 25–34.
5. Карачинцев А.В. Диагностирование кабельных линий с целью увеличения надёжности эксплуатации / А.В. Карачинцев // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 8-й Международной науч.-техн. конф. (Россия, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ, 16–17 мая 2012 г.). В 5 ч. Ч. 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2012. – С. 319–323.
6. Конюхова Е.А. Надёжность электроснабжения промышленных предприятий / Е.А. Конюхова, Э.А. Киреева. – Москва : НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2001. – 92 с.
7. Куделина Д.В. Разработка метода для контроля изоляции кабельных линий / Д.В. Куделина, В.В. Руднев // Современные методы и формы научного познания : сб. науч. статей по материалам Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Саратов, 28 августа 2018 г.). – Саратов : ООО ЦПМ «Академия Бизнеса», 2018. – С. 29–34.
8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей : 4-е изд. – Москва : Энергоатомиздат, 2003. – 177 с.
9. Черкасова Н.И. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов / Н.И. Черкасова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 4. – С. 49–54.
10. Шабад М.А. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6–35 кВ / М.А. Шабад. – Москва : НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2007. – 64 с.
11. Юртин И.И. Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий / И.И. Юртин // Электрик: Международный электротехнический журнал. – 2009. – № 10; № 11–12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.electrician.com.ua/posts/721> (дата обращения: 03.02.2020).
12. Diagnostics of High Voltage PVC Cables / J. Lelak, V. Durman, J. Paska, P. Stasik // Труды Третьей Международной конференции «Электрическая изоляция – 2002» (Proceedings III International Conference on Electrical Insulation-2002). – Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2002. – С. 233–237.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Иванович Бирюлин – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск, e-mail: bir1956@mail.ru.
Дарья Васильевна Куделина – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск, e-mail: mary_joy@mail.ru.
Олег Михайлович Ларин – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, г. Курск, e-mail: larin77@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 20.07.2020

Дата принятия к печати 10.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir I. Biryulin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Power Supply, South-West State University, Russia, Kursk, e-mail: bir1956@mail.ru.
Daria V. Kudelina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Power Supply, South-West State University, Russia, Kursk, e-mail: mary_joy@mail.ru.
Oleg M. Larin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Power Supply, South-West State University, Russia, Kursk, e-mail: larin77@mail.ru.

Received July 20, 2020

Accepted after revision September 10, 2020

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА НЕПРЕРЫВНОГО МОЛОКОВЫВЕДЕНИЯ И РАСЧЁТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСКИ ВЫМЕНИ КОРОВЫ

Евгений Александрович Андрианов
Алексей Александрович Андрианов
Татьяна Николаевна Тертычная

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях существенного увеличения производства молока и использования высокопродуктивных коров создание доильного аппарата, обеспечивающего высокую скорость и безопасность доения, является актуальной задачей. Целью исследований является обоснование технологических параметров доильного аппарата непрерывного молоковыведения (ДАНМ) и оценка воздействия на соски вымени коровы. Приведена схема лабораторной установки для определения пропускной способности и измерения колебаний вакуума в камерах доильных стаканов ДАНМ. Для изучения циклических колебаний вакуумметрического давления в камерах доильных стаканов ДАНМ использовали прибор «PulsoTest Comfort». Для подтверждения теоретических положений по определению пропускной способности предлагаемого авторами доильного аппарата проведён двухфакторный эксперимент с использованием уравнений регрессии и компьютерной программы Microsoft Excel. В результате математической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, позволяющее определить пропускную способность ДАНМ в зависимости от вакуумметрического давления и частоты пульсаций пульсатора. Анализ графической зависимости показывает, что к повышению пропускной способности ДАНМ приводит увеличение величины и частоты пульсаций рабочего вакуума. Проведён сравнительный анализ пропускной способности разработанного доильного аппарата и двухтактного аппарата АДУ-1, установлены величина и частота пульсаций рабочего вакуума, составляющие соответственно 40 кПа и 1,5 Гц. На основе анализа осциллограмм давления в камерах доильных стаканов разработанного доильного аппарата в режиме доения, полученных на стенде «Искусственное вымя», определены показатели физиологического воздействия ДАНМ на соски вымени, которые не превышают предельно допустимые значения, установленные ГОСТ 28545-90.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: доильный аппарат, пропускная способность, частота пульсаций вакуума, искусственное вымя, осциллограмма изменения давления, воздействие на соски вымени.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CONTINUOUS MILK LET-DOWN MILKING UNIT AND EVALUATION OF INDICATORS OF THE IMPACT ON THE COW UDDER TEATS

Evgeniy A. Andrianov
Aleksey A. Andrianov
Tatiana N. Tertychnaya

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The creation of a milking machine unit that provides high speed and milking safety is a vital task in the condition of a significant increase in milk production and the use of highly-productive cows. The aim of the research is to substantiate technological parameters of continuous milk let-down (CMLD) milking machine unit and to evaluate its impact on the cow udder teats. A schematic diagram of a laboratory setup for determining the throughput capacity and measuring vacuum vibrations in the chambers of the teat cups of the milking machine unit is presented. PulsoTest Comfort device was used to study the cyclic variations of the vacuum pressure in the chambers of the teat cups of CMLD milking machine unit. To confirm the theory for determining the throughput capacity of the milking machine unit, a two-factor experiment was carried out using regression equations and

Microsoft Excel computer program. A regression equation was obtained as a result of mathematical treatment of experimental data which makes it possible to determine the throughput capacity of CMLD milking machine depending on the vacuum pressure and the ripple frequency of the pulsator. The graphical dependence analysis shows that an increase in the size and ripple frequency of the working vacuum leads to an increase in the throughput capacity of CMLD milking machine. A comparative analysis of the throughput capacity of the designed milking unit and two-phase ADU-1 milking unit was carried out, the magnitude and ripple frequency of the working vacuum were determined, which were 40 kPa and 1.5 Hz, respectively. An increase in the throughput and stimulating capacity of continuous milk let-down milking unit has been substantiated. The oscillogram analysis of pressure in the chambers of the teat cups of the tested milking unit in terms of milking obtained at the «Artificial udder» stand makes it possible to define the indicators of the impact of CMLD milking machine unit on the cow udder teats. The impact indicators do not exceed Maximum Acceptable Level set forth in GOST 28545-90.

KEYWORDS: milking machine unit, throughput capacity, vacuum pulsation frequencies, artificial udder, oscillograph chart, pressure reduction, impact on the udder teats.

Введение

Создание доильного аппарата, обеспечивающего высокую скорость и безопасность доения, является актуальной задачей в условиях существенного увеличения производства молока и использования высокопродуктивных коров [6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 19, 21].

В ходе ранее проведённых многофакторных исследований авторами разработана конструктивно-технологическая схема доильного аппарата непрерывного молоковыведения (ДАНМ) [13, 20], обоснованы конструктивные параметры его доильных стаканов, имеющих подсосковую, две независимые межстенные камеры и гильзу с двумя воздушными патрубками [11], а также описан процесс выведения молока из вымени коровы при использовании предложенного доильного аппарата [12].

В представленной статье авторы приводят результаты исследований, проведённых с целью определения циклических колебаний давления в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов доильного аппарата непрерывного молоковыведения, обоснования его режимных параметров и оценки его воздействия на соски вымени коровы.

Методика исследований

Объект исследований – рабочий процесс доильного аппарата непрерывного молоковыведения (ДАНМ).

Предмет исследования – закономерности изменения показателей работы доильного аппарата непрерывного молоковыведения от его технологических параметров.

Для оценки пропускной способности доильного аппарата использовали лабораторную установку, схема которой представлена на рисунке 1.

Для изучения циклических колебаний вакуумметрического давления в камерах доильных стаканов один из них подключали к источнику вакуума, а все другие закрывали заглушками. В подсосковую 9 и две независимые межстенные камеры 7 и 8 доильного стакана 5 с помощью тройников и измерительных шлангов через измерительные каналы подсоединяли прибор «PulsoTest Comfort» 15, как показано на рисунке 1 [2]. Уровень вакуумметрического давления устанавливали равным 40 кПа. Далее по измеренным значениям колебаний вакуума в доильных стаканах автоматически рассчитывали число пульсаций и соотношение фаз с передачей данных на персональный компьютер 16 в формате Microsoft Excel [3].

В экспериментах использовали пульсатор 3 попарного доения с соотношением тактов 70/30. Частоту пульсаций вакуума изменяли регулировочным винтом пульсатора 3 и контролировали прибором «PulsoTest Comfort» 15, а величину вакуума – регулятором вакуума 13 и вакуумметром 1. Величину вакуума при проведении повторных опытов поддерживали постоянной. Молокомером 10 фиксировали объём жидкости, имитирующей молоко.

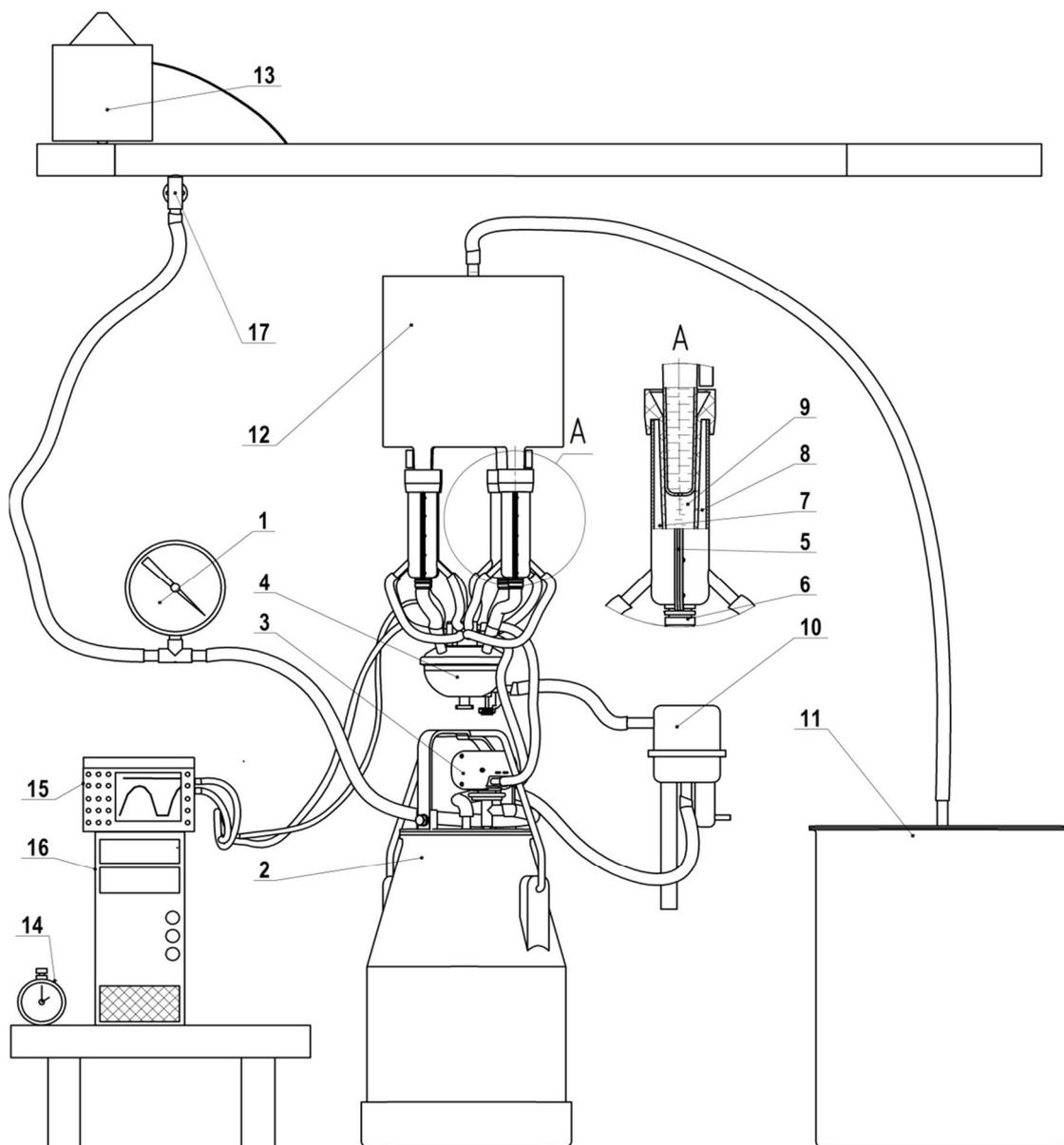


Рис. 1. Схема установки для определения пропускной способности и измерения колебаний вакуума в камерах доильных стаканов доильного аппарата: 1 – вакуумметр; 2 – доильное ведро; 3 – пульсатор; 4 – коллектор; 5 – доильный стакан; 6 – сосковая трубка; 7 – межстенная камера 1; 8 – межстенная камера 2; 9 – подсосковая камера; 10 – молокомер; 11 – резервуар; 12 – стенд «Искусственное вымя»; 13 – регулятор вакуума; 14 – секундомер; 15 – прибор «PulsoTest Comfort»; 16 – персональный компьютер; 17 – кран

Пропускную способность доильного аппарата непрерывного молоковыведения рассчитывали по известным формулам [2]. Для измерения колебаний вакуума в камерах доильных стаканов 5 использовали прибор «PulsoTest Comfort». Расчёт показателей воздействия доильного аппарата на соски вымени проводили согласно ранее изложенной методике [1, 2].

Результаты и их обсуждение

Для экспериментальной проверки режимных параметров ДАНМ и получения зависимости величины пропускной способности аппарата от вакуумметрического давления и частоты пульсаций вакуума использовали метод планирования эксперимента [10]. Испытания проводили в соответствии с двухуровневым планом эксперимента (вида 2^2).

Для аппроксимации полученных значений пропускной способности в зависимости от перечисленных выше параметров использовали линейную функцию. Рабочая матрица планирования и результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рабочая матрица планирования и результаты опытов

№	Факторы		Пропускная способность аппарата по повторностям Q, л/мин					Среднее значение
	Величина рабочего вакуума P, кПа	Частота пульсаций вакуума f, Гц	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
	X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	
1	35,0	1,0	2,61	2,56	2,73	2,65	2,50	2,61
2	50,0	1,0	3,33	3,19	3,30	3,16	3,33	3,26
3	35,0	1,5	2,80	2,75	2,86	2,73	2,75	2,78
4	50,0	1,5	4,00	4,05	4,17	4,00	3,95	4,03

Результаты опытов по определению пропускной способности аппарата при обработке в Microsoft Excell могут быть представлены уравнением регрессии [18]:

$$Q = 3,55333 - 0,0366667 P - 2,46 f + 0,08 P f, \quad (1)$$

где P – величина рабочего вакуума, кПа;

f – частота пульсаций вакуума, Гц.

С помощью компьютерной программы Microsoft Excell построена графическая зависимость пропускной способности испытуемого доильного аппарата от величины и частоты пульсаций рабочего вакуума (рис. 2).

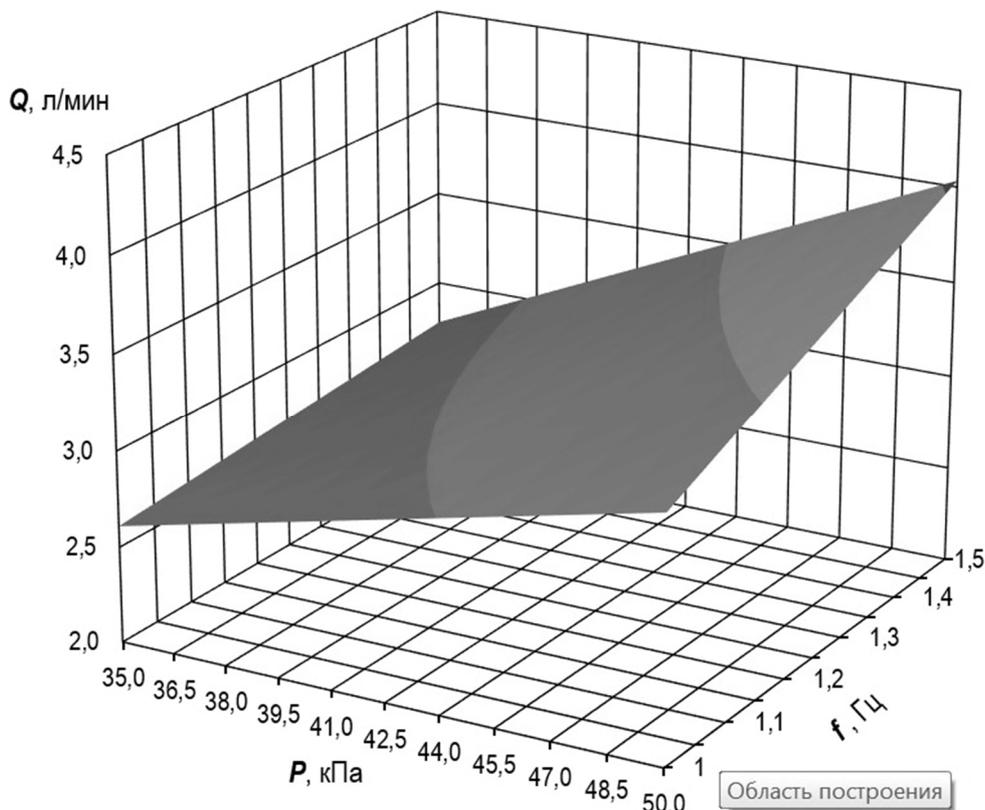


Рис. 2. Графическая зависимость пропускной способности предложенного доильного аппарата от величины и частоты пульсаций рабочего вакуума

Анализ графической зависимости показывает, что к повышению пропускной способности аппарата приводит увеличение величины и частоты пульсаций рабочего вакуума.

Пропускная способность ДАНМ, соотносимая с пропускной способностью аппарата АДУ-1, наблюдается при величине и частоте пульсаций рабочего вакуума соответственно 40 кПа и 1,5 Гц.

На рисунке 3 представлены зависимости колебаний и перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов ДАНМ.

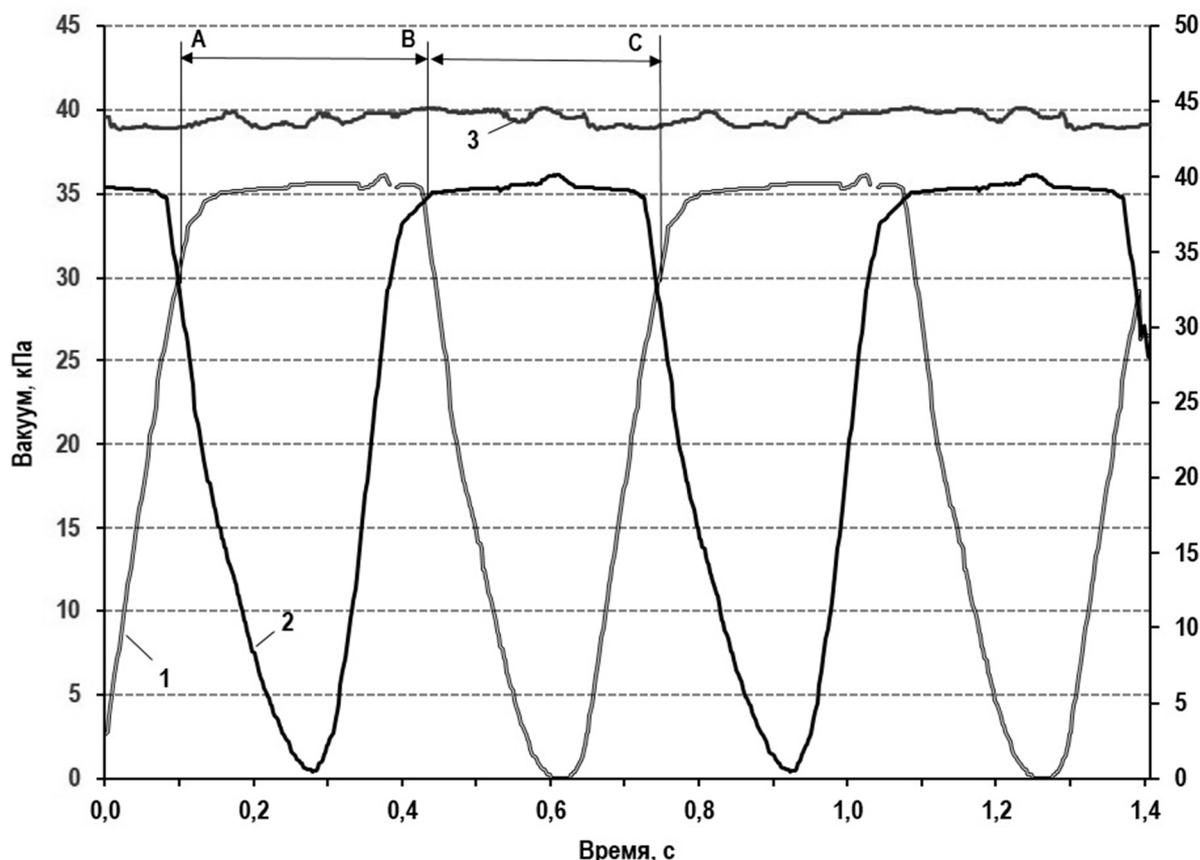


Рис. 3. Графические зависимости колебаний и перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов ДАНМ: 1 – вакуумметрическое давление в межстенной камере 1; 2 – вакуумметрическое давление в межстенной камере 2; 3 – вакуумметрическое давление в подсосовой камере 9. График (3) соответствует левой оси ординат, графики (1) и (2) – правой оси ординат

В таблице 2 приведены результаты измерения давления в камерах доильных стаканов ДАНМ, полученные с помощью прибора «PulsoTest Comfort» [14].

Таблица 2. Параметры циклических колебаний вакуума в камерах доильных стаканов ДАНМ

Показатели		Камеры доильного стакана		
		межстенная 1	подсосовая	межстенная 2
Величина вакуума, кПа	max	40,1	40,2	40,2
	min	0	38,8	0,4
Частота пульсаций, Гц / мин ⁻¹		1,5 / 90,0		
Продолжительность рабочего цикла, мс		666,7		

На рисунке 3 видно, что на отрезке AB наблюдается незначительное изменение вакуумметрического давления в межстенной камере 1 и сначала плавное повышение до атмосферного, а затем снижение до номинального значения вакуумметрического дав-

ления в межстенной камере 2, что приводит к плавному сначала нарастающему до максимального значения, а затем убывающему до минимальной величины давлению на сосок с одной стороны сосковой трубки. На отрезке *BC* процесс сжатия соска повторяется, только с другой стороны сосковой трубки. Левая и правая части сосковой трубки не являются жёсткими стенками, поэтому сфинктер соска остаётся открытым при изменении давления в межстенных камерах доильного стакана. При этом положительное давление, обеспечиваемое сжатием соска с одной стороны сосковой трубки, и отрицательное давление, обусловленное вакуумметрическим давлением под соском, способствуют одновременному выжиманию и отсасыванию молока, имитируя процесс сосания телёнком [4]. В результате непрерывного извлечения молока из вымени повышается пропускная способность ДАНМ по сравнению с двухтактным доильным аппаратом.

На рисунке 4 представлены осциллограммы изменения давления в камерах доильных стаканов ДАНМ в режиме доения на стенде «Искусственное вымя».

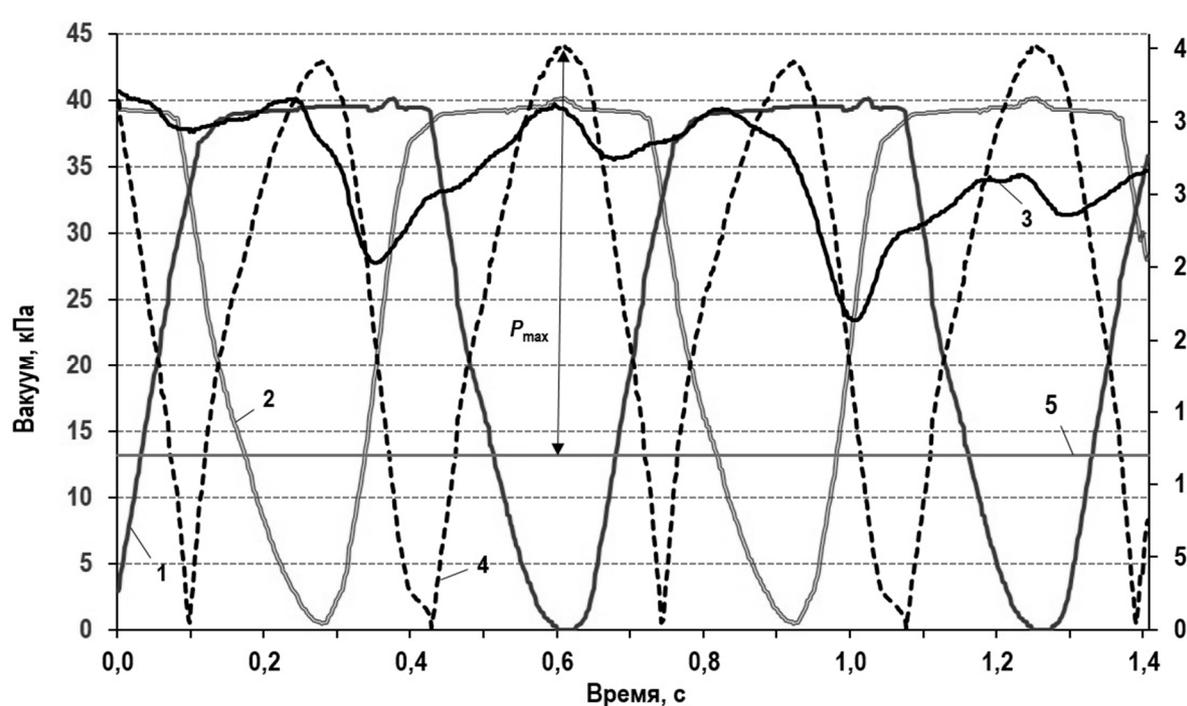


Рис. 4. График изменения давления в камерах доильных стаканов ДАНМ в режиме доения на стенде «Искусственное вымя»: 1 – вакуумметрическое давление в межстенной камере 1; 2 – вакуумметрическое давление в межстенной камере 2; 3 – вакуумметрическое давление в подсосковой камере 9; 4 – перепад давлений в камерах доильных стаканов; 5 – вакуум смыкания сосковой резины; P_{max} – максимальное давление сосковой резины на ткани соска. Графики (1) и (2) соответствуют левой оси ординат, графики (3), (4) и (5) – правой оси ординат

Для определения показателей воздействия ДАНМ на соски вымени были введены некоторые допущения.

Для расчёта давления сосковой резины на сосок вымени использовали формулу (1) [1], однако фактически определялось максимальное давление не на ткани соска, а на стенки сосковой резины при её прогибе, так как не учитывалась фиксация боковых креплений сосковой резины в гильзе доильных стаканов, вызывающая их растяжение при перемещении соска за счёт перепада давлений и возникновения сил упругости.

Величину перепада давления в камерах доильных стаканов для ДАНМ определяли следующим образом.

Сначала определяли перепад давления между межстенной камерой 1 и подсосковой камерой 9, который будет определять величину давления на стенку сосковой

резины при её прогибе с одной стороны доильного стакана, а потом – перепад давления между межстенной камерой 2 и подсосковой камерой 9, который будет определять величину давления на стенку сосковой резины при её прогибе с противоположной стороны доильного стакана. И так как величины давления на стенки сосковой резины с каждой из сторон гильзы доильного стакана в тот или иной моменты времени разные, окончательную величину давления на сосок вымени будет определять разница перепада давления на стенки сосковой резины с каждой из сторон стакана и вакуума смыкания сосковой резины. Давление сосковой резины на сосок в предложенной конструкции ДАНМ не зависит от снижения вакуумметрического давления под соском в период интенсивного извлечения молока, а в основном определяется перепадом давления в межстенных камерах доильных стаканов.

По ранее предложенной методике [1] с использованием данных, полученных при построении и анализе осциллограмм изменения давления в камерах доильных стаканов ДАНМ в режиме доения, определены показатели физиологического воздействия предложенного доильного аппарата на соски вымени, которые не превышают предельно допустимые значения, установленные ГОСТ 28545-90 (ISO 5707-83) [5], и согласуются с результатами теоретических исследований других авторов [20]:

- вакуумная нагрузка на соски вымени за период доения (6 мин.) – 4918,2 Н·с;
- растягивающее усилие, оказываемое на сосок вакуумметрическим давлением в такте сосания, – 13,9 Н;
- максимальная величина давления сосковой резины на сосок – 28,2 кПа;
- средняя величина давления сосковой резины на сосок за период сжатия – 17,1 кПа.

Выводы

1. Экспериментально обоснованы технологические параметры доильного аппарата непрерывного молоковыведения:

- вакуумметрическое давление – 40 кПа;
- частота пульсаций вакуума – 1,5 Гц.

Определены показатели физиологического воздействия предложенного доильного аппарата на соски вымени коровы.

2. Опытным путём подтверждено, что пропускная способность доильного аппарата непрерывного молоковыведения повышается с увеличением частоты пульсаций пульсатора. Положительное давление, обеспечиваемое сжатием соска с одной стороны сосковой трубки, и отрицательное давление, обусловленное вакуумметрическим давлением под соском, способствуют одновременному выжиманию и отсасыванию молока, имитируя процесс сосания телёнком.

Библиографический список

1. Андрианов Е.А. Методика определения физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на соски вымени коровы с использованием прибора «PulsoTest Comfort» / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, В.В. Труфанов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 3 (62). – С. 47–53.
2. Бородин С.А. Обоснование конструктивно-режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.А. Бородин. – Воронеж, 2018. – 198 с.
3. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя / Р. Вадзинский. – Санкт-Петербург : Издательский дом «Питер», 2008. – 602 с.
4. Вальдман Э.К. Физиология машинного доения коров : производственно-практическое издание / Э.К. Вальдман. – Ленинград : Колос, Ленингр. отд-ние, 1977. – 191 с.
5. ГОСТ 28545-90 (ISO 5707-83). Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика (с изменениями). – Введ. 1991–07–01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 16 с.
6. Двухтактный доильный аппарат / В.М. Ульянов, Н.В. Бубнов, В.С. Бунов, Е.А. Шувалов // Техническое обеспечение сельского хозяйства. – 2019. – № 1 (1). – С. 114–119.
7. Кормановский Л.П. Направления развития системы машин для молочного скотоводства / Л.П. Кормановский, Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 1 (37). – С. 14–23.

8. Королев В.Ф. Доильные машины: теория, конструкция и расчет / В.Ф. Королев. – Москва : Машгиз, 1962. – 284 с.
9. Краснов И.Н. Доильные аппараты : монография / И.Н. Краснов. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1974. – 228 с.
10. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Ленинград : Колос, 1980. – 168 с.
11. Определение рациональных параметров доильного аппарата непрерывного доения / Д.И. Яловой, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Т.Н. Тertychnaya // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 93–99.
12. Обоснование процесса выведения молока из вымени коровы стимулирующим аппаратом непрерывного доения / Д.И. Яловой, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 2. – С. 32–34.
13. Пат. 2556910 Российская Федерация, МПК А 01 J 5/04 (2006.01). Устройство для доения коров / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов, Д.И. Яловой ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2013147003/13 ; заявл. 21.10.2013 ; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 20. – 5 с.
14. Прибор для измерения пульсации и вакуума в доильных установках «PulsoTest Comfort» – GEA Farm Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.yumpu.com/en/document/view/38416227/pulstest-comfort-gea-farm-technologies> (дата обращения: 11.03.2020).
15. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет : монография / В.Ф. Ужик. – Белгород : БелГСХА, 2009. – 485 с.
16. Ужик В.Ф. К обоснованию направления в создании доильного аппарата с элементами управления режимом доения / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, Д.О. Кутовой // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2016. – № 3 (19). – С. 166–170.
17. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов : монография / В.М. Ульянов. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 112 с.
18. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли ; пер. с англ. А.С. Каменского ; под ред. Ф.И. Ерешко ; предисл. Ф.И. Ерешко и А.С. Каменского. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 400 с.
19. Щукин С.И. Результаты испытаний доильного аппарата с независимым вакуумом / С.И. Щукин, В.Н. Легеза, И.Е. Петров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 1. – С. 13–14.
20. Яловой Д.И. Обоснование конструктивно-режимных параметров доильного аппарата непрерывного доения : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.И. Яловой. – Воронеж, 2017. – 175 с.
21. Assessment of milking systems / I. Ohnstad, R. Blowey, N. Frame., R. Laven, A. Norton, A. White // Clinical Forum UK Vet. – 2006. – Vol. 11, No. 1. – Pp. 28–34.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Евгений Александрович Андрианов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: evgeniy377@gmail.com.

Алексей Александрович Андрианов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: alexey739@gmail.com.

Татьяна Николаевна Тertychnaya – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: tertychnaya777@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 13.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Evgeniy A. Andrianov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: evgeniy377@gmail.com.

Aleksey A. Andrianov, Candidate of Agricultural 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, Russia, Voronezh, e-mail: alexey739@gmail.com.

Tatiana N. Tertychnaya, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Storage and Processing of Agricultural Products Technologies, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: tertychnaya777@yandex.ru.

Received July 13, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОПИНАМБУРА СОРТА НОВОСТЬ ВИРа ПРИ ХРАНЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЗНАЧЕНИЯ КЛУБНЕЙ

Александра Анатольевна Манохина¹
Оксана Анатольевна Старовойтова²
Виктор Иванович Старовойтов²
Жасур Жуманазарович Алляров¹

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

²Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха

Топинамбур является уникальным растением по сбалансированности входящих в его состав микроэлементов. Существенным недостатком культуры является то, что при традиционных способах хранения клубни достаточно быстро поражаются грибными болезнями. Многими исследователями предложены способы консервирования клубней топинамбура без замораживания против склеротической клубневой гнили с использованием натуральных эфирных масел и препаратов с микроэлементами в хелатной форме. Цель проведённых исследований – выявить наиболее эффективный препарат для покрытия клубней топинамбура плёнками наноразмерной толщины перед закладкой на хранение для повышения лёжкоспособности в зависимости от назначения клубней, а также определить оптимальные сроки хранения клубней топинамбура в зависимости от назначения. Эксперименты проводили в лаборатории РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева с использованием топинамбура сорта Новость ВИРа. Клубни закладывали на хранение в открытых ящиках при температуре воздуха +5 ÷ +9°C после обработки разными препаратами с ожидаемым фунгицидным эффектом по вариантам: Артафит (микроэлементы), Зеромикс (серебро и микроэлементы), Милефунг™ (микроэлементы) и Тиатон (сера). Закладка опыта, учёты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта. Показано, что применяемые препараты способствовали удержанию влаги в клубнях: через два-три месяца хранения эффективность препаратов Зеромикс и Тиатон была на 3–4% выше, чем препаратов Артафит и Милефунг, и на 8–11% – по сравнению с контролем. Определены оптимальные сроки хранения клубней топинамбура в зависимости от назначения: на семенные цели – до полутора месяцев; для потребления в свежем виде и в кулинарных целях – в течение трёх недель; для переработки на фруктозоолигосахаридный (ФОС) и др. сиропы, цукаты, гранулированные корма и добавки, для производства спирта и биоэтанола – в течение двух месяцев; для переработки на инулинсодержащий порошок либо инулинсодержащую муку – в течение трёх месяцев.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: топинамбур, клубни, покрытие клубней, препараты, сохранность, склеротиния.

STORAGE INTEGRITY OF JERUSALEM ARTICHOKE OF THE NOVOST VIRa CULTIVAR DEPENDING ON THE INTENDED USE OF TUBERS

Aleksandra A. Manokhina¹
Oksana A. Starovoitova²
Viktor I. Starovoitov²
Zhasur Zh. Allayarov¹

¹Russian Timiryazev State Agrarian University

²Russian Potato Research Center

Jerusalem artichoke is a unique plant in terms of balance of its constituent microelements. A significant disadvantage of this crop is that the tubers being stored according to conventional methods are rapidly affected by fungal diseases. Many researchers have proposed methods of preserving Jerusalem artichoke tubers without freezing in order to prevent sclerotic tuber rot using natural essential oils and preparations with microelements in a chelated form. The objective of performed research was to identify the most efficient preparation for coating Jerusalem artichoke tubers with films of nanoscale thickness before placement in storage in order to increase the keeping quality depending on the intended use of tubers, and also to determine the optimal storage term for Jerusalem artichoke tubers depending on their intended use. The experiments were conducted in the laboratory of the Russian Timiryazev State Agrarian University using the Novost VIRa Jerusalem artichoke cultivar. The

tubers were placed in storage in open boxes at the air temperature of $+5 \div +9^{\circ}\text{C}$ after treatment with various preparations with the expected fungicidal effect by the following variants: Artafit (microelements), Zeromix (silver and microelements), Milefung™ (microelements) and Tiaton (sulfur). Experimental setup, inventories and observations complied with the requirements of field experiment methodology. It is shown that the applied preparations contributed to the retention of moisture in the tubers, e.g. after two to three months of storage the efficiency of Zeromix and Tiaton preparations was 3–4% higher compared to Artafit and Milefung, and 8–11% higher compared to control. The optimal periods for storing Jerusalem artichoke tubers have been determined with the account of their intended use, e.g. up to one and a half months for seed purposes; three weeks for fresh consumption and cooking; two months for processing into fructose-oligosaccharide (FOS) and other syrups, succades, granulated feeds and additives, or for alcohol and bioethanol production; and three months for processing into inulin-containing powder or inulin-containing flour.

KEYWORDS: Jerusalem artichoke, tubers, tuber coating, preparations, storage integrity, sclerotinia.

Введение

К настоящему времени опубликовано большое количество научных данных, свидетельствующих о роли правильного рациона питания, богатого фруктами и овощами, в профилактике ряда хронических заболеваний [16]. Ещё в XX в. значительно расширилось разнообразие не только прямого использования растений в пищу, но и для переработки на продукты питания, для использования в медицине, в качестве альтернативных источников энергии.

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) является уникальным растением по сбалансированности входящих в его состав микроэлементов: железа, магния, калия, марганца, кальция, фосфора, кремния, цинка. В клубнях топинамбура содержится большое количество органических поликислот, которые в комплексе с витамином С обладают ярко выраженными антиоксидантными свойствами, а также белка (3,2% на сухое вещество) [20], в них самая высокая концентрация редкого природного биологически активного вещества – инулина (до 17%) [8, 13].

Клубни топинамбура в зависимости от назначения можно использовать на семенные цели, для потребления в свежем виде и в кулинарных целях, для переработки на инулинсодержащий порошок, фруктозоолигосахаридный и другие сиропы, цукаты, гранулированные корма и добавки, для производства спирта и биоэтанола.

Продукты (соки и джемы), полученные из клубней топинамбура, отличаются высоким содержанием инулина как сразу после производства, так и после хранения [15]. Высушенный материал клубней топинамбура является ценным растительным источником полисахаридов, содержание которых достигает 80% [1]. Муку из клубней топинамбура можно использовать как частичный и полный заменитель пшеничной муки для выработки кондитерских изделий, например печенья [18].

В Российской Федерации топинамбур выращивают во многих областях и краях на полях общей площадью более 3 тыс. га [9]. Разработаны и внедряются механизированные технологии выращивания топинамбура, что даёт возможность увеличения масштабов промышленной переработки клубней этой культуры [5]. Однако не у всех сельхозтоваропроизводителей и не всегда имеются возможности хранить большие объёмы произведённой продукции в холодильных и тем более в морозильных камерах.

Известно, что для употребления в свежем виде клубни топинамбура сложно хранить в холодильнике, так как показатели химического состава клубней топинамбура могут снижаться [13]. Как свидетельствуют результаты исследований, проведённых К. Topolska с соавторами [16], изменения содержания фруктанов были незначительными в течение первых двух недель хранения различных корнеплодов. После 12 недель морозильного хранения при температуре $-22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ отмечена самая высокая стабильность фруктанов в клубнях топинамбура по сравнению с другими вариантами.

Опубликовано немало работ, посвященных послеуборочному хранению топинамбура и изменению его качества [3, 10, 17].

После выкапывания из почвы клубни плохо хранятся, быстро теряют тургор и легко поражаются бактериальными болезнями из-за отсутствия в кожице клубней пробкового слоя в отличие от клубней картофеля [10, 11]. В течение 10 дней хранения при температуре $+17 \div +22^\circ\text{C}$ масса клубней снижается на 7%, в течение 20 дней – на 14% [6]. Для хранения клубней топинамбура в традиционных хранилищах картофеля и других овощей необходимо поддерживать низкую температуру и оптимальную влажность.

Многими исследователями обоснованы альтернативные способы консервирования клубней топинамбура без замораживания против склеротической клубневой гнили с использованием различных натуральных эфирных масел гвоздики [14], тмина и мяты в различных концентрациях [12], а также препаратов Милеконс и Артафит с микроэлементами в хелатной форме в полипропиленовых пакетах и в овощных сетках.

Цель исследований – выявить наиболее эффективный препарат для покрытия клубней топинамбура плёнками наноразмерной толщины перед закладкой на хранение для повышения лежкоспособности в зависимости от назначения клубней, а также определить оптимальные сроки хранения клубней топинамбура в зависимости от назначения.

Материалы и методы

Опыты по выявлению продолжительности хранения клубней топинамбура проводили в лаборатории РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

В исследованиях использовали клубни топинамбура сорта Новость ВИРа (позднеспелый), их закладывали на хранение в открытых ящиках при температуре воздуха $+5 \div +9^\circ\text{C}$ после обработки разными препаратами с ожидаемым фунгицидным эффектом по вариантам.

В задачи исследований входило установление зависимости сохранности клубней от применения инновационного серосодержащего препарата и препаратов, содержащих микроэлементы в хелатной форме [7].

Так как хранение в регулируемой газовой среде требует больших затрат энергии и наличия специального оборудования, проведены исследования по использованию покрытия клубней плёнками наноразмерной толщины перед закладкой на хранение следующими препаратами: Артафит (микроэлементы), Зеромикс (серебро и микроэлементы), МилефунгTM (микроэлементы) и Тиатон (сера). Опыты выполняли в трёхкратной повторности.

Артафит (ООО «ЭкоТех», г. Пушкино) – полифункциональный препарат с антистрессовыми, рострегулирующими, фунгицидными, бактерицидными и противовирусными свойствами. Действующее вещество – полидиаллилдиметиламмоний хлорид. Нефитотоксичен. Класс опасности – 3-й (малоопасные вещества). Препарат безвреден для рыб, пчёл и других насекомых. Доза – 300 мл/т клубней.

Зеромикс (Группа компаний «АгроХимПром») является комплексным источником микроэлементов в хелатной форме с содержанием серебра, укрепляет иммунную систему и улучшает качественные показатели (повышает устойчивость растений к комплексу болезней, усиливает действие химических фунгицидов на многие патогены). Содержит: марганец (Mn) – 0,9%, медь (Cu) – 0,9%, цинк (Zn) – 0,45%, калий (K) – 0,4%, молибден (Mo) – 0,3%, бор (B) – 0,2%, железо (Fe) – 0,2%, магний (Mg) – 0,2%, серебро (Ag) – 0,05%, кобальт (Co) – 0,03%. Класс опасности – 4-й (малоопасные вещества). Доза – 300 мл/т клубней.

МилефунгTM (ООО «Вятский Агроконцерн») представляет собой 15% водный раствор комплекса биостимуляторов природного происхождения и микроэлементов в хелатной форме, отличающийся высокой биологической и экономической эффективно-

стью на различных видах растений. Обладает фунгицидными свойствами и улучшает сохранность клубней при хранении. Милефунг™ относится к малотоксичным для теплокровных животных, птиц и человека. Доза – 400 мл/т клубней.

Тиатон (НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА) представляет собой инновационный органический серосодержащий препарат, карбоксилсодержащий комплексонат. Содержит 36 масс. % серы в хелатной форме, рН – 5,5–7,5 (нейтральная), плотность – 1,2–1,3 г/см³. Класс опасности – 3-й (умеренно опасный препарат). Рабочий раствор препарата готовят непосредственно перед применением. Доза – 300 мл/т клубней (15 мл на 10 л воды).

Закладка опыта, учёты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта [2, 5, 9].

Содержание растворимых и нерастворимых веществ определяли методом горячей водной диффузии, процентное содержание углеводов – методом жидкостной хроматографии.

Сохранность клубней топинамбура определяли в динамике по методике, описанной в источнике [4].

Дисперсионный анализ полученных данных проведен по Б.А. Доспехову [2].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлены общие обязательные требования для сортов топинамбура всех групп спелости и направлений использования: устойчивость к грибным и бактериальным болезням; форма клубня (округлая и грушевидная); размер крупных клубней (не меньше среднего – 50 г), поверхность клубня (гладкая); наличие деткований и верхушечных почек (клубни должны быть с минимальным количеством отростков, удобными для мойки и резки).

Соответствие клубней сорта Новость ВИРа требованиям, предъявляемым к клубням в зависимости от назначения

Наименование требования	Параметры в соответствии с требованиями	Параметры сорта Новость ВИРа
Урожайность	Не менее 25,0 т/га	25,2 т/га
Форма клубня	Округлая и грушевидная	Грушевидная
Поверхность клубня	Гладкая	Гладкая
Размер крупных клубней	Не меньше среднего (50 г)	87 × 25 мм (более 50 г)
Деткование и верхушечные почки	Отсутствуют	Отсутствуют
Период покоя	Длительный	Длительный
Устойчивость к грибным и бактериальным болезням	Устойчив	Устойчив
Поверхностное залегание глазков	Не более 3 мм	2-3 мм
Структура мякоти	Средняя	Средняя
Степень сладости мякоти	Высокая или средняя	Средняя
Сочность мякоти	Высокая или средняя	Средняя (5 баллов)
Вкусовые качества сырой мякоти	Высокие или средние	Средние (5 баллов)
Плотность мякоти	Низкая	Низкая
Содержание сухого вещества в клубнях	Не менее 20%	26,4%
Содержание инулина в клубнях	Не менее 14%	15,8%

В зависимости от назначения к клубням могут предъявляться более специфические требования.

Клубни семенного назначения должны иметь период покоя длительный, достаточный для своевременной посадки, высокую лёжкоспособность, быть устойчивыми к бактериальным болезням при хранении.

Клубни, предназначенные для употребления в свежем виде и в кулинарных целях, должны иметь округлую или грушевидную форму, гладкую поверхность, высокую или среднюю степень сладости, среднюю структуру мякоти, высокую сочность мякоти, высокие вкусовые качества сырой мякоти, поверхностное залегание глазков – не более 3 мм, с минимальным количеством отростков (более удобными для мойки и резки).

Требования к клубням топинамбура для производства инулина и ФОСов, фруктозного сиропа, этанола, биогаза, в первую очередь, касаются максимального выхода данного вещества. Содержание сухого вещества в клубнях должно составлять не менее 20%, инулина – не менее 14% [19].

К клубням топинамбура, предназначенным для производства кормов для сельскохозяйственных животных (производство клубней на корм скоту, силоса, витаминной муки и других кормов), требования по морфологическим признакам (форма и размер клубней и др.) не предъявляются.

Выбранный нами сорт топинамбура Новость ВИРа в основном удовлетворяет установленным требованиям:

- товарная урожайность клубней сорта достигает к концу октября 24,7 т/га (валовая – 25,2 т/га);
- форма клубней – грушевидная;
- поверхность клубня гладкая;
- средние размеры крупных клубней – 87 × 25 мм;
- деткование и верхушечные почки – отсутствуют;
- период покоя – длительный;
- устойчив к грибным и бактериальным болезням.

По плотности мякоти клубни отвечают требованиям для употребления в сыром виде и в кулинарных целях.

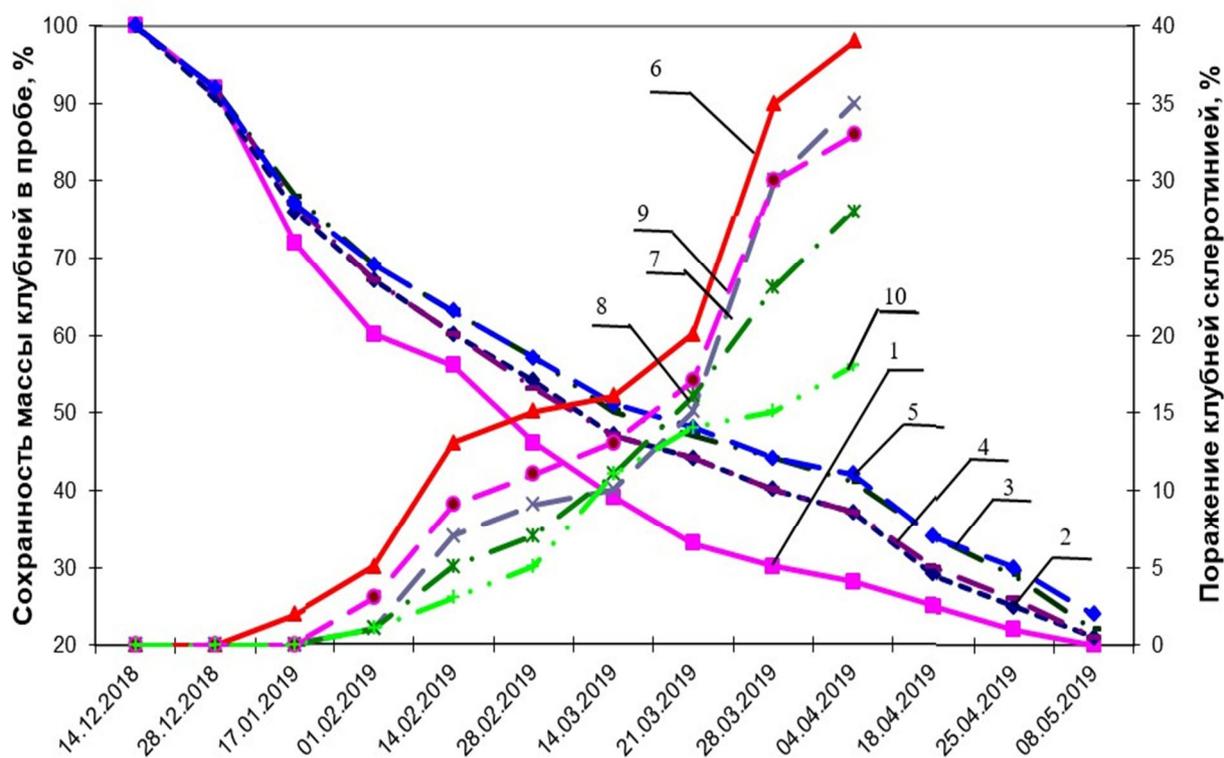
По сладости, сочности и вкусу клубни исследуемого сорта Новость ВИРа были оценены по девятибалльной шкале и получили 5 баллов (удовлетворительно – среднее значение).

Данные анализа качества мякоти варёных клубней:

- рассыпчатость – 4–5 баллов;
- водянистость – 4 балла;
- плотность мякоти – 3 балла;
- запах приятный, свойственный топинамбуру, – 7–8 баллов;
- потемнение мякоти – 9 баллов;
- вкус – 7 баллов (хороший);
- содержание сухого вещества – 26,4%;
- общих сахаров – 18,7%;
- инулина – 15,8%;
- переваримого протеина – 16,7%.

При обследовании клубней на поражённость болезнями после уборки признаков заболеваний не обнаружено.

Показатели хранения клубней топинамбура (динамика изменения массы, степень поражения склеротинией) в зависимости от обработки препаратами представлены на рисунке.



Динамика изменения массы клубней топинамбура (1–5) и поражения склеротинией (6–10) в течение хранения в зависимости от обработки препаратами: 1, 6 – контроль (без обработки); 2, 7 – Артафит; 3, 8 – Зеромикс; 4, 9 – Милефунг; 5, 10 – Тиатон

Показатели хранения клубней топинамбура сорта Новость ВИРа в прохладном помещении при температуре воздуха $+5 \div +9^{\circ}\text{C}$ после обработки препаратами с ожидаемым фунгицидным эффектом свидетельствуют о том, что в открытых ящиках во всех вариантах опыта происходит очень быстрая потеря массы клубней из-за испарения влаги.

При этом применяемые препараты оказали влияние на удержание влаги в клубнях. Это можно заметить уже через один месяц хранения. Через два-три месяца оказалось, что препараты Зеромикс и Тиатон способствовали большему удержанию влаги: на 3–4% по сравнению с препаратами Артафит и Милефунг и на 8–11% – с контролем (при $\text{НСР}_{05} = 2,6\text{--}4,2\%$).

Через два месяца после закладки топинамбура на хранение (14.02.2019) в пробах, которые отбирались с клубней, начали появляться признаки грибного заболевания склеротинии (белой плесени): среднее значение по всем вариантам составило 8,0% ($\text{НСР}_{05} = 3,1\%$).

Через четыре месяца хранения клубни во всех вариантах значительно усохли, стали твердыми, и из-за очень малого количества влаги прекратилось развитие склеротинии.

Следовательно, качественные показатели клубней, находящихся в открытых ящиках (в частности, именно так, как топинамбур выложен в овощных отделах большинства магазинов) при выбранной температуре хранения $+5 \div +9^{\circ}\text{C}$ в течение двух-трех недель, удовлетворяют общим требованиям, предъявляемым к клубням, пригодным как на семенные цели, так и для потребления в свежем виде и в кулинарных целях, для переработки на инулинсодержащий порошок, фруктозоолигосахаридный (ФОС) и другие сиропы, цукаты, гранулированные корма и добавки, для производства спирта и биоэтанола, независимо от препарата, которым их обработали. Потеря массы клубней

составила 8–12% ($НСР_{05} = 0,4\%$), признаков грибных болезней не обнаружено ни в одном варианте.

По данным проведённых исследований клубни, предназначенные в дальнейшем на семенные цели, можно хранить до полутора месяцев при выбранных нами условиях, при их предварительной обработке любым из испытуемых препаратов. Такие клубни, несмотря на значительную потерю тургора (при обработке препаратами – 31–33% влаги, в контроле – 40%, $НСР_{05} = 3,3\%$), попав во влажную почву, довольно быстро могут восстановиться и дать здоровое потомство, особенно при условии замачивания посадочных клубней на 1–3 часа в стимулирующем растворе. Допускается введение в стимулирующий раствор использованных в исследовании препаратов, которые содержат комплекс микроэлементов, полезных для роста клубнеплодов.

Клубни, предназначенные для потребления в свежем виде и в кулинарных целях, можно хранить в течение трёх недель (потеря массы влаги составляет 12–15%) при условии обязательной обработки препаратами Артафит, Зеромикс, Милефунг, Тиатон. Клубни выглядят хорошо и не успевают заразиться склеротинией. Чтобы освежить внешний вид таких клубней, достаточно просто вымыть их в водопроводной воде. Такие клубни достаточно легко проходят очистку, в том числе и механическую.

Клубни, предназначенные для переработки на ФОСы, сиропы, цукаты, гранулированные корма и добавки, для производства спирта и биоэтанола, можно хранить в течение двух месяцев (потеря массы влаги составляет 37–44%, $НСР_{05} = 2,6\%$) при условии обязательной обработки такими препаратами, как Артафит, Зеромикс, Тиатон. В этих вариантах клубни к этому сроку не успевают поразиться склеротинией, за исключением некоторых отдельных клубней, удалив которые из партии, можно исключить дальнейшее быстрое поражение грибными болезнями. Оставшиеся клубни можно просто вымыть в водопроводной воде. Затем клубни можно отправить на запланированную переработку.

Клубни, предназначенные для переработки на инулинсодержащий порошок либо инулинсодержащую муку, можно хранить в течение трёх месяцев (потеря массы влаги составляет 50–60%, $НСР_{05} = 4,2\%$) при условии обязательной обработки препаратами Зеромикс и Тиатон. В этих вариантах клубни сохраняют больше влаги, то есть появляется возможность ещё более длительного хранения клубней. Но к этому сроку от 10 до 16% клубней могут оказаться поражёнными склеротинией ($НСР_{05} = 2,1\%$). Для предотвращения появления грибных болезней и возможно более сильного высушивания без специального оборудования и дополнительных затрат на электроэнергию клубни в ящиках лучше выкладывать в один-два слоя.

Выводы

1. Использованный в исследованиях топинамбур сорта Новость ВИРа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к клубням разного назначения, в том числе на семенные цели, для потребления в свежем виде и в кулинарных целях, для переработки. Валовая урожайность клубней сорта Новость ВИРа к концу октября достигает 25,2 т/га; форма клубней – грушевидная; поверхность клубня – гладкая; деткование и верхушечные почки – отсутствуют; период покоя – длительный; устойчив к грибным и бактериальным болезням.

2. При хранении топинамбура сорта Новость ВИРа в прохладном помещении при температуре воздуха $+5 \div +9^\circ\text{C}$ после обработки разными препаратами с ожидаемым фунгицидным эффектом установлено, что применяемые препараты способствовали удержанию влаги в клубнях: через два-три месяца хранения эффективность препаратов Зеромикс и Тиатон была на 3–4% выше, чем препаратов Артафит и Милефунг, и на 8–11% по сравнению с контролем.

3. Качественные показатели клубней, хранящихся в открытых ящиках при температуре $+5 \div +9^{\circ}\text{C}$ в течение двух-трёх недель, удовлетворяют общим требованиям не зависимо от препарата, которым их обработали.

Потеря массы клубней составила 8–12%, признаков грибных болезней не обнаружено ни в одном варианте.

4. Определены оптимальные сроки хранения клубней топинамбура в зависимости от назначения:

- на семенные цели – до полутора месяцев;
- для потребления в свежем виде и в кулинарных целях – в течение трёх недель (потеря массы влаги – 12–15%);
- для переработки на фруктозоолигосахаридный и другие сиропы, цукаты, гранулированные корма и добавки, для производства спирта и биоэтанола – в течение двух месяцев (потеря массы влаги – 37–44%);
- для переработки на инулинсодержащий порошок либо инулинсодержащую муку – в течение трёх месяцев (потеря массы влаги – 50–60%).

Библиографический список

1. Внедрение инноваций в агропромышленный сектор – ключ к развитию экономики России / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, П.С. Звягинцев, А.А. Манохина, Т.В. Жоврененко, В.П. Леденев // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 4. – С. 36–40.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
3. Катаев А.С. Влияние способов хранения на лёжкость и качество клубней топинамбура / А.С. Катаев, Е.А. Ренев, С.Л. Елисеев // Агротехнологии XXI века : матер. международной науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова» (Россия, г. Пермь, 16–18 октября 2018 г.). – Пермь : Прокрость, 2018. – С. 225–230.
4. Метод изучения влияния условий хранения на лежкоспособность моркови и картофеля : методические указания ; сост. М.В. Волокитина и др. – Ленинград : ВИЗР, 1981. – 13 с.
5. Методические рекомендации к типовой технологии крупномасштабного производства оригинальных семян топинамбура / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, О.С. Хутинаев, В.А. Бирюкова, И.В. Шмыгля, А.А. Манохина, В.В. Баранов. – Москва : Изд-во ФГБНУ ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (Красково), 2016. – 29 с.
6. Научное обеспечение и организация системы управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем / В.А. Захаренко, К.В. Новожилов, А.А. Макаров и др. – Москва : РАСХН, 1993. – 58 с.
7. Применение хелатных форм микроэлементов в технологии производства гранулированных удобрений НРК / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, М.Н. Шелаков, А.П. Попов // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды : сб. материалов VII Всероссийской конф. с международным участием (Россия, г. Чебоксары, 19–20 апреля 2018 г.). – Чебоксары : Чувашский гос. университет им. И.Н. Ульянова, 2018. – С. 139–140.
8. Сайбель О.Л. Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – перспективный источник сырья для получения профилактических и лечебных средств / О.Л. Сайбель, Т.Д. Даргаева, В.Н. Зеленков // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 51, № 8. – С. 58–64.
9. Старовойтова О.А. Агрометодика выращивания топинамбура / О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2017. – № 1 (77). – С. 7–13.
10. Старовойтова О.А. Особенности хранения топинамбура / О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – № 3 (85). – С. 7–12.

11. Усанова З.И. Формирование урожайности топинамбура в зависимости от факторов интенсификации земледелия / З.И. Усанова, Ю.С. Королева // Устойчивое развитие АПК регионов: ситуация и перспективы : сб. трудов Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Тверь, 02–04 июня 2015 г.). – Тверь : Тверская ГСХА, 2015. – С. 44–47.
12. Alternative preservation method against *Sclerotium tuber rot* of Jerusalem artichoke using natural essential oils / K.M. Ghoneem, W.I.A. Saber, A.A. El-Awady, Y.M. Rashad, A.A. Al-Askar // *Phytoparasitica*. – 2016. – Vol. 44 (3). – Pp. 341–352. DOI: 10.1007/s12600-016-0532-3.
13. Bach V. Production of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Impact on Inulin and Phenolic Compounds (Book Chapter, pp. 97–102) / V. Bach, M.R. Clausen, M. Edelenbos // *Processing and Impact on Active Components in Food*. – Academic Press, 2015. – 724 p.
14. Clove essential oil for controlling white mold disease, sprout suppressor and quality maintainer for preservation of Jerusalem artichoke tubers / K.M. Ghoneem, W.I.A. Saber, A.E.-A. Aml, Y.M. Rashad, A.A. Al-Askar // *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. – 2016. – Vol. 26 (3). – Pp. 601–608.
15. Development of Fruit Jams and Juices Enriched with Fructooligosaccharides / S. Davim, S. Andrade, S. Oliveira, A. Pina, M.J. Barroca, R.P.F. Guiné // *International Journal of Fruit Science*. – 2015. – Vol. 15 (1). – Pp. 100–116.
16. Fructan stability in strawberry sorbets in dependence on their source and the period of storage / K. Topolska, A. Filipiak-Florkiewicz, A. Florkiewicz, E. Cieslik // *European Food Research and Technology*. – 2017. – Vol. 243 (4). – Pp. 701–709. DOI:10.1007/s00217-016-2783-0.
17. Ibaruren L. Harvest time effect on horticultural quality of topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) kept in the soil or in cold storage [Efecto del momento de cosecha sobre la calidad hortícola de tubérculos de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) conservados a campo y en cámara frigorífica] / L. Ibaruren, C. Reborá, M. Alberto // *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. – 2018. – Vol. 50 (1). – Pp. 61–71.
18. Jerusalem artichoke tuber flour as a wheat flour substitute for biscuit elaboration / A. Díaz, R. Bomben, C. Dini, S.Z. Viña, M.A. García, M. Ponzí, N. Comelli // *LWT – Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 108. – Pp. 361–369. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.082.
19. Spitters C.J.T. Modelling crop growth and tuber yields in *Helianthus tuberosus*, in Topinambour (Jerusalem Artichoke) / C.J.T. Spitters // Report EUR 11855, Grassi, G. and Gosse, G. Eds. – Commission of the European Communities. – Luxembourg, 1988. – Pp. 29–35.
20. Submerged fermentation of Jerusalem artichoke pulp and extract by *Lactobacillus* / V.I. Panfilov, B.A. Karetkin, T.V. Guseva, J. Averina, M. Soldatenok // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying, Geology and Mining Ecology Management – SGEM 2017 (29 June – 5 July, 2017). – 2017. – Vol. 17 (61). – Pp. 1065–1070. DOI: 10.5593/sgem2017/61/S25.139.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александра Анатольевна Манохина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Оксана Анатольевна Старовойтова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Россия, Московская область, e-mail: agronir2@mail.ru.

Виктор Иванович Старовойтов – доктор технических наук, профессор, зав. отделом технологии и инновационных проектов, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Россия, Московская область, e-mail: agronir1@mail.ru.

Жасур Жуманазарович Аллаяров – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Дата поступления в редакцию 12.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksandra A. Manokhina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Farm Machinery, Russian Timiryazev State Agrarian University, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Oksana A. Starovoitova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Technology and Innovation Projects Department, Russian Potato Research Center, Russia, Moscow Oblast, e-mail: agronir2@mail.ru.

Viktor I. Starovoitov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Technology and Innovation Projects Department, Russian Potato Research Center, Russia, Moscow Oblast, e-mail: agronir1@mail.ru.

Zhasur Zh. Allayarov, Postgraduate Student, the Dept. of Farm Machinery, Russian Timiryazev State Agrarian University, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Received July 12, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

**Александр Иванович Илларионов
Алексей Леонидович Лукин
Кирилл Сергеевич Соболев**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведённых в 2017–2019 гг. в условиях Центрального Черноземья с целью определения эффективности использования комбинированных гербицидов, созданных на основе комбинации действующих веществ имазамокс + имазапир: Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л). Опыт закладывали на участке производственного посева гибрида подсолнечника НК Неома, устойчивого к имидазолинонам (производитель – компания «Сингента»). Для ограничения вредоносности сорной растительности посевы подсолнечника обрабатывали гербицидами в фазе 4–6 листьев подсолнечника, 1–3 листьев однолетних злаковых сорных растений и 2–4 листьев однолетних двудольных. Мониторинг засорённости подсолнечника осуществляли по общепринятой методике. Видовой состав и численность сорных растений на опытных делянках определяли перед опрыскиванием растений гербицидом, через 30 и 45 дней после, а также перед уборкой урожая. При обследовании посевов учитывали все виды сорняков. Биологическую эффективность гербицида определяли по снижению численности сорных растений в сравнении с контролем. Учёт урожая осуществлялся сплошным методом. Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом. Биологическая эффективность препаратов Евро-Ленд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК против злаковых и двудольных сорняков в течение всего периода наблюдения составила соответственно 73–88 и 86–100%. Применение для химической прополки подсолнечника гербицидов Евро-Ленд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК позволило ограничить численность сорных растений и получить урожай семян культуры соответственно 25 и 29 ц/га (в среднем за три года). Показатели экономической эффективности ограничения численности и вредоносности сорных растений гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК превысили аналогичные показатели препарата Евро-Ленд, ВРК (условно чистый доход – на 25,5%, уровень рентабельности – на 21%), несмотря на более высокие материально-денежные затраты (20221,9 против 19512,0 руб./га).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подсолнечник, гербициды, сорные растения, биологическая эффективность, экономическая эффективность.

EFFICIENCY OF HERBICIDES IN THE SYSTEM OF INTEGRATED PROTECTION OF SUNFLOWER CROPS FROM WEED VEGETATION IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

**Alexander I. Illarionov
Alexei L. Lukin
Kirill S. Sobolev**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of research performed in 2017-2019 in the conditions of the Central Chernozem Region in order to determine the efficiency of combined herbicides created on the basis of combination of imazamox + imazapyr as active ingredients, i.e. Euro-Lightning SL (33+15 g/L) and Euro-Land SL (33+15 g/L). The experiment was laid at the site of production seeding of NK Neoma sunflower hybrid resistant to imidazolinones (manufactured by Syngenta). In order to limit the harmfulness of weeds sunflower crops were treated with herbicides in the phase of 4–6 sunflower leaves, 1–3 leaves of annual cereal weeds, and 2–4 leaves of annual dicotyledons. Sunflower infestation was monitored according to the conventional method. The number and species composition of weeds in the experimental plots were determined before spraying the plants with herbicide, 30 and 45 days post-treatment, and also before harvesting. All types of weeds were recorded during crops monitoring. The biological efficiency of herbicide was determined by the decrease in the number of weeds compared to control. Crop inventory was kept using the method of continuous reading. Yield data was statistically

processed using the dispersion method. The biological efficiency of Euro-Land SL and Euro-Lightning SL preparations against cereal and dicotyledonous weeds during the entire period of monitoring was 73–88% and 86–100%, respectively. The use of Euro-Land SL and Euro-Lightning SL herbicides for chemical weeding of sunflower allowed limiting the number of weeds and obtaining the yield of crop seeds of 25 and 29 c/ha, respectively (on average over three years). In terms of economic efficiency of limiting the number and harmfulness of weeds Euro-Lightning SL herbicide was superior to Euro-Land SL (net operating income was higher by 25.5%, and the level of profitability was higher by 21%) despite higher material and monetary costs (20221.9 rubles/ha compared to 19512.0 rubles/ha).

KEYWORDS: sunflower, herbicides, weed vegetation, biological efficiency, economic efficiency.

Введение

Подсолнечник является основной масличной культурой в Российской Федерации, а в мире – третьей по значимости после сои и арахиса. Более 52% семян подсолнечника в мире производятся в двух странах – Украине и России.

Важнейшими звеньями современной технологии выращивания подсолнечника являются:

- использование высокопродуктивных гибридов и сортов;
- система обработки почвы;
- система применения удобрений;
- посев и формирование оптимальной густоты стояния растений;
- ограничение численности и вредоносности сорных растений, фитофагов и фитопатогенов в конкретной природно-климатической зоне.

Рост и развитие подсолнечника в значительной степени зависят от плотности популяций сорных растений, произрастающих в агроценозе. Система защиты от сорной растительности должна отвечать современным требованиям и включать необходимые земледельческие, растениеводческие и технологические мероприятия, при помощи которых можно снизить засорённость полей.

Формы вредоносности сорных растений разнообразны. Культурные и сорные растения конкурируют за абиотические и биотические факторы. В среднем на 1 га посевов сельскохозяйственных культур сорняки выносят 46 кг питательных веществ [9]. Имея мощную корневую систему, они поглощают значительное количество воды, в результате чего задерживается рост и развитие культурных растений [1].

Установлены потери урожая подсолнечника в зависимости от плотности популяций сорных растений в посевах культуры [1]. Определены потери урожая подсолнечника и от влияния отдельных видов сорняков, присутствующих в посевах этой культуры. Так, потери урожая семян подсолнечника от одного растения бодяка полевого на 1 м² составляют примерно 0,94 ц/га, от одного растения щетинника или ежовника обыкновенного – 0,23 ц/га. При сложном типе засорённости посевов в зависимости от состава сорных растений потери от 1 экз./м² колеблются от 0,15 до 0,54 ц/га [10]. В этой связи ограничение численности и вредоносности сорной растительности различными приёмами и средствами является необходимым элементом технологии возделывания культуры.

Научными исследованиями и практикой производства различных сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника, показано, что ограничить плотность популяций сорных растений до экономически незначимых пределов без применения гербицидов невозможно [1].

В настоящее время химический метод защиты постоянно совершенствуется в сторону минимализации стресса для растений защищаемой культуры и улучшения экологической ситуации окружающей среды. Ведётся постоянный поиск новых гербицидов и их комбинаций, которые отличались бы низкой фитотоксичностью и высокой эффективностью в борьбе с сорняками, а также обладали низкой резистентностью.

Целью проведённых исследований являлось совершенствование системы ограничения численности и вредоносности сорных растений при выращивании подсолнечника в условиях Центрального Черноземья.

Методика исследований

Исследования проводили в 2017–2019 гг. на полях ООО «Феникс» Каменского района Воронежской области при выращивании гибрида подсолнечника НК Неома, устойчивого к имидазолинонам (производитель – компания «Сингента»).

Использовали комбинированные гербициды, созданные на основе комбинации действующих веществ имазамокс + имазапир:

- Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), регистрант – БАСФ Агрокемикал Продактс Б.В.;
- Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л), регистрант – ООО «Яровит».

Опыт закладывали на участке производственного посева подсолнечника.

Почва опытного участка – чернозём типичный среднесиловой с содержанием гумуса 5% (в среднем), по механическому составу почвы глинистые. Размер делянок составлял 30 м², повторность – трёхкратная.

Экспериментальные исследования проводили по следующей схеме.

1. Контроль – без обработки.
2. Обработка растений подсолнечника способом опрыскивания препаратом Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л), норма применения – 1,2 л/га.
3. Обработка растений подсолнечника способом опрыскивания препаратом Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), норма применения – 1,2 л/га.

Посевы обрабатывали гербицидами методом опрыскивания в фазе 4–6 листьев подсолнечника. В это время однолетние злаковые сорные растения находились в фазе 1–3 листьев, а однолетние двудольные – 2–4 листьев. Для внесения гербицидов в агроценоз использовали ранцевый опрыскиватель. Норму расхода рабочей жидкости гербицидов определяли из расчёта 250 л/га.

Мониторинг засорённости подсолнечника осуществляли по общепринятой методике. Видовой состав и численность сорных растений опытных делянок определяли перед опрыскиванием растений гербицидом, через 30 и 45 дней после него, а также перед уборкой урожая. При обследовании посевов учитывали все виды сорняков.

Для оценки уровня засорённости посевов по числу сорняков на 1 м² использовали 5-балльную шкалу:

- 1 балл (до 5 экз./м²) – очень слабая;
- 2 балла (6–15 экз./м²) – слабая;
- 3 балла (16–50 экз./м²) – средняя;
- 4 балла (51–100 экз./м²) – сильная;
- 5 баллов (более 100 экз./м²) – очень сильная [9].

Биологическую эффективность гербицида определяли по снижению численности сорных растений в сравнении с контролем по формуле

$$C = 100 - \frac{B_0}{A_0} \cdot 100 \cdot \frac{a_k}{b_k},$$

где С – биологическая эффективность гербицида, %;

А₀ – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в опытном варианте;

а_к – число сорных растений на 1 м² до применения гербицида (первый учёт, или исходная засорённость) в контрольном варианте;

В₀ – число сорных растений на 1 м² в опытном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах);

в_к – число сорных растений на 1 м² в контрольном варианте после применения гербицида (при втором и последующих учётах).

Учёт урожая осуществлялся сплошным методом. Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом [4].

Результаты и их обсуждение

Результаты обследований посевов подсолнечника свидетельствуют об относительно постоянном видовом составе сорной растительности (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав и численность сорняков в посевах подсолнечника, экз./м² (перед опрыскиванием растений гербицидами)

Виды сорных растений	Год			ЭПВ, [*] экз./м ²
	2017	2018	2019	
Яровые ранние				
Марь белая <i>Chenopodium album</i> L.	15,0	13,0	23,0	4–5
Горец вьюнковый <i>Polygonum convolvulus</i> L.; <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	4,0	5,0	8,0	2–3
Пикульник обыкновенный, жабрей <i>Galeopsis tetrahit</i> L.	6,0	7,0	6,0	-
Пикульник красивый <i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	4,0	6,0	9,0	-
Горчица полевая <i>Sinapis arvensis</i> L.	7,0	8,0	7,0	-
Яровые поздние				
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	8,0	10,0	19,0	2–3
Щетинник зелёный <i>Setaria viridis</i> L. Beauv.	40,0	45,0	35,0	4–5
Просо куриное <i>Echinochloa crusgalli</i> L.	17,0	15,0	20,0	5–10
Многолетние корнеотпрысковые				
Осот жёлтый (полевой) <i>Sonchus arvensis</i> L.	1,3	1,0	0,5	2
Многолетние корневищные				
Молочай лозный <i>Euphorbia waldesteinii</i> (Sojak) Czer.	4,0	6,0	2,0	1–2
Молочай пашенный <i>Euphorbia agraria</i> M. Bieb.	2,6	3,0	-	-

Примечание: ЭПВ (экономический порог вредоносности) определяли в соответствии с [11].

В составе популяций сорной компоненты присутствуют различные группы растений:

- однолетние двудольные и злаковые;
- многолетние корнеотпрысковые;
- многолетние корневищные.

По суммарной численности засорённость характеризуется как «очень сильная». Плотность популяций видов сорных растений превышает их экономический порог вредоносности.

В целом погодные условия вегетационных периодов были относительно благоприятными для роста и развития как подсолнечника, так и сорных растений.

В посевах подсолнечника выявлены виды сорных растений, относящиеся к разным ботаническим классам и биологическим группам – однодольные и двудольные, однолетние яровые ранние и яровые поздние, многолетние корневищные и корнеотпрысковые. Структура сорной компоненты подсолнечника представлена в таблице 2.

Таблица 2. Структура сорной компоненты в посевах подсолнечника в 2017–2019 гг., %

Биологические группы сорных растений	Год		
	2017	2018	2019
Яровые ранние, всего	33,0	32,8	40,9
Яровые поздние, всего	59,6	58,8	57,1
в том числе:			
однодольные	52,3	50,4	42,5
двудольные	7,3	8,4	14,6
Многолетние корнеотпрысковые	1,2	0,84	0,4
Многолетние корневищные	6,0	7,56	1,54

Перед проведением обработки растений гербицидами более половины численности сорных растений составляли представители группы яровых поздних видов, при этом основная доля в структуре группы приходилась на популяции однодольных видов. Наиболее многочисленными видами в этой группе сорных растений в течение трёх лет исследований были щетинник зелёный (более 61%) и просо куриное (в среднем 26%). Двудольные виды в этой группе представляла щирица запрокинутая, доля которой по годам учёта находилась в пределах 12–25,7%.

Группа яровых ранних сорняков по сравнению с поздними была менее многочисленной: их доля в общей засорённости составляла в 2017, 2018 и 2019 гг. соответственно 33,0%, 32,8 и 40,9%. Эта группа сорных растений представлена только двудольными растениями, из которых марь белая была наиболее распространённой: в 2017 г. – 41,7%, в 2018 г. – 33,3, в 2019 г. – 43,4%. В структуре сорной флоры в посевах подсолнечника присутствовали и представители многолетних корневищных видов (виды молочаев) с долей численности от 1,5 до 7,6%, а также многолетних корнеотпрысковых (осот полевой) с долей численности менее одного процента.

В современных условиях ограничение численности и вредоносности сорных растений является одним из основных элементов управления фитосанитарным состоянием агроценозов. Наиболее полносистемный подход в борьбе с сорняками реализуется при интегрированной защите культуры, предусматривающей как профилактические, так и оперативные приёмы и средства.

Из профилактических (предупредительных) приёмов большое значение имеют мероприятия, обеспечивающие очистку посевного материала от семян сорняков, ограничение сорной растительности на необрабатываемых землях, а также агротехнические приёмы возделывания культуры, направленные на снижение плотности популяций видов сорной растительности как до посева, так и в период вегетации культуры.

Основу в регулировании численности сорных растений составляет севооборот [1, 7]. Установлено, что уровень плотности популяций сорных растений в севооборотных посевах по сравнению с бессменными снижается в 2–6 раз [1].

В системе защиты подсолнечника от сорных растений важное место отводится обработке почвы. С учётом видового состава сорных растений и его структуры применяются различные способы зяблевой подготовки почвы, которые обеспечивают снижение засорённости посева подсолнечника в 1,5–2,5 раза по сравнению с обычной зябью. При смешанном засорении более эффективен улучшенный способ, предусматривающий проведение двух механических обработок почвы до вспашки.

В зависимости от видового состава сорных растений и их численности разработаны и широко применяются на практике различные схемы защиты подсолнечника с помощью гербицидов. С позиций экономической целесообразности и экологической безопасности гербициды необходимо применять тогда, когда возможности агротехнических и других приёмов уже исчерпаны.

Эффективное подавление сорных растений обеспечивает правильный выбор, своевременное и качественное применение гербицидов различного спектра действия, адекватного характеру засорённости подсолнечника.

Ограничение плотности популяций многолетних сорняков, как правило, целесообразнее вести в паровом поле с помощью гербицидов неизбирательного действия на основе действующего вещества *глифосат*. Применение препаратов этой группы позволяет подавить физиологические функции не только надземных органов и тканей, но и корневой системы.

Для ограничения плотности популяций самых многочисленных и разнообразных по видовому составу групп однолетних двудольных и злаковых сорняков зарегистриро-

ваны гербициды различных химических групп [2, 6], которые предназначены для опрыскивания почвы до посева или до всходов культуры.

Наиболее распространены такие гербициды, как:

- *диметенамид-Р* в форме препаратов Фронтьер Оптима, КЭ (720 г/л); Блокпост, КЭ (720 г/л); Эталон, КЭ (720 г/л); Дифронт, КЭ (720 г/л) при норме расхода 0,8–1,2 л/га;

- *С-метолахлор* в форме препаратов Авангард, КС (960 г/л); Анаконда, КЭ (960 г/л); Дуал Голд, КЭ (960 г/л); Симба, КЭ (960 г/л) и др. при норме расхода 1,3–1,6 л/га;

- *прометрин* в форме препаратов Гезагард, КС (500 г/л); Гонор, КС (500 г/л); Прометрин, СК (500 г/л) и др. при норме расхода 2,0–3,5 л/га;

- *пендиметалин* в форме препаратов Стомп Профессионал, МКС (455 г/л), норма расхода 2,2–4,35 л/га; Кобра, КЭ (330 г/л) при норме расхода 3,0–6,0 л/га; Эстамп, КЭ (330 г/л) при норме расхода 3,0–6,0 л/га;

- *пендиметалин + диметенамид-Р* в форме препарата Винг-П, КЭ (250 + 212,5 г/л) при норме расхода 2–4 л/га;

- *флумиоксазин* в форме препарата Пледж, СП (500 г/кг), опрыскивание почвы которым осуществляют сразу после посева культуры или в течение 2–3 дней после этого (0,1–0,12 кг/га);

- *пропизохлор* в форме препаратов Пронто, КЭ (720 г/л) и Пропонит, КЭ (720 г/л) при норме расхода 2–3 л/га;

- *С-метолахлор + тербутилазин* в форме препаратов Гардо Голд, КС (312,5 + 187,5 г/л); Киборг, КС (312,5 + 187,5 г/л); Камелот, СЭ (312,5 + 187,5 г/л) и др. при норме расхода 3–4 л/га.

Вместе с тем хорошо известно, что почвенные гербициды проявляют свою активность главным образом в отношении проростков сорных растений, появление которых напрямую зависит от уровня влажности верхнего слоя почвы. В зоне неустойчивого увлажнения, к которой относится и Центральное Черноземье, в отдельные годы существует риск отсутствия эффекта проявления гербицидной активности от почвенных гербицидов из-за недостаточного количества влаги в верхнем слое почвы.

Не решается полностью проблема засорённости посевов подсолнечника и при опрыскивании почвы гербицидами данной группы до всходов культуры, поскольку всходы подсолнечника, как правило, появляются раньше, чем всходы группы поздних яровых сорняков. В связи с этим значительная доля мероприятий по защите культуры от сорной растительности химическими средствами сосредоточивается на поле подсолнечника в период вегетации культуры.

Для уничтожения сорных злаков имеется большой ассортимент высокоэффективных граминицидов [2, 6], разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Для ограничения плотности популяций однолетних и многолетних злаковых сорняков рекомендованы как однокомпонентные, так и комбинированные гербициды.

Зарегистрированы следующие однокомпонентные гербициды:

- *клетодим* в форме препаратов Селектор, КЭ (240 г/л); Селект, КЭ (120 г/л); Центурион, КЭ (240 г/л); Злактерр, КЭ (240 г/л) для опрыскивания сорных растений в период их активного роста (в фазе 2–6 листьев) при нормах расхода 0,2–0,4 и 0,7–1,0 л/га соответственно против однолетних и многолетних;

- *хизалофоп-П-этил* в форме препарата Тарга Супер, КЭ (51,6 г/л) для опрыскивания сорных растений в период их активного роста (в фазе 2–4 листьев) при нормах расхода 0,75–1,5 и 1,5–2,5 л/га соответственно против однолетних и многолетних;

- *флуазифоп-II-бутил* в форме препарата Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л) для опрыскивания сорных растений при нормах расхода 0,75–1,0 л/га против однолетников и 1,5–2,0 л/га против пырея ползучего; а также препаратов Фюзилад Супер, КЭ (125 г/л) и Легионер, КЭ (150 г/л) для опрыскивания только однолетних злаков при нормах расхода соответственно 1,0–1,5 и 0,75–1,0 л/га;

- *галаксифоп-P-метил* в форме препаратов Галактик Супер, КЭ (104 г/л); Галактион, КЭ (104 г/л); Соната Супер, КЭ (104 г/л) и др. для опрыскивания сорняков в период их активного роста (в фазы от 2–6 листьев до кущения однолетников, а пырея ползучего – при высоте 10–15 см) при нормах расхода 0,5 и 1,0 л/га соответственно против однолетников и многолетних.

Для этой же цели также разрешено применение таких однокомпонентных гербицидов, как:

- *циклоксидим* в форме препарата Стратос Ультра, КЭ (100 г/л) для опрыскивания посевов по вегетирующим сорнякам начиная с фазы 2 листьев до конца фазы кущения и при высоте пырея ползучего 10–15 см (независимо от фазы развития подсолнечника) при норме расхода 1–2 л/га;

- *пропаквизафоп* в форме препарата Шогун, КЭ (100 г/л) при нормах расхода 0,6–0,8 и 1,0–1,2 л/га соответственно против однолетних и многолетних сорняков.

Что касается комбинированных гербицидов, то в настоящее время разрешено применение следующих:

- *клетодим + хизалофоп-n-этил* в форме препарата Лигат, КЭ (150 + 65 г/л) при нормах расхода 0,4–0,6 и 0,6–0,8 л/га соответственно против однолетников и многолетних, а также препарата Эволюшн, КЭ (140 + 70 г/л) при норме расхода 0,35–0,5 л/га против однолетних.

Гербицид *клетодим + галаксифоп-P-метил* в форме препарата Квикстеп, МКЭ (130 + 80 г/л) разрешено применять с регламентами против однолетних и многолетних сорных растений при нормах расхода соответственно 0,4 и 0,8 л/га. Эта группа гербицидов обладает не только высокой степенью селективности, но и достаточно длительным периодом их возможного внесения в агроценоз – от всходов сорняков до фазы 5–6 листьев. Это позволяет разовой обработкой полностью уничтожить весь спектр разновозрастных однодольных сорных растений.

Вместе с тем при смешанном типе засорения одними граминицидами проблема очистки посевов от сорных растений также не решается. Ограничение численности и вредоносности *однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков* возможно применением гербицидов в период вегетации культуры. После появления всходов подсолнечника в фазы от 2–4 до 6–8 настоящих листьев культуры и в ранние фазы роста сорняков (2–4 листа) разрешено применение *трибенурон-метила* в форме препарата Гранд Плюс, ВДГ (750 г/кг) при норме расхода 0,025–0,05 л/га для подсолнечника, устойчивого к препарату.

В наших опытах мы изучали эффективность гербицидов, которые применяются при выращивании подсолнечника по системе Clearfield. В этой технологии наряду с использованием соответствующих гербицидов *имидазолиновой* группы для посева применяют гибриды, устойчивые к этим препаратам [3].

Проведёнными авторами исследованиями установлено, что применение гербицидов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л), содержащих одинаковые действующие вещества в равных концентрациях, но разных регистрантов, способом опрыскивания посевов подсолнечника в нормах расхода 1,2 л/га позволяет эффективно снижать засорённость посевов (табл. 3).

АГРОНОМИЯ

**Таблица 3. Биологическая эффективность гербицидов на подсолнечнике, %
(средние показатели за 2017–2019 гг.)**

Виды сорных растений	Численность сорняков после применения гербицидов, экз./м ²		
	перед обработкой	через 30 суток	через 45 суток
Контроль			
Марь белая	13,0	15,3	17,0
Горец вьюнковый	5,0	5,0	5,0
Пикульник обыкновенный, жабрей	7,0	8,0	9,0
Пикульник красивый	6,0	7,0	9,0
Горчица полевая	8,0	10,0	15,0
Щирица запрокинутая	10,0	12,0	12,0
Щетинник зелёный	35,0	36,1	37,0
Просо куриное	15,0	17,0	17,1
Осот жёлтый (полевой)	1,0	1,7	1,7
Молочай лозный	6,0	6,0	6,0
Молочай пашенный	3,0	3,0	3,0
Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)			
Марь белая	11,0	78	77
Горец вьюнковый	6,0	77	75
Пикульник обыкновенный, жабрей	6,0	77	76
Пикульник красивый	8,0	73	81
Горчица полевая	7,0	79	83
Щирица запрокинутая	8,0	70	77
Щетинник зелёный	32,0	86	86
Просо куриное	13,0	76	76
Осот жёлтый (полевой)	0,0	-	-
Молочай лозный	4,0	84	84
Молочай пашенный	2,0	88	88
Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)			
Марь белая	15,0	100	100
Горец вьюнковый	4,0	100	100
Пикульник обыкновенный, жабрей	8,0	100	100
Пикульник красивый	4,0	100	100
Горчица полевая	9,0	100	100
Щирица запрокинутая	12,0	100	100
Щетинник зелёный	38,0	100	100
Просо куриное	17,0	100	100
Осот жёлтый (полевой)	2,0	86	86
Молочай лозный	8,0	100	100
Молочай пашенный	4,0	100	100

Как следует из данных таблицы 3, в контрольном варианте наблюдался заметный рост численности сорных растений в течение 45 суток с момента учёта перед применением гербицидов. На двух других опытных делянках спустя 5–7 суток после применения препаратов Евро-Лэнд, ВРК и Евро-Лайтнинг, ВРК наблюдали угнетение физиологических функций сорных растений. Симптомы гербицидной активности проявлялись в виде обесцвечивания и побурения точек роста, а далее наступал хлороз и гибель сорняков. Полное отмирание некоторых видов сорняков отмечали через 2–3 недели после обработки. Молодые сорняки были более чувствительны к гербицидам. Уже через месяц после обработки в посевах подсолнечника отмечалось существенное снижение численности как однодольных, так и двудольных сорных растений.

Показатели биологической эффективности обоих гербицидов достигали максимальных значений через 30 суток после их применения, при этом достаточно заметна разница между препаратами. Особенно эффективное подавление сорных растений отмечалось в варианте с препаратом Евро-Лайтнинг, ВРК. Против однолетних двудольных и злаковых растений, а также многолетних корневищных сорняков биологическая эффективность этого гербицида достигала 100%. В отношении осота жёлтого (полевого) этот показатель составлял 86%.

В идентичных условиях эксперимента с гербицидом Евро-Лэнд, ВРК биологическая эффективность этого препарата против однолетних двудольных и злаковых растений, а также многолетних корневищных сорняков находилась в пределах 70–86%.

Данные последующих учётов через 45 суток после обработки и перед уборкой подсолнечника позволили выявить, что высокое гербицидное действие препаратов сохранялось вплоть до уборки культуры. Возможно, это обусловлено тем, что гербициды имидазолиновой группы при попадании в почву создают своего рода «экран» и тем самым сдерживают развитие проростков сорняков [2].

При визуальном осмотре растений подсолнечника гибрида НК Неома в период вегетации не выявлено фитотоксического влияния гербицидов, задержки роста и развития растений культуры по сравнению с растениями контрольного варианта.

Уровень биологической эффективности гербицидов во многом определил и показатель хозяйственной эффективности (табл. 4).

Таблица 4. Хозяйственная эффективность применения гербицидов на посевах подсолнечника (средние показатели за 2017–2019 гг.)

Варианты опыта	Норма применения, л/га	Среднее значение урожайности, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га
Контроль	-	18	-
Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)	1,2	25	7
Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)	1,2	29	11
НСР _{0,95} = 2,28 ц/га			

Анализ данных таблицы 4 позволяет сделать заключение, что величина сохранённого урожая за счёт применения гербицидов достоверно отличается не только от контрольного варианта, но и между вариантами опытов с гербицидами. Существенность различий урожайных данных по вариантам опытов подтверждена расчётом наименьшей существенной разности (НСР).

Расчёт экономической эффективности (табл. 5) выполнен в соответствии с существующими рекомендациями [8].

Таблица 5. Экономическая эффективность применения гербицидов на подсолнечнике (средние показатели за 2017–2019 гг.)

Показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Евро-Лэнд, ВРК (33 + 15 г/л)	Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л)
Урожайность, ц/га	18	25	29
Цена зерна подсолнечника, тыс. руб./т	18 000	18 000	18 000
Стоимость зерна подсолнечника, руб./га	32 400	45 000	52 200
Материально-денежные затраты, руб./га	14568,6	19512,0	20221,9
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	809,4	780,5	697,3
Условно чистый доход, руб./га	17831,4	25488,0	31978,1
Уровень рентабельности, %	122,4	130,6	158,1

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что применение гербицидов для химической прополки подсолнечника является экономически выгодным мероприятием: позволяет снизить себестоимость основной продукции, повысить условно чистый доход и уровень рентабельности производства культуры. Вместе с тем взятые в исследование препараты неравноценны по своей экономической эффективности в химической прополке подсолнечника.

Так, использование препарата Евро-Ленд, ВРК для ограничения численности и вредоносности сорных растений является экономически менее выгодным, чем применение препарата Евро-Лайтнинг, ВРК, и это несмотря на заметно меньшие материально-денежные затраты при использовании при выращивании подсолнечника препарата Евро-Ленд, ВРК. Даже при более высоких материально-денежных затратах при использовании препарата Евро-Лайтнинг, ВРК получены более высокие показатели экономической эффективности за счёт лучших показателей биологической и хозяйственной эффективности. На рубль затрат, связанных с производством зерна подсолнечника по технологии Clearfield с гербицидом Евро-Ленд, ВРК, было получено 130,6 руб. чистой прибыли при себестоимости основной продукции, равной 780,5 руб./ц, тогда как при использовании препарата Евро-Лайтнинг, ВРК эти показатели составили соответственно 158,1 и 697,3 руб.

Выводы

1. Эффективное ограничение численности и вредоносности популяций сорных растений в посевах подсолнечника, даже при сложной степени засорённости, достигается применением современных химических средств.

2. Показатели биологической эффективности против злаковых и двудольных сорняков препаратов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) в течение всего периода наблюдения составили соответственно 73–88 и 86–100%.

3. Применение для химической прополки подсолнечника гербицидов Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л) и Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) позволило ограничить численность сорных растений и получить урожай семян культуры соответственно 25 и 29 ц/га (в среднем за три года).

4. Показатели экономической эффективности ограничения численности и вредоносности сорных растений гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК (33 + 15 г/л) превышают аналогичные показатели препарата Евро-Ленд, ВРК (33 + 15 г/л): условно чистый доход – на 25,5%, уровень рентабельности – на 21%, несмотря на более высокие материально-денежные затраты (20221,9 против 19512,0 руб./га).

Библиографический список

1. Баздырев Г.И. Земледелие : учебник / Г.И. Баздырев. – Москва : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2013. – 608 с.
2. Илларионов А.И. Современные методы защиты растений : учеб. пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 307 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf> (дата обращения: 02.06.2020).
3. Илларионов А.И. Сравнительная эффективность гербицидов на посевах подсолнечника / А.И. Илларионов, К.С. Соболев // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития. Юбилейный сборник научных трудов : матер. международной науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий факультета агрономии, агрохимии и экологии (Россия, г. Воронеж, 24 сентября 2019 г.) ; под общей ред. проф. В.А. Федотова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – С. 235–241.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
5. Семьнина Т.В. Технология защиты подсолнечника от вредных организмов в условиях ЦЧЗ : монография / Т.В. Семьнина, И.Н. Разумейко, М.М. Наумов. – Воронеж : [б. и.], 2015. – 134 с.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации, 2019 год : справочное издание. – Москва : [б. и.], 2019. – 848 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений», № 4, 2019 г.
7. Справочник агронома (Центрально-Чернозёмный регион) : учеб. пособие / Г.В. Коренев и др. ; под ред. Г.В. Коренева. – 2-е изд., доп. и перераб. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1996. – 314 с.
8. Справочник по защите растений / В.А. Захаренко и др. ; под ред. Ю.Н. Фадеева. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 414 с.
9. Фитосанитарная диагностика / А.Ф. Ченкин, В.А. Захаренко, Г.С. Белозерова и др. ; под ред. А.Ф. Ченкина. – Москва : Колос, 1994. – 320 с.
10. Хрюкина Е.И. Целесообразность применения гербицидов при возделывании подсолнечника в ЦЧР / Е.И. Хрюкина, Е.И. Колесникова // Фитосанитарное оздоровление экосистем : матер. Второго Всероссийского съезда по защите растений : в 2 т. (Россия, г. Санкт-Петербург-Пушкин, ВИЗР, 05–10 декабря 2005 г.). – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2005. – Т. 2. – С. 417–418.
11. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур : справочник / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.Г. Михина. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Иванович Илларионов – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

Алексей Леонидович Лукин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: A.L.Loukine@vsau.ru.

Кирилл Сергеевич Соболев – магистрант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kirill.sobolev@agrosoros.ru.

Дата поступления в редакцию 17.07.2020

Дата принятия к печати 02.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexander 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, Russia, Voronezh, e-mail: Illarionov-Alexandr@yandex.ru.

Alexei L. Lukin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: A.L.Loukine@vsau.ru.

Kirill S. Sobolev, Master's Degree Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kirill.sobolev@agrosoros.ru.

Received July 17, 2020

Accepted after revision September 02, 2020

СОРТА ЛЮЦЕРНЫ И КОСТРЕЦА, СОЗДАННЫЕ ДЛЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА РФ

Владимир Николаевич Золотарев¹
Галина Васильевна Степанова¹
Владимир Николаевич Образцов²
Сергей Владимирович Сапрыкин³
Иосиф Семенович Иванов³
Наталья Вениаминовна Сапрыкина³
Раиса Митрофановна Лабинская³

¹Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

³Воронежская опытная станция по многолетним травам – филиал ФГБНУ

«Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»

Исследования по созданию новых сортов многолетних трав проводили в 1987–2012 гг. на полях Воронежской опытной станции – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Основное внимание обращали на продуктивность кормовой массы и семян, интенсивность отрастания, равномерность распределения кормовой массы по циклам использования, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам и др. Погодные условия в период исследований были различными, что позволило объективно оценить полученные результаты. Созданы сорта люцерны изменчивой и костреца безостого с высокой урожайностью и устойчивостью к засушливым условиям лесостепи ЦЧР. Люцерна сорта Вела сохраняет своё продуктивное долголетие в течение 5 лет, обеспечивая средний сбор кормовой массы 38,3 т/га. Основная особенность костреца безостого сорта Воронежский 17 – пониженная агрессивность к люцерне при их совместном выращивании, что позволяет формировать кострецово-люцерновые травосмеси сравнительно длительного пользования (4–6 лет). В среднем за 4 года пользования получили 146,9 ц/га зелёной массы травосмеси костреца безостого сорта Воронежский 17, в которой содержалось 7,49 т/га люцерны. Снижение доли люцерны в травосмеси с кострецом сорта Воронежский 17 происходило медленно с 70 и 69% в первые 2 года пользования до 51% на 4-й год. Содержание люцерны в травосмеси с кострецом сорта Павловский 22/05 снижали с 1-го по 4-й год постепенно в следующей убывающей последовательности: 63 – 41 – 19 – 16%. В одновидовом посеве в сухом веществе костреца безостого сорта Воронежский 17 среднее содержание сырого протеина и сырой клетчатки составило 11,59 и 27,9%, а в травосмеси – соответственно 14,4 и 30,7%. Показатели сорта Павловский 22/05 в одновидовом посеве были 11,49 и 29,5%, в травосмеси – 13,66 и 31,6%. Средняя урожайность семян сорта Воронежский 17 достигала 410 кг/га, сорта Павловский 22/05 – 320 кг/га.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сорта, люцерна изменчивая, кострец безостый, засухоустойчивость, травосмесь, продуктивное долголетие.

CULTIVARS OF ALFALFA AND AwnLES BROME CREATED FOR HIGHLY PRODUCTIVE AGROPHYTOCENOSES OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Vladimir N. Zolotarev¹
Galina V. Stepanova¹
Vladimir N. Obratsov²
Sergei V. Saprykin³
Joseph S. Ivanov³
Natalya V. Saprykina³
Raissa M. Labinskaya³

¹Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

³Voronezh Experimental Station for Perennial Grasses,

Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

Research on the creation of new cultivars of perennial grasses was performed in 1987–2012 in the fields of Voronezh Experimental Station, Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology. The main focus was placed on the productivity of forage mass and seeds, intensity of regrowth, uniformity of distribution of forage mass by the cycles of use, resistance to abiotic and biotic stresses, etc. The weather conditions during the study period were variable, which allowed for an objective evaluation of the obtained results. The newly-created cultivars of variegated alfalfa and awnless brome exhibit high productivity and resistance to the arid conditions of forest-steppe of the Central Chernozem Region. Vela alfalfa cultivar maintains its productive longevity for 5 years providing an average forage yield of 38.3 t/ha. The main feature of Voronezhsky 17 awnless brome cultivar is the reduced aggressiveness to alfalfa when grown together, which makes it possible to form brome-alfalfa mixed grass crop of relatively long-term use (4–6 years). Over 4 years of use an average yield of 146.9 c/ha of green mass of Voronezhsky 17 awnless brome cultivar was obtained containing 7.49 t/ha of alfalfa. A decrease in the proportion of alfalfa in Voronezhsky 17 awnless brome mixed crop occurred slowly from 70% and 69% within the first 2 years of use to 51% in the 4th year. The content of alfalfa in the mixed grass crop with Pavlovsky 22/05 brome cultivar was reduced from the 1st to the 4th year as follows: 63 – 41 – 19 – 16%. Dry matter of Voronezhsky 17 awnless brome cultivar contained an average of 11.59 and 27.9% of crude protein and crude fiber in single-crop sowing, and 14.4 and 30.7%, respectively, in mixed grass crop. The values for Pavlovsky 22/05 cultivar were 11.49 and 29.5% in single-crop sowing, and 13.66 and 31.6% in mixed grass crop. The average seed yield reached 410 kg/ha for Voronezh 17 cultivar and 320 kg/ha for Pavlovsky 22/05 cultivar.

KEYWORDS: cultivars, variegated alfalfa, awnless brome, drought resistance, mixed grass crop, productive longevity.

В Постановлении Правительства Российской Федерации № 717 от 14.07.2012 г. «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» в качестве основных целей развития сельского хозяйства Российской Федерации указаны следующие:

- обеспечение продовольственной независимости России в параметрах, заданных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации;
- ускоренное импортозамещение в отношении мяса, молока, овощей открытого и закрытого грунта, семенного картофеля и плодово-ягодной продукции;
- повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках [19].

В данном Постановлении обозначены объёмы и параметры финансового обеспечения по годам реализации (до 2025 г.), приведены целевые индикаторы и показатели, а также представлены направления (подпрограммы) развития сельского хозяйства.

Исходя из Постановления Правительства РФ в Воронежской области разработана региональная программа «Развитие сельского хозяйства Воронежской области на 2013–2020 годы», в которой одним из главных приоритетов записано «наращивание темпов в подотрасли скотоводства, создание условий для наращивания производства и импортозамещения мяса крупного рогатого скота и молочных продуктов; экологизация и биологизация агропромышленного производства на основе применения новых технологий в растениеводстве; переход на посев перспективными высокоурожайными сортами и гибридами отечественного производства. ... Предусматриваются разработка современных агротехнологий и проектирование систем адаптивно-ландшафтного земледелия и воспроизводства плодородия почв». В подпрограмме «Развитие мясного скотоводства» отмечается, что гарантом развития этого направления сельскохозяйственного производства Воронежской области «являются огромные естественные кормовые угодья, апробированная малозатратная интенсивно-пастбищная технология мясного скотоводства» [18].

Таким образом, перед производством и наукой агропромышленного комплекса Воронежской области поставлена задача создания высокоэффективной кормовой базы животноводства на основе использования новых сортов и агротехнологий.

В Центрально-Чернозёмном регионе основным источником получения кормов является полевой севооборот с высокой долей насыщения многолетними злаковыми и

бобовыми травами. Для производства кормов ежегодно выделяется 2,5–3,5 млн га пахотных земель [9, 17, 25].

Многолетние травы в условиях лесостепной природно-климатической зоны обеспечивают получение 5–6 тыс. корм. ед./га без полива и 8–10 тыс. – при орошении. По сбору питательных веществ с единицы площади они занимают одно из ведущих мест среди всех кормовых культур. Корма, приготовленные на их основе, в оптимальных соотношениях содержат все необходимые питательные вещества, хорошо усваиваются. При возделывании многолетних трав отсутствуют ежегодные затраты на основную обработку почвы, закупку посевного материала и посев, что значительно снижает себестоимость производства кормов. Травы способствуют повышению плодородия почвы и улучшают её структуру [25].

Установлено, что благодаря хорошо развитой корневой системе многолетние травы укрепляют почву, превращая её верхний слой в пласт, который не подвержен разрушению водой или ветром [1, 2, 12]. Более выраженным положительным действием характеризуются бобовые виды трав. При возделывании бобово-злаковых смесей многолетних трав, наряду с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота возрастают. Кроме накопления азота бобовым компонентом злаковый компонент одновременно создаёт и оставляет в почве большую массу хорошо разветвлённой корневой системы. Корни и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и её гумусовый баланс, на азотный фонд почвы [2, 8].

Возделывание травосмесей многолетних трав на культурных сенокосах и пастбищах, в прифермских и почвозащитных севооборотах в условиях ЦЧР в сравнении с одновидовыми посевами имеет значительное преимущество в связи с более полным использованием солнечной энергии. По данным М.И. Ненарокова, в травосмесях растения в меньшей мере поражаются болезнями и вредителями, с меньшими потерями убираются на сено, превосходят одновидовые посева по урожайности, обеспечивают сравнительно равномерный выход корма по укосам и годам пользования, отличаются повышенным качеством корма, лучшей поедаемостью при пастбищном использовании, большей технологичностью при заготовке объёмистых кормов [16].

Результаты многочисленных исследований последних лет подтверждают выводы М.И. Ненарокова. Например, в Белоруссии на лёгких почвах наибольшую продуктивность при трёхукосном использовании сформировали бобово-злаковые травосмеси костреца безостого с люцерной – от 87 до 117 ц/га сухого вещества с содержанием сырого протеина 18,0–20,1% и обменной энергии 10,1–10,3 МДж/кг в зависимости от уровня минерального питания [3].

В условиях Красноярской лесостепи при двухукосном использовании по продуктивности выделились травосмеси люцерны с кострцом и тимофеевкой, а также эспарцета с кострцом и тимофеевкой. Сбор зелёной массы при использовании первой травосмеси по сумме двух укосов составил 19,97 т/га, урожайность сухого вещества – 5,3 т/га, энергопродуктивность – 55,6 ГДж/га, отавность – 80,0%, при использовании второй – соответственно 18,56 т/га, 5,1 т/га, 46,9 ГДж/га, 80,9% [2].

В северной лесостепи Зауралья в полевых исследованиях установлено, что люцерна в качестве бобового компонента обладает небольшим преимуществом над эспарцетом. В среднем за 8 лет исследований её урожайность была на 0,11 и 0,12 т/га выше в травосмесях соответственно с регнерией волокнистой и кострцом безостым. В качестве злакового компонента предпочтительнее оказался кострец [11].

В южной зоне Амурской области изучали влияние норм высева на продуктивность кострцово-люцерновой смеси. В опытах использовали кострец безостый сорта ВНИИС 54 и люцерну сорта Марусинская 425. Установили, что благодаря способности

к активному вегетативному размножению травостой злаков с возрастом почти не изреживался и продуктивность в течение 8 лет исследования не снижалась. В посевах костреца безостого и люцерны в среднем за 4 года исследований по вариантам содержание мятликовых культур достигало 60,3–70,0%, бобового компонента – 18,8–34,2% при 1,2–10,1% разнотравья без внесения удобрений. При внесении расчётных доз азотных и фосфорных удобрений более высокий удельный вес костреца безостого был в травосмеси с нормой высева «кострец безостый 18,2 + люцерна 9,6 кг/га» – 80,1%, а люцерны – в фитоценозе «кострец безостый 9,8 + люцерна 9,6 кг/га» – 21,5%. При интенсивном использовании бинарных фитоценозов самый высокий сбор урожая был получен в травосмеси «кострец безостый 18,2 + люцерна 9,6 кг/га» – 2,3 т/га, что на 10,9% превышало показатель контрольного варианта без внесения удобрений [2].

В Апанасенковском районе Ставропольского края улучшение стародавнего деградированного дерновинно-злакового фитоценоза проводили путём подсева люцерны изменчивой сорта Вега 87 и костреца безостого сорта Ставропольский 35 сеялкой СЗП-3,6 на глубину 3–5 см в третьей декаде марта – первой декаде апреля в предварительно обработанную дернину травостоя на глубину 10–12 см агрегатом БДТ-3. В результате этого агроприёма выход обменной энергии в сумме за 4 года был на уровне 119 ГДж/га, что в 3,8 раза выше, чем на исходном деградированном фитоценозе (контроль). Существенная прибавка валовой, обменной энергии, сухого вещества и протеина положительно отразилась на коэффициенте энергетической эффективности агроприёма, который был в 2,0 раза выше, чем на контроле. Величина условного чистого дохода на улучшенном травостое возросла в 6,9–8,9 раза [7].

Люцерну используют и при создании долголетних пастбищных агрофитоценозов. В 2006–2010 гг. на полях Воронежского госагроуниверситета проводили изучение травосмесей люцерны жёлтой (сорт Павловская 7), клевера ползучего (сорт Смена), лядвенца рогатого (сорт Солнышко) с фестулолиумом (сорт ВИК 90). Двойная травосмесь фестулолиум + люцерна жёлтая отличалась наибольшей продуктивностью (29,18–37,39 т/га зелёной массы), что в 1,3–1,6 раза превысило показатели вариантов с участием клевера ползучего и лядвенца рогатого. Особенно сильно проявилось преимущество на 4-й год жизни травостоя [9].

Прифермские культурные пастбища – это один из важнейших источников дешёвых и экологически безопасных объёмистых кормов, отвечающих всем зоотехническим требованиям. При использовании пастбищ в летний период снижается расход минеральных удобрений, прежде всего азотных, повышается окупаемость вложенных затрат, упрощается организация процессов доения, водопоя и отдыха животных. Многолетние бобово-злаковые травосмеси в год способны накопить в среднем около 150 кг/га симбиотического азота. Выпас дойных коров на пастбище улучшает биологическую ценность молока, повышает содержание в нём незаменимых аминокислот, прежде всего лизина, а также витаминов. Во многих странах мира содержание жвачных животных на пастбищах является основой их летнего кормления.

Правильный выбор культур и их сортов для создания пастбищных травосмесей – это залог успешной эксплуатации новых пастбищ. Среди многолетних бобовых трав люцерна жёлтая, лядвенец рогатый и клевер ползучий являются наиболее приспособленными культурами для пастбищного использования в Центрально-Чернозёмном регионе. В качестве злакового компонента рекомендуется использовать новую культуру – фестулолиум. Максимальную продуктивность за четыре года исследований обеспечила двухкомпонентная травосмесь, состоящая из люцерны жёлтой и фестулолиума (54 т/га зелёного корма, 10,2 корм. ед.).

Проведённые исследования показали, что высокопродуктивные травостои обеспечивают сбор сухого вещества на уровне 7,80–9,68 т/га, сырого протеина – 1,13–2,10 т/га и

обменной энергии – 65,17–93,1 ГДж/га. Высокий уровень рентабельности (189%) и наибольший чистый доход (9111 руб./га) были на посевах третьего года жизни на варианте фестулолиум + люцерна жёлтая [17].

Результаты вышеприведённых исследований однозначно указывают на перспективность использования в лесостепных условиях Воронежской области травосмесей люцерны с кострцом безостым и фестулолиумом. Однако только в трёх работах указаны конкретные сорта люцерны, кострца и фестулолиума. Остальные исследования проводили на различных видах трав без указания их сортовой принадлежности. Часто специалисты сельского хозяйства создают травостой для хозяйственного использования, а учёные разрабатывают технологии возделывания и приготовления кормов из многолетних трав на случайных сортах, семена которых удалось приобрести. Хотя именно сорт в современных условиях определяет устойчивость травостоя к биотическим и абиотическим стрессорам, урожайность, технологичность использования для разных хозяйственных целей.

Исследования, проведённые в 2004–2007 гг. сотрудниками Воронежской опытной станции по многолетним травам (К.П. Ледовская) и ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (Г.В. Степанова), показали непригодность сортов инорайонного происхождения для возделывания в условиях Воронежской области. Было изучено 40 коллекционных образцов, включающих 20 сортов люцерны различного экологогеографического происхождения, полученных из ВИРа, и 20 перспективных селекционных номеров селекции ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, созданных для возделывания в условиях Нечернозёмной зоны России. Все изученные коллекционные образцы в разной степени уступали сортам люцерны Павловская пёстрая и Воронежская 6 по урожайности зелёной массы и семян. Причины их низкой урожайности: слабая устойчивость к засухе, условиям перезимовки, поражению корневыми гнилями и микоплазмозом.

В последнее время в ЦЧР завозится много семян зарубежных сортов люцерны синей. Так, только в 2019 г. хозяйствами Воронежской области было закуплено и ввезено из-за рубежа около 242 т импортных семян этой культуры. На территории области в 2018 г. было произведено и сертифицировано только 4,6 т семян отечественного сорта Артемида (ЗАО «Агрофирма Павловская нива»). Также была сертифицирована партия 80 т семян люцерны импортного сорта Крено (ООО «СХП Новомарковское»). Кроме того, в Воронежскую из соседней Курской области было завезено 20 т семян сорта Дакота зарубежной селекции, который также не районирован в ЦЧР и имеет регистрацию только по Западносибирскому региону [6].

Согласно Государственному реестру селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, по Центрально-Чернозёмному региону зарегистрированы следующие сорта люцерны синей: Верко, Планет, выведенные в Германии, сорта французской селекции Галакси, Нутрикс, Тимбале, Харп, датский сорт Крено и сорт Паоло итальянского происхождения [6]. Кроме люцерны синей к использованию допущен сорт люцерны изменчивой датской селекции Саския [6]. Используются они в основном в крупных холдингах, где ежегодно высеваются сотни гектаров люцерны для приготовления различных видов кормов.

Основное достоинство люцерны синей зарубежной селекции состоит в том, что семена поставляются в любых количествах. Отечественные производители, к сожалению, пока не в состоянии производить такие же объёмы семян отечественных сортов. При этом следует отметить, что сорта люцерны синей, выведенные в почвенно-климатических условиях южных и юго-западных регионов Европы, имеют недостаточный потенциал экологической устойчивости к природно-климатическим условиям ЦЧР России, и через 2–3 года использования кормовые травостой, созданные на их основе, снижают продуктивность вследствие изреживания. В этой связи многие исследователи

указывают, что в современных условиях, когда основной стратегической задачей агропродовольственной политики государства является производство экологически безопасных продуктов питания и сохранение природных ресурсов, одним из важнейших элементов экологически безопасных, ресурсо- и энергосберегающих технологий в земледелии выступают новые сорта сельскохозяйственных растений [20, 22].

Эффективность возделывания многолетних трав во многом определяется результативностью селекции в конкретном природном регионе и достоинствами новых сортов. Наиболее востребованными видами многолетних трав в Черноземье являются люцерна и кострец безостый. Сотрудниками Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» созданы новые сорта люцерны жёлтой (Павловская 7), изменчивой (Павловская пёстрая, Воронежская 6), костреца безостого (Павловский 22/05). Сорта отличаются высокой урожайностью при возделывании в различных экологических условиях [24]. Однако эти сорта создавались для возделывания в одновидовых посевах, поэтому они не могут полностью реализовать свой адаптивный и продукционный потенциал при возделывании в составе травосмесей.

Учитывая это, на Воронежской ОС была развернута работа по созданию высокопродуктивных сортов бобовых и злаковых трав с высоким уровнем фитocenотической устойчивости и совместимости в поливидовых агрофитоценозах. В круг задач исследований входило создание для условий ЦЧР сортов люцерны и костреца безостого с высокими потенциальной продуктивностью и качеством корма, устойчивостью к стрессовому воздействию абиотических и биотических факторов среды, хорошей ассоциативной способностью растений люцерны и костреца безостого при выращивании в травосмеси.

Материалы и методика

Исследования по созданию новых сортов проводили в 1987–2012 гг. на полях Воронежской опытной станции по многолетним травам. Новый сорт костреца безостого формировали в период с 1987 по 2005 г., а люцерны – с 2005 по 2012 г. Сорт костреца безостого Павловский 17 включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2010 г., а люцерны изменчивой Вела – в 2017 г. [24].

Погодные условия в период формирования сорта костреца безостого существенно различались по годам исследований.

В 1987–1989, 1993 и 2003 гг. тепло- и влагообеспеченность были на достаточном уровне для проявления потенциальной урожайности сорта, создаваемого для условий лесостепной зоны. Гидротермический коэффициент (ГТК) был в пределах 1,05–1,36.

Вегетационные периоды 1991, 1996, 2000–2002 гг. отличались дефицитом влаги и сравнительно высокой температурой воздуха. Сумма осадков в период с апреля по август составила 131–171 мм при ГТК = 0,47–0,65. Среднесуточная температура воздуха в июне-августе колебалась в пределах 19,6–25,0°C. Такие погодные условия позволили выделить селекционный материал с повышенной засухоустойчивостью. В результате длительной оценки и отбора селекционного материала костреца безостого в контрастных погодных условиях был создан высокоурожайный, устойчивый к стрессовым условиям возделывания сорт Павловский 17.

В период с 2005 по 2012 г. отмечен процесс интенсивной аридизации климата Центрального Черноземья. По данным метеорологических наблюдений Воронежской опытной станции по многолетним травам, сумма осадков в апреле-сентябре составляла 189,1–256,9 мм, ГТК был в пределах от 0,50 (2010 г.) до 0,74 (2007 г.). Согласно средним показателям за предшествующие 30 лет сумма осадков в апреле-сентябре была 311 мм, а значение ГТК – 1,06. Сумма осадков за апрель-сентябрь в 2005–2012 гг. составила в среднем 218,6 мм (70% от среднего значения за предшествующие 30 лет).

В 2005–2012 гг. существенно снизилась влагообеспеченность апреля (в среднем 22,8 мм, 62% к среднемноголетним показателям), июля и августа (39,8 и 29,0 мм, соответственно 65 и 45%), возросло количество осадков в сентябре (41,4 мм, 112%). Существенно повысилась и теплообеспеченность вегетационного периода.

Среднемноголетняя сумма положительных температур воздуха за апрель–сентябрь составляла 2921°C, в 2005–2012 гг. она достигала 3168–3783°C. Температура воздуха с апреля по август была в среднем на 3°C выше среднемноголетних показателей. Таким образом, формирование нового сорта люцерны проходило в условиях повышенной теплообеспеченности и дефицита влаги. Следовательно, новый сорт люцерны изменчивой Вела выводился и приспособлен к возделыванию в условиях усиливающейся аридизации климата.

Формирование сортов люцерны и костреца безостого нового поколения проводили в совместных посевах. Основное внимание обращали на продуктивность кормовой массы и семян, интенсивность отрастания, равномерность распределения кормовой массы по циклам использования, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, технологичность использования травосмеси и комплементарность костреца и люцерны при совместном выращивании [15].

Оценку сорта люцерны Вела проводили с 2015 по 2019 г. в Воронежском государственном аграрном университете на полях УНТЦ «Агротехнология». Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,56%, рН солевой вытяжки 5,1, степень насыщенности почвы основаниями – 74–86%, количество подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) – соответственно 120–140 и 140–175 мг/кг почвы. Площадь опытной делянки – 25 м², размещение – систематическое, повторность – трёхкратная.

Закладка опыта осуществлена в апреле 2015 г. в чистом виде с нормой высева 5 млн шт./га. Были изучены три сорта люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.): Воронежская 6, Соната и Вела.

Полевые наблюдения, учёты густоты, высоты, перезимовки, урожая зелёной массы и сухого вещества проводились в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [14].

Основные данные исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа с определением наименьшей существенной разницы при уровне вероятности 0,95.

Учёт урожайности зелёной массы проводили сплошным способом взвешиванием всей массы с учётной площади делянки.

Погодные условия в период проведения исследований были различными, что позволило объективно оценить полученные результаты опытов. Условия атмосферного увлажнения после посева люцерны в 2015 г. и на второй год жизни были благоприятными для появления всходов, роста и развития люцерны. В 2018 и 2019 гг. дефицит осадков отмечался в июне и июле.

Посевные качества семян люцерны определяли перед посевом в соответствии с ГОСТ Р-52325-2005 [5]. Энергия прорастания у изучаемых сортов была в пределах 52–53%, лабораторная всхожесть – 76–80%.

Посев люцерны разных сортов провели 28 апреля 2015 г. без покрова. Исследования многих авторов показывают, что под покровом люцерны отстаёт в росте в 2,0–2,5 раза, слабо развивается корневая система, уменьшается число междоузлий и их длина, ухудшается фотосинтез [4, 13].

Кострец безостый испытывали в одновидовом посеве и в смеси с люцерной изменчивой сорта Воронежская 6. В опытах посева 2004 и 2005 гг. изучали сорта костреца безостого Павловский 22/05 и Воронежский 17, посева 2011 г. – кроме вышеназванных сортов, изучали образцы К1597 и Дикорастущий.

Все посевы проводили в апреле, чтобы использовать влагу, накопленную в зимний период. Норма высева семян костреца безостого в одновидовом посеве из расчёта 20 кг/га (5,5 млн всхожих семян), в травосмеси – 14 кг/га костреца и 6 кг/га люцерны.

Площадь делянок составляла 20 м², повторность – трёхкратная.

В опытах посева 2004 и 2005 гг. проводили по два укоса ежегодно, начиная со второго года жизни. В опытах посева 2011 г. в год посева провели один укос, а в 2012–2014 гг. – по два укоса.

Почва опытных участков была представлена чернозёмом обыкновенным с содержанием гумуса в пределах 4,0–4,3%, подвижного фосфора – 68,4–88,4 мг/кг, калия – 80,4–115,0 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,6–7,2.

Результаты и их обсуждение

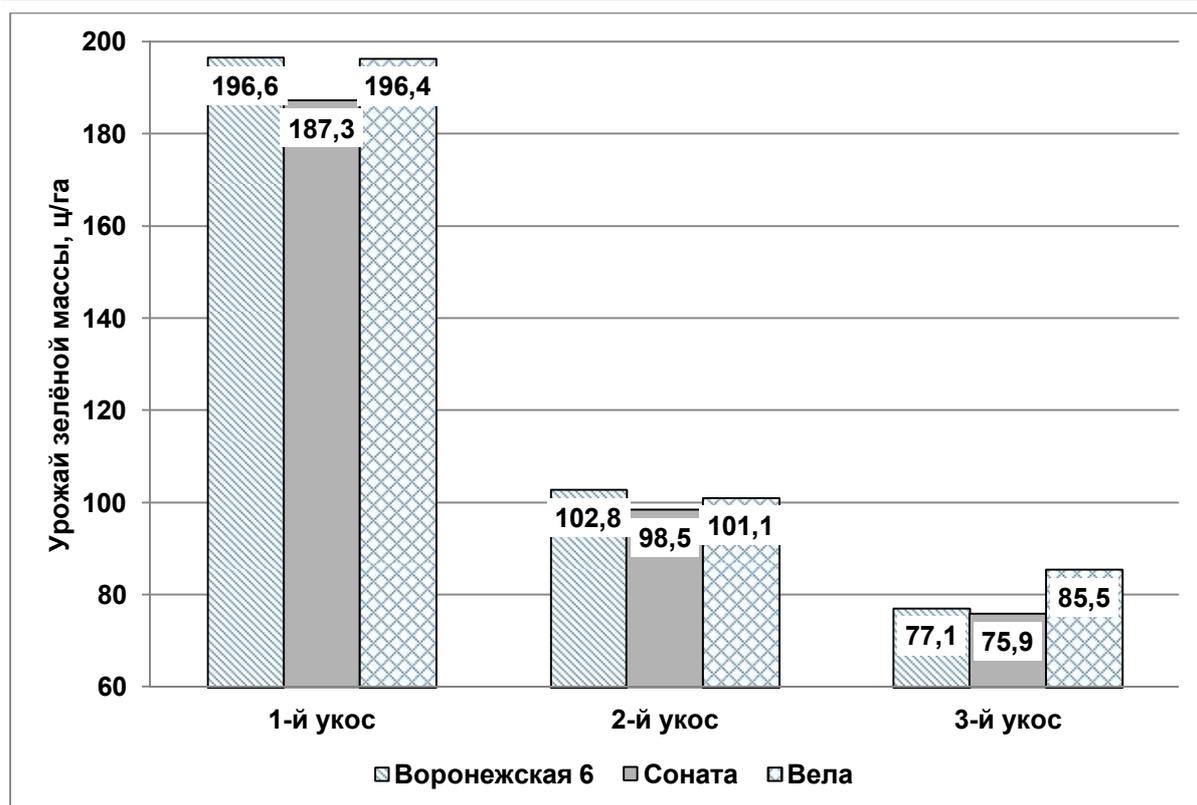
В условиях дефицита влаги создан сорт люцерны изменчивой Вела, устойчивый к возделыванию в смеси с кострцом безостым. Новый сорт сенокосного типа относится к люцерне изменчивой пестрогибридного сортотипа. Стебли высотой 80–120 см, облиственность – 44–52% в первом укосе и до 60% во втором. Корневая система средней мощности развития с ясно выраженным главным корнем. Куст полупрямостоячий. Отрастание весной и после укоса быстрое, продолжительность периода от начала вегетации до первого укоса – 60–70 дней, до полного созревания семян – 118–126 дней. Обладает высокой конкурентной способностью в сенокосных агрофитоценозах, устойчивостью к основным болезням и микоплазмозу. Зимостойкость высокая, весенние заморозки не вызывают гибели растений. Морозоустойчивость повышается при использовании сорта в травосмеси со злаковыми травами. Засухоустойчивость выше средней. Сорт устойчив к полеганию. В смеси со злаковыми травами урожайность сухого вещества достигает 16 т/га, содержание люцерны – 74–80%. Семенная продуктивность – 115–150 кг/га. Содержание протеина в фазе начала цветения – 19,2%, клетчатки – 32% [24].

В среднем за шесть лет оценки в питомниках конкурсного сортоиспытания в одновидовом посеве урожайность сорта Вела составила 19,7 т/га зелёной массы и 6,2 т/га сухого вещества, что на 14 и 15% выше показателей сорта Воронежская 6. Сбор зелёной массы травосмеси достиг 58,5 т/га, сухого вещества – 16,1 т/га, что на 16 и 13% выше сорта Воронежская 6 [24].

В 2015–2019 гг. в Воронежском ГАУ проводили изучение нового сорта люцерны изменчивой Вела в сравнении с сортами Соната и Воронежская 6. Опыт был заложен 28 апреля 2015 г. Через 7–8 дней после посева (5–6 мая 2015 г.) появились единичные всходы растений люцерны. Круглый лист у растений появился на 10–11-й день после всходов, первый тройчатый лист – на 23–24-й, а второй – на 27–28-й день. В фазе ветвления (13–14 июня 2015 г.) насчитывалось 6–7 междоузлий, высота растений люцерны была от 16 до 25 см; в середине фазы бутонизации (8–9 июля 2015 г.) высота растений была: у сорта Воронежская 6 – 47–49 см, у сорта Соната – 54–56 см и у сорта Вела 48–50 см.

Данные урожайности изучаемых сортов люцерны представлены на рисунке.

В год создания травостоя удалось провести два укоса. В первом укосе сбор кормовой массы в зависимости от сорта составил: Воронежская 6 – 71,34 ц/га, Соната – 82,8 ц/га, Вела – 70,8 ц/га; во втором укосе соответственно: 35,5; 38,3 и 37,5 ц/га. Во второй-пятый годы жизни травостоя (2016–2019 гг.) проводили по три укоса. Большой урожай зелёной массы был сформирован на вариантах с сортами Воронежская 6 – 376,5 ц/га и Вела – 383,4 ц/га. Кормовая продуктивность сорта Соната была на уровне 361,7 ц/га. В зависимости от сорта доля первого укоса составляла 51–52%, второго – 26–27%, третьего – 20–22%.



Урожай зелёной массы различных сортов люцерны во второй и последующие годы жизни, среднее за 2016–2019 гг.

Таким образом, проведённые исследования по изучению роста, развития и кормовой продуктивности люцерны изменчивой показали, что агроклиматические условия лесостепной зоны Центрального Черноземья благоприятны для возделывания сортов Воронежская 6, Соната и Вела. Они адаптированы к условиям недостаточного увлажнения региона, способны длительно сохранять продуктивное долголетие, обеспечивают сбор кормовой массы от 361,6 до 382,95 ц/га в год. Более высокую устойчивость и продуктивность имели сорта Вела и Воронежская 6, которые были созданы на Воронежской опытной станции по многолетним травам.

Средняя урожайность семян люцерны изменчивой сортов Вела и Воронежская 6 за период исследований с 2005 по 2017 г. составила 171 и 107 кг/га. При благоприятных погодных условиях получали в среднем 250 и 143 кг/га семян, в годы с избыточным увлажнением в период цветения и плодообразования сбор семян падал до 59–90 кг/га [23].

Среди многолетних злаковых трав по урожайности и долголетию кострец безостый занимает первое место. Перед учёными Воронежской опытной станции по многолетним травам была поставлена задача: создать сорт костреца безостого конкурентно совместимого и экологически дополняющего люцерну при возделывании в травосмесях в условиях лесостепи ЦЧР. Задача была выполнена после создания и внесения в 2010 г. в Государственный реестр селекционных достижений нового сорта костреца безостого Воронежский 17, который допущен к использованию по Северному, Волго-Вятскому и Центрально-Чернозёмному регионам. В процессе выведения сорта Воронежский 17 с целью повышения засухоустойчивости был использован исходный материал костреца прямого и костреца безостого.

По данным Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, на продуктивность костреца этих видов погодные условия оказывают разное влия-

ние. У костреца безостого проявляется высокая линейная зависимость ($r = 0,72$) величины урожайности семян от условий влагообеспеченности в апреле в начальный период вегетации, в то время как у костреца прямого – в июне ($r = 0,74$) в фазе развития репродуктивных органов, цветения и налива семян. Корреляционная зависимость условий влагообеспеченности с семенной продуктивностью во время осенней закладки укороченных вегетативных побегов была средней у обоих видов ($r = 0,56-0,59$). Диапазон варьирования урожайности семян у костреца безостого составил 0,30–0,66 т/га ($C_v = 32,5\%$) и 0,25–0,46 т/га – у костреца прямого ($C_v = 25,2\%$) [10].

В результате межвидового скрещивания костреца прямого с кострецом безостым местных форм и интродуцированного зарубежного и отечественного исходного материала, на основе длительного биотипического отбора с последующим поликроссом перспективных генотипов на станции и был создан новый сорт Воронежский 17 [21, 24]. Сорт предназначен для посева на склонах балок, на кратко-заливных поймах (10–20 дней), на суходолах среднего и достаточного увлажнения. Адаптационный потенциал нового сорта к почвенно-климатическим условиям Центрально-Чернозёмного региона высокий как по общей устойчивости, так толерантности и резистентности к неблагоприятным факторам окружающей среды, в первую очередь связанными с аридизацией климата [21, 24]. Это объясняется биологической способностью корневой системы костреца безостого проникать до уровня запаса грунтовых вод. На солонцеватых и не сильно засоленных почвах новый сорт ведёт себя как гликофит.

Сорт Воронежский 17 относится к кострецу безостому степного экотипа, имеющему следующие морфологические отличительные признаки [21, 24]:

- ксероморфность листовых структур, способность в засушливые годы иметь механизм адаптации за счёт образования остей, снижения плотности устьичного аппарата, образования зазубрин или волосков по краям листьев;
- узкие листовые пластинки, направленные вверх и расположенные от оси стебля на $35-40^\circ$;
- повышенная засухоустойчивость по сравнению с районированным сортом Павловский 22/05 и сортов Моршанской селекционной станции, которые более адаптированы к возделыванию в условиях достаточной влагообеспеченности, то есть в поймах больших рек и водостоков;
- комплементарен к возделыванию в бинарных фитоценозах с разными видами люцерны, обеспечивая получение белково-углеводного корма;
- превосходит сорт Павловский 22/05 по числу генеративных побегов на 32%, обсеменённости соцветий – на 34,3%, числу выполненных семян на одно соцветие – на 35 шт. (162 шт. против 127 шт. у сорта Павловский 22/05).

Урожайность зелёной массы костреца безостого сорта Павловский 22/05 в первом и втором циклах конкурсного испытания составила 195 и 160 ц/га, сорта Воронежский 17 – 212 и 176 ц/га, сбор сухого вещества – соответственно 60–51 и 69–57 ц/га. Сорт Воронежский 17 превосходит сорт Павловский 22/05 по облиственности, содержанию протеина, сумме сахаров и имеет более низкое содержание клетчатки. Урожайность семян нового сорта была в пределах 4,3–5,2 ц/га, а в отдельные годы достигала 8 ц/га, средние показатели сорта Павловский 22/05 составили 4,6 ц/га. Сорт Воронежский 17 лучше переносит засуху и имеет более высокую зимостойкость [21, 24].

Сравнительная оценка нового сорта костреца безостого Воронежский 17 и сорта-стандарта Павловский 22/05 была проведена в течение четырёх лет в 2005–2007 гг. (две закладки опытов посева 2004 и 2005 гг., по два года пользования).

Основная часть сбора кормовой массы костреца безостого как в одновидовом посеве, так и травосмеси приходится на первый цикл скашивания. В одновидовом посеве в среднем за 4 года пользования урожайность сорта Павловский 22/05 достигла

117 ц/га зелёной массы, сорта Воронежский 17 – 139 ц/га, показатели второго укоса были ниже – только 19 и 20 ц/га зелёной массы.

В итоге средняя урожайность за 4 года пользования костреца безостого старого сорта Павловский 22/05 составила 136 ц/га, а нового сорта Воронежский 17 достигла 159 ц/га зелёной массы ($HCP_{05} = 21,0$ ц/га). Вклад первого цикла скашивания в сезонный сбор зелёной массы сорта Павловский 22/05 составил 86%, а сорта Воронежский 17 – 87% (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность сортов костреца безостого в среднем за 4 года пользования, посев 2004 и 2005 гг., годы пользования 2005–2006 гг. и 2006–2007 гг.

Сорт	Первый укос		Второй укос		Сумма за два укоса	
	всего	кострец	всего	кострец	всего	кострец
Одновидовой посев костреца безостого, зелёная масса, ц/га						
Павловский 22/05		117,0		19,0		136,0
Воронежский 17		139,0		20,0		159,0
HCP_{05}		18,0		4,0		21,0
Травосмесь с люцерной сорта Воронежская 6, зелёная масса, ц/га						
Павловский 22/05	130,0	108,8	35,0	24,5	165,0	133,3
Воронежский 17	157,4	130,1	42,9	30,1	200,3	160,2
HCP_{05}					30,2	18,6
Травосмесь с люцерной сорта Воронежская 6, сухое вещество, ц/га						
Павловский 22/05	34,5	28,5	12,5	9,2	47,0	37,3
Воронежский 17	42,5	35,4	15,5	11,9	58,0	47,3
HCP_{05}					6,1	5,4

В первом укосе получили 130 ц/га зелёной массы кострецово-люцерновой травосмеси с сортом Павловский 22/05 и 157,4 ц/га с сортом Воронежский 17. Вклад первого укоса в сезонный сбор корма по обоим сортам был 79%, причём за сезон получили 200,3 ц/га зелёной массы травосмеси с сортом Воронежский 17, или на 35,3 ц/га (что достоверно существенно, $HCP_{05} = 30,2$ ц/га) больше по сравнению со старым сортом Павловский 22/05. Доля мятликового компонента в травосмесях с изучаемыми сортами в первом укосе достигала 84 и 83%, во втором – 70%. В среднем за сезон доля костреца в смесях была близкой к 80% (табл. 2).

Таблица 2. Качество кормовой массы костреца безостого, среднее за 6 лет пользования, посев 2003, 2004 и 2005 гг.

Сорт	Облиственность		Содержание, %	
	Листья, сухое вещество, ц/га	%	сырого протеина	сырой клетчатки
Одновидовой посев				
Павловский 22/05	23,6	56,5	11,49	29,5
Воронежский 17	26,3	55,5	11,59	27,9
HCP_{05}	2,4			
Кострецово-люцерновая травосмесь				
Павловский 22/05	22,4	63	13,66	31,6
Воронежский 17	28,3	64	14,44	30,7
HCP_{05}	3,1			

Средний сбор сухого вещества травосмеси с сортом Воронежский 17 за сезон достиг 58,0 ц/га, что существенно больше, чем с сортом Павловский 22/05 – на 11 ц/га ($НСР_{05} = 6,1$ ц/га). В травосмесях содержалось 82% костреца. В первом цикле скашивания получили 34,5 ц/га сухого вещества травосмеси с сортом Павловский 22/05 и 42,5 ц/га с сортом Воронежский 17, во втором – соответственно 12,5 и 15,5 ц/га. Доля костреца в смесях первого укоса была 83%, второго – 74 и 77% (табл. 2).

Сорт Воронежский 17 превосходит по урожайности сорт Павловский 22/05, поэтому сбор сухого вещества листьев как в одновидовом посеве, так и в травосмеси был выше. В одновидовом посеве получили в среднем 26,3 ц/га, в травосмеси – 28,3 ц/га сухого вещества листовой массы нового сорта, что на 2,7 и 5,9 ц/га выше, чем у старого сорта. Относительная облиственность обоих сортов в одновидовом посеве была 55,5 и 56,5%, в травосмеси – 64 и 63% (табл. 2).

По-видимому, из-за одинаковой степени облиственности содержание сырого протеина также имеет близкие значения: 11,49 и 11,59%, при этом содержание сырой клетчатки в сухом веществе у сорта Воронежский 17 (27,9%) ниже, чем у сорта Павловский 22/05 (29,5%). При возделывании в смеси с люцерной в сухом веществе костреца безостого возрастает содержание сырого протеина. У сорта Павловский 22/05 оно увеличилось на 2,17% и достигло 13,66%, у сорта Воронежский 17 – на 2,85%, достигло 14,44%. Возможно, это связано с лучшим обеспечением костреца доступными формами азота.

Содержание сырой клетчатки в сухом веществе костреца в травосмеси (31,6 и 30,7%) было выше, чем в одновидовом посеве (29,5 и 27,9%), при этом так же, как и в одновидовом посеве, содержание сырой клетчатки в сухом веществе сорта Павловский 22/05 (31,6%) было выше (табл. 2).

Наряду с более высокой урожайностью кормовой массы новый сорт отличается и более высокой урожайностью семян. В первый год пользования получили 469 кг/га семян сорта Павловский 22/05 и 610 кг/га семян сорта Воронежский 17. На второй год пользования сбор семян сократился почти в 3 раза до 173 и 210 кг/га. Урожайность семян в среднем по двум закладкам первого и второго годов пользования нового сорта Воронежский 17 составила 410 кг/га, что достоверно выше на 89 кг/га ($НСР_{05} = 43$ кг/га) величины урожайности у сорта Павловский 22/05 (табл. 3).

Таблица 3. Семенная продуктивность сортов костреца безостого, посев 2004 г.

Сорт	Сбор семян, кг/га			Масса 1000 семян, г	Средняя высота генеративных побегов, см
	2005 г.	2006 г.	Среднее		
Павловский 22/05	469	173	321	3,81	135
Воронежский 17	610	210	410	4,21	145
$НСР_{05}$	59	22	43		

Более высокая семенная продуктивность нового сорта определяется рядом его особенностей. Семена костреца безостого сорта Воронежский 17 более крупные по сравнению с семенами сорта Павловский 22/05: масса 1000 семян нового сорта достигает 4,21 г, что на 0,4 г (10%) выше, чем у старого. Среднее количество генеративных побегов у сорта Воронежский 17 составило 230 шт./м², у сорта Павловский 22/05 – только 177 шт./м². Количество цветков в метёлке у обоих сортов было почти одинаковым (405 и 409 шт.), однако завязываемость семян у нового сорта достигала 37,0% против 35,2% у старого.

Основным достоинством костреца сорта Воронежский 17 является фитоценотическая комплементарность при возделывании в смеси с люцерной. Исследования, проведённые в 2011–2014 гг. на Воронежской опытной станции по многолетним травам, подтверждают это ценное свойство данного сорта. Новый сорт костреца испытывали в одновидовом посеве и в смеси с люцерной изменчивой сорта Воронежская 6. Закладку опытов провели в апреле 2011 г. Травосмесь высевали в соотношении 70% семян костреца безостого и 30% семян люцерны от полной нормы посева смеси (20 кг/га).

В год посева в апреле и июле осадков выпало более 100% многолетней нормы, в результате чего сформировался травостой, достаточный для одного полноценного укоса. В одновидовом посеве сорт-стандарт Павловский 22/05 и образец Дикорастущий обеспечили сбор 83,7 и 86,1 ц/га зелёной массы, урожайность нового сорта Воронежский 17 оказалась существенно ниже – на 16,0 и 18,4 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность костреца безостого в одновидовом посеве, посев 2011 г.

Сорт, образец	Зелёная масса, ц/га						Высота, см (среднее за 2012–2014 гг.)	
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средняя	% к стандарту	1-й укос	2-й укос
Павловский 22/05 (стандарт)	83,7	118,4	75,6	125,6	100,8	100,0	90	25
Воронежский 17	67,7	104,9	92,4	113,4	94,6	93,8	92	34
Дикорастущий	86,1	139,4	95,7	143,1	116,1	115,2	94	40
K1597	61,8	82,4	50,8	93,6	72,2	71,6	84	28
НСР ₀₅	12,0	21,2	16,1	18,8	13,1		4	3

Данная закономерность сохранялась в 2012 и 2014 гг. в условиях влагообеспеченности, близкой к среднемноголетней. В этот период урожайность сорта Павловский 22/05 была на 13,5 и 12,2 ц/га, а у образца Дикорастущего на 34,5 и 29,7 ц/га выше урожайности нового сорта. Различия урожайности сортов Павловский 22/05 и Воронежский 17 находятся в пределах ошибки опыта (НСР₀₅ = 21,2 и 18,8 ц/га).

В засушливых условиях вегетационного периода 2013 г. урожайность нового сорта и образца Дикорастущего достигла 92,4 и 95,7 ц/га, что достоверно выше, чем у сорта Павловский 22/05 (соответственно на 16,8 и 20,1 ц/га). В среднем за четыре года пользования у образца костреца безостого Дикорастущего отмечена самая высокая кормовая продуктивность: урожайность зелёной массы этого образца была достоверно больше по сравнению с сортами Павловский 22/05 и Воронежский 17 – соответственно на 15,5 и 21,5 ц/га (НСР₀₅ = 13,1 ц/га).

В одновидовом посеве средняя высота травостоя костреца первого укоса лучших трёх образцов была почти одинаковой (90–94 см, НСР₀₅ = 4,0 см). Высота растений второго укоса оказалась заметно ниже, чем первого. Особенно замедленной скоростью роста выделялся сорт Павловский 22/05 – средняя высота его травостоя составила 25 см, в то время как у сорта Воронежский 17 достигала 34 см, а у Дикорастущего – 40 см (табл. 5). В год посева за один укос получили 83,2–105,4 ц/га зелёной массы кострецово-люцерновой травосмеси, в которой содержалось 63–80% люцерны (табл. 5).

В благоприятные по увлажнению 2012 и 2014 гг. собрали 122,0–187,9 и 184,5–230,2 ц/га зелёной массы травосмеси, в условиях дефицита влаги 2013 г. получили 102,8–110,1 ц/га зелёной массы смеси. Сбор зелёной массы травосмесей в среднем за 4 года составил 126,4–146,9 ц/га, что на 25–95% больше сбора зелёной массы костреца безостого в одновидовом посеве (табл. 4 и 5).

Таблица 5. Урожайность травосмесей сортов костреца безостого с люцерной изменчивой сорта Воронежская 6, посев 2011 г.

Сорт, образец	Зелёная масса, ц/га					
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средняя	% к стандарту
Павловский 22/05 (стандарт)						
Кострец	33,6	72,2	85,4	154,8	87,2	100,0
Люцерна	57,3	49,8	19,9	29,7	39,2	100,0
Всего	90,9	122,0	105,3	184,5	126,4	100,0
Воронежский 17						
Кострец	31,6	57,9	60,2	138,1	72,0	82,5
Люцерна	73,8	130,0	42,6	53,3	74,9	191,1
Всего	105,4	187,9	102,8	191,4	146,9	116,2
Дикорастущий						
Кострец	16,6	57,5	68,3	174,1	79,1	90,7
Люцерна	66,6	108,7	36,3	56,1	66,9	170,7
Всего	83,2	166,2	104,6	230,2	146,0	115,5
К1597						
Кострец	22,1	65,3	68,7	138,0	73,5	84,3
Люцерна	70,1	116,7	41,4	42,3	67,6	172,4
Всего	92,2	182,0	110,1	180,3	141,1	111,6
НСР ₀₅ травосмесь	13,5	19,8	7,4	22,2	11,3	

В год посева и на второй год жизни количество зелёной массы люцерны в травосмеси преобладало над количеством злакового компонента. В год посева в смесях было 63–80% бобового компонента, на второй год жизни – 41–69%. На третий и четвёртый годы содержание люцерны в зелёной массе смеси сократилось до 19–41 и 16–51%. Это связано с процессом разрастания растений костреца безостого и вытеснения из травостоя растений люцерны.

В год посева наименее конкурентными были образцы К1597 и Дикорастущий. В зелёной массе травосмесей с этими образцами костреца содержание люцерны достигало 76 и 80%. В травосмеси с сортом Павловский 22/05 люцерны было 63%. Высокая агрессивность сорта Павловский 22/05 по отношению к люцерне отмечена на второй и последующие годы жизни травостоя. В травосмесях с этим сортом содержание люцерны сокращалось с 41% в 2012 г. до 19% в 2013 г. и до 16% в 2014 г. В среднем за четыре года собрали 126,4 ц/га зелёной массы смеси, содержание люцерны в которой составляло 31%.

Новый сорт костреца безостого Воронежский 17 показал сравнительно высокую способность ассоциироваться в травосмеси с люцерной. Во второй – четвёртый годы жизни в смеси с этим сортом содержание люцерны медленно снижалось с 69 до 41%, причём травосмесь с новым сортом оказалась и самой урожайной. В среднем за четыре года собрали 146,9 ц/га зелёной массы травосмеси, в которой содержалось 74,9 ц/га люцерны (51% от массы смеси).

Сравнительно высокая совместимость люцерны с кострецом выявлена также у образцов К1597 и Дикорастущий. В среднем за четыре года пользования получили 146,0 и 141,1 ц/га зелёной массы травосмеси, в которой люцерны было 66,9 и 67,6 ц/га, что составляет 46 и 48% от массы смеси (табл. 5).

Средняя высота растений костреца безостого в травосмесях достигала в первом укосе 89–99 см, во втором – 34–38 см, что на 5–7 и 4–10 см больше, чем в одновидовом

посеве. В первом укосе высота растений костреца безостого сортов Павловский 22/05 (97 см), Воронежский 17 (99 см) и образца Дикорастущего (94 см) существенно не различалась, а высота растений образца К1597 (89 см) существенно уступала трём выше-названным ($НСР_{05} = 4$ см). Во втором укосе средняя высота отавы трёх номеров была 34–35 см, сорта Воронежский 17 достигала 38 см ($НСР_{05} = 3$ см). Высота растений люцерны в травосмеси первого и второго укосов различалась незначительно: соответственно 66–72 см и 66–78 см.

Выявлена статистически значимая прямая корреляционная зависимость между сбором зелёной массы костреца сорта Воронежский 17 и образца Дикорастущего в одновидовом посеве и сбором зелёной массы травосмеси с люцерной ($t_r = 3,43$ и $4,68 > t_{05} = 3,18$), коэффициенты корреляции (r) достигали 0,89 и 0,94.

Зависимость урожайности кострецово-люцерновой травосмеси (Y) от урожайности костреца в одновидовом посеве (X) описывается следующими уравнениями регрессии: $Y = 2,15X - 14,2$ и $Y = 2,11X - 99,4$. Для сорта Павловский 22/05 выявлена тенденция к прямой корреляционной зависимости между вышеназванными показателями ($t_r = 2,43 < t_{05} = 3,18$, $r = 0,81$).

Выявлена тенденция к обратной корреляционной зависимости между содержанием зелёной массы костреца и люцерны в травосмеси в зависимости от способности костреца ассоциироваться с люцерной при совместном произрастании. Коэффициент корреляции для травосмеси с высоко конкурентным сортом Павловский 22/05 достиг 0,66, для травосмесей с сортом Воронежский 17 и образцами Дикорастущий и К1597 коэффициенты корреляции составили $-0,29$, $-0,33$ и $-0,40$.

Следовательно, более урожайные сорта и образцы костреца в одновидовом посеве обеспечивают и более высокий сбор кострецово-люцерновой травосмеси. При этом сорт Павловский 22/05, отличающийся высокой конкурентной способностью по отношению к люцерне, только в 66% случаев обеспечивает и более высокий сбор зелёной массы кострецово-люцерновой травосмеси (коэффициент детерминации $d_{yx} = r^2 = 66\%$). Сорт Воронежский 17 и образцы Дикорастущий и К1597, обладающие пониженной конкурентной способностью по отношению к люцерне, в 79–88% случаев обеспечивают повышение урожайности травосмеси. Установлено, что сорт Павловский 22/05 в 44% случаев угнетающе действовал на люцерновый компонент смеси, а сорт Воронежский 17 и образцы Дикорастущий и К1597 оказывали негативное влияние на произрастающую вместе с ними люцерну в 8–16% случаев ($d_{yx} = 0,08-0,16$).

Пониженная агрессивность костреца безостого сорта Воронежский 17 по отношению к люцерне при совместном произрастании позволяет формировать кострецово-люцерновые травосмеси сравнительно длительного пользования (4–6 лет). Такое долголетие люцерны гарантирует злаковому компоненту травосмеси доступное количество биологического азота и улучшает качество корма за счёт увеличения сбора протеина.

Заключение

На Воронежской опытной станции по многолетним травам созданы сорта люцерны изменчивой и костреца безостого с высокой урожайностью и устойчивостью к засушливым условиям лесостепи Центрально-Чернозёмного региона.

Сорта люцерны Воронежская 6 и Вела сохраняли продуктивное долголетие в течение 5 лет, обеспечивая средний сбор зелёной массы в размере 376,4 и 382,95 ц/га. Сорт костреца безостого Воронежский 17 отличается пониженной фитocenотической агрессивностью к люцерне при совместном их выращивании. В среднем за четыре года пользования получили 146,9 ц/га зелёной массы травосмеси костреца безостого сорта Воронежский 17 с люцерной сорта Воронежская 6. В травосмеси содержалось 74,9 ц/га зелёной массы люцерны.

Библиографический список

1. Байкалова Л.П. Влияние видового состава многолетних трав на отавность сенокосных травосмесей / Л.П. Байкалова, Д.В. Кривоногова, А.И. Машанов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 11. – С. 22–25.
2. Беркаль И.В. Сеяные многолетние травы в южной зоне Амурской области / И.В. Беркаль // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11 (110). – С. 177–182.
3. Васько П.П. Способ подбора компонентов травосмесей для высокопродуктивных сенокосных травостоев / П.П. Васько, Е.Р. Клыга // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 194–201.
4. Гончаров П.Л. Биологические аспекты возделывания люцерны / П.Л. Гончаров, П.А. Лубенец ; отв. ред. В.К. Шумный. – Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 1985. – 255 с.
5. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2006–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 21 с.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений (официальное издание) (сорты культуры люцерны изменчивая и люцерны синяя). – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.
7. Гребенников В.Д. Особенности формирования устойчивой продуктивности сенокосов и пастбищ на юге России / В.Д. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 1 (11). – С. 6–14.
8. Золотарев В.Н. Травосеяние и семеноводство многолетних трав в структуре растениеводства как основа биологизации земледелия и развития кормопроизводства в региональном аспекте / В.Н. Золотарев, С.В. Сапрыкин // Кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 3–15.
9. Использование люцерны в кормопроизводстве в Центральном Черноземье / Д.И. Щедрина, В.А. Федотов, В.Н. Образцов, С.В. Кадыров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (36). – С. 199–203.
10. Казарин В.Ф. Оценка семенной продуктивности костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leys.) и костреца прямого (*Bromopsis erecta* Hubs.) в лесостепи Самарского Заволжья / В.Ф. Казарин, А.В. Казарина, М.И. Гуцалюк // Кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 33–39.
11. Крамаренко М.В. Продуктивность и состав урожайной массы многолетних бобово-злаковых травосмесей длительного использования в условиях северной лесостепи Зауралья / М.В. Крамаренко // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2015. – Т. 71. – С. 98–101.
12. Лазарев Н.Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–25.
13. Лупашку М.Ф. Люцерна / М.Ф. Лупашку. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 255 с.
14. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ; подгот. Ю.К. Новоселов и др. – Москва : ВИК, 1983. – 197 с.
15. Методические указания по селекции многолетних трав ; подгот. М.А. Смурьгин и др. – Москва : ВИК, 1985. – 188 с.
16. Ненароков М.И. Улучшение сенокосов и пастбищ / М.И. Ненароков. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1971. – 360 с.
17. Образцов В.Н. Продуктивность пастбищных травостоев в Центральном Черноземье России / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, С.В. Кадыров // Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения : матер. междунар. научн.-практ. конф., посвященной 105-летию факультета агрономии, агрохимии и экологии (Россия, г. Воронеж, 4–5 декабря 2018 г.) : в 2 ч. ; под общ. ред. Н.И. Бухтоярова, Н.М. Дерканосовой, В.А. Гулевского. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. 1. – С. 103–112.
18. Об утверждении региональной программы «Развитие сельского хозяйства Воронежской области на 2013–2020 годы» : Постановление правительства Воронежской области от 2 октября 2012 г. № 874 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/997056734/> (дата обращения: 13.05.2020).
19. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия : Постановление Правительства Российской Федерации № 717 от 14.07.2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/ (дата обращения: 13.05.2020).
20. Писковацкий Ю.М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов / Ю.М. Писковацкий // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 25–26.
21. Сапрыкин С.В. Сорт костреца безостого Воронежский 17 для условий Центрально-Черноземного региона / С.В. Сапрыкин, И.С. Иванов, Р.М. Лабинская // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 61–77.
22. Селекция и семеноводство кормовых культур в России: результаты и стратегические направления / З.Ш. Шамсутдинов, Ю.М. Писковацкий, М.Ю. Новоселов и др. // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 2. – С. 12–23.
23. Семенная продуктивность сортов люцерны изменчивой селекции Воронежской опытной станции по многолетним травам / И.М. Шатский, Г.В. Степанова, Н.В. Сапрыкина, А.А. Ванькова // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 4. – С. 51–63.
24. Сорты кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» : монография / В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов, С.И. Костенко и др. – Москва : ООО «Угрешская Типография», 2019. – 92 с.

25. Сочнева С.В. Изменение физико-химических свойств серых лесных почв Татарстана под действием люцерновых агроценозов, возделываемых на разных фонах минерального питания / С.В. Сочнева, Г.С. Миннуллин, Ф.Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8, № 3 (29). – С. 139–143.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Николаевич Золотарев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией семеноводства и семеноведения кормовых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Московская область, г. Лобня, e-mail: vladimir.zolotarew@yandex.ru.

Галина Васильевна Степанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. лабораторией селекционных симбиотических технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Московская область, г. Лобня, e-mail: gvstep@yandex.ru.

Владимир Николаевич Образцов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: ovennn@mail.ru.

Сергей Владимирович Сапрыкин – кандидат сельскохозяйственных наук, директор Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Воронежская область, г. Павловск, e-mail: gnu@bk.ru.

Иосиф Семенович Иванов – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства бобовых и злаковых культур Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Воронежская область, г. Павловск, e-mail: ivanovnauka@mail.ru.

Наталья Вениаминовна Сапрыкина – зав. отделом селекции и первичного семеноводства бобовых и злаковых культур Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Воронежская область, г. Павловск, e-mail: natali.saprykina.70@mail.ru.

Раиса Митрофановна Лабинская – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства бобовых и злаковых культур Воронежской опытной станции по многолетним травам – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Россия, Воронежская область, г. Павловск, e-mail: labinskaya2011@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 18.08.2020

Дата принятия к печати 24.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir N. Zolotarev, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Leading Research Scientist, Head of the Laboratory of Seed Production and Seed Studies of Forage Crops, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Moscow Oblast, Lobnya, e-mail: vladimir.zolotarew@yandex.ru.

Galina V. Stepanova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Laboratory of Selection Symbiotic Technologies, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Moscow Oblast, Lobnya, e-mail: gvstep@yandex.ru.

Vladimir N. Obratsov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ovennn@mail.ru/

Sergei V. Saprykin, Candidate of Agricultural Sciences, Director, Voronezh Experimental Station for Perennial Grasses, Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Voronezh Oblast, Pavlovsk, e-mail: gnu@bk.ru.

Joseph S. Ivanov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Research Scientist, the Dept. of Selection and Primary Seed Production of Legumes and Cereals, Voronezh Experimental Station for Perennial Grasses, Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Voronezh Oblast, Pavlovsk, e-mail: ivanovnauka@mail.ru.

Natalya V. Saprykina, Head of the Dept. of Selection and Primary Seed Production of Legumes and Cereals, Voronezh Experimental Station for Perennial Grasses, Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Voronezh Oblast, Pavlovsk, e-mail: natali.saprykina.70@mail.ru.

Raisa M. Labinskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Scientist, the Dept. of Selection and Primary Seed Production of Legumes and Cereals, Voronezh Experimental Station for Perennial Grasses, Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Russia, Voronezh Oblast, Pavlovsk, e-mail: labinskaya2011@yandex.ru.

Received August 18, 2020

Accepted after revision September 24, 2020

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

**Юрий Алексеевич Кузыченко
Роман Сергеевич Стукалов
Расул Гаджиумарович Гаджиумаров**

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Интенсивность развития корневых систем растений в период вегетации является индикатором, характеризующим агрофизические условия в корнеобитаемом слое почвы, складывающиеся в процессе её основной обработки. Приводятся результаты исследований, проведённых в пропашном звене севооборота (озимая пшеница – подсолнечник) на чернозёме южном в юго-восточной зоне Центрального Предкавказья. Цель исследований заключалась в установлении зависимости развития корневой системы подсолнечника при традиционной и минимальной обработке почвы с использованием элементов технологии Strip-till, создающих определённые агрофизические условия, характеризующиеся плотностью сложения и запасом продуктивной влаги в корнеобитаемом слое. В процессе исследований использовали метод размерностей и подобия, а также метод фрактальной геометрии применительно к конкретным разветвлённым корневым системам. Установлена прямая квадратичная зависимость развития корневой системы от запаса продуктивной влаги и обратная зависимость от плотности почвы в корнеобитаемом слое с учётом корректирующего коэффициента C , связанного с типом почвы. Выявлено, что при использовании технологии Strip-till плотность почвы в весенний период на $0,06 \text{ г/см}^3$ меньше, а запас продуктивной влаги на 12 мм больше, чем при традиционной технологии. Соответственно средняя величина показателя фрактальной размерности D_f степени развития корневой системы в плане занятия объёмного пространства, равная 1,62, выше, чем при традиционной обработке ($D_f = 1,51$). В определённой степени этот показатель характеризует лучшие агрофизические условия, создаваемые в корнеобитаемом слое почвы при технологии Strip-till, которые способствовали повышению урожайности подсолнечника: превышение в сравнении с традиционной вспашкой составляет $0,23 \text{ т/га}$ при более низких производственных затратах на 10%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: корневая система, подсолнечник, способы обработки почвы, чернозём южный, Центральное Предкавказье.

EFFECT OF TILLAGE METHODS ON THE FORMATION OF SUNFLOWER ROOT SYSTEM IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CISCAUCASIA

**Yuri A. Kuzychenko
Roman S. Stukalov
Rasul G. Gadzhiumarov**

North Caucasus Federal Agricultural Research Centre

The intensity of development of plant root systems during the vegetation season is an indicator, which characterizes the agrophysical conditions in the root habitable soil layer that develop in the process of its primary cultivation. The authors present the results of research performed in the tilled crop rotation link (winter wheat – sunflower) in southern chernozem in the South-Eastern zone of the Central Ciscaucasia. The objective of research was to establish the relationship between the development of sunflower root systems under conventional and minimum tillage using the elements of Strip-till technology that create certain agrophysical conditions characterized by the density of compaction and supply of productive moisture in the root habitable layer. In the course of research the authors used the method of dimensions and similarity, as well as the method of fractal geometry in relation to specific branched root systems. A direct quadratic dependence was established between the development of root system and the supply of productive moisture, while an inverse dependence was observed between the soil density in the root habitable layer with the account of C correction coefficient associated with soil type. It is revealed that when Strip-till technology is used, the soil density in spring is

0.06 g/cm³ less, and the productive moisture reserve is 12 mm more compared to the conventional technology. Accordingly, the average value of D_r , fractal dimension indicator of the degree of development of root systems in terms of occupying a volumetric space is equal to 1.62, which is higher compared to the conventional tillage ($D_r = 1.51$). To a certain extent this indicator characterizes the best agrophysical conditions, which were created in the root habitable soil layer with the Strip-till technology and contributed to an increase in sunflower yield: the excess was 0.23 t/ha compared to conventional plowing with production costs being lower by 10%.

KEYWORDS: root system, sunflower, tillage methods, southern chernozem, Central Ciscaucasia.

Введение

Подсолнечник относится к сложным биологическим объектам исследований, поскольку его стержневая корневая система, находясь в конкретном объёме почвенного пространства, формируется при определённых агрофизических условиях в процессе вегетации культуры. Плотность сложения почвы, сформированная определённым типом рабочих органов орудий, и условия увлажнения корнеобитаемого слоя почвы являются факторами, обуславливающими глубокое и разностороннее проникновение корневой системы подсолнечника в почву, поэтому особое значение приобретает способ основной обработки почвы, в том числе и минимальной с элементами технологии Strip-till [1, 5, 6, 9].

Представляет интерес изучение динамики развития корневой системы подсолнечника при различных способах основной обработки почвы в летний и летне-осенний периоды, которое должно быть связано не только с учётом факторов плотности и запаса продуктивной влаги в размерных величинах, но и с установлением степени их взаимозависимости с интенсивностью заполнения корнями почвенного пространства при складывающихся агрофизических условиях [3, 10, 12, 14].

Опубликованы результаты исследований, направленных на выявление влияния плотности почвы и условий увлажнения в процессе вегетации культуры на интенсивность заполнения почвенного пространства корневыми системами растений [7, 11, 15, 16]. Однако авторами указанных источников информации не в полной мере был учтён тот факт, что рабочие органы почвообрабатывающих орудий создают глыбистую структуру почвы со слабым защемлением почвенной влаги в капиллярных порах, при этом приземные воздушные потоки иссушивают поверхность почвы, а переуплотнённая почва имеет низкую воздухоёмкость, что угнетает развитие корней растений.

Цель исследований заключалась в установлении зависимости развития корневой системы подсолнечника при традиционной и минимальной обработках почвы с использованием элементов технологии Strip-till, создающих определённые агрофизические условия, характеризующиеся плотностью сложения и запасом продуктивной влаги в корнеобитаемом слое, влияющих на урожайность культуры.

Материалы и методы

Исследования, проводившиеся в южной части Ставропольского края, сопровождались аномальными климатическими условиями с острозасушливым периодом вегетации в 2018 и 2019 гг. (ГТК = 0,23). В 2020 г. ГТК вегетационного периода составил 1,0 с критическим периодом высокой засушливости в июле (ГТК = 0,07).

Почва представлена чернозёмом южным карбонатным, среднemosщным с содержанием гумуса 2,9%, P_2O_5 – 39,8 мг/кг, K_2O – 343,8 мг/кг.

Размер исследовательских делянок – 100 м² (14 × 7,2), учётных – 28 м² (14 × 2). Повторность – трёхкратная.

Полевые опыты проводили на подсолнечнике в следующем севообороте: горох – озимая пшеница – кукуруза на зерно – озимая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень.

Применялись следующие системы обработки.

1. Традиционная система обработки почвы:

- дисковое лущение бороной Catros на глубину 8–10 см;
- вспашка плугом ПН-5-35 на глубину 20–22 см;

- внесение КАС под первую весеннюю культивацию с нормой 143 л/га опрыскивателем ОП-2000;

- посев сеялкой ТС-М 8000 с внесением нитроаммофоски (NPK16) с нормой 54 кг/га по д. в.

2. Обработка почвы с элементами технологии Strip-till:

- дисковое лушение бороной Catros на глубину 8–10 см;

- обработка почвы смесью гербицидов глифосат + зерномакс (2,4-Д) в дозе 3 л/га двукратно в осенний период;

- нарезка щелей культиватором-щелерезом Blu-Jet с одновременным внесением КАС с нормой 143 л/га;

- посев сеялкой ТС-М 8000 с внесением нитроаммофоски (NPK16) с нормой 54 кг/га по д. в.

Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом по методике Б.А. Доспехова [4], расчёты запасов продуктивной влаги проводились с учётом таких агрофизических констант чернозёма южного, как равновесная плотность и влажность устойчивого завядания растений (ВЗ).

Для оценки степени зависимости развития корневой системы S (г/дм³) от степени уплотнения почвы P (т/м³) и количества продуктивной влаги в слое 0–100 см W (мм) применялся метод размерностей и подобия [13], предполагающий проведение математических операций со степенями размерностей факторов.

Для анализа развития корневой системы подсолнечника при различных способах основной обработки почвы применялся метод фрактальной оценки разветвлённых структур путём вычисления коэффициента длины K_l и коэффициента ветвления корневой системы K_b [2].

Для определения фрактальной размерности D использовали следующую формулу:

$$D = \ln K_b / \ln K_l \quad (1)$$

Относительная величина D показывает, что корневая система растения развивается тем интенсивнее, чем больше ответвлений (коэффициент K_b) и чем они длиннее (коэффициент K_l).

Результаты и их обсуждение

С учётом того, что подсолнечник имеет стержневую корневую систему, оценка зависимости её развития S (г/дм³) от уплотнения почвы P (т/м³) и наличия продуктивной влаги в корневом пространстве почвы W (мм) проведена с применением метода размерностей.

В общем виде степенная зависимость интенсивности развития корневой системы растения S от плотности почвы P и запасов продуктивной влаги W можно описать с помощью уравнения

$$S = P^\alpha W^\beta, \quad (2)$$

где α – степенной показатель плотности почвы;

β – степенной показатель продуктивной влаги.

Размерный ряд со степенными параметрами:

$$\text{кг}^{-3} \text{м}^{-3} = (\text{кг}^3 \text{м}^{-3})^\alpha \cdot (\text{м}^{-3})^\beta;$$

$$(\text{кг})^{-3} = 3\alpha; \alpha = -1.$$

$$(\text{м})^{-3} = -3\alpha - 3\beta; \beta = 2.$$

С учётом степенных параметров уравнение (2) имеет следующий вид:

$$S = C(W^2/P). \quad (3)$$

Таким образом, установлена прямая квадратичная зависимость развития корневой системы от запаса продуктивной влаги и обратная зависимость от плотности почвы в корнеобитаемом слое с учётом корректирующего коэффициента C , связанного с типом почвы.

Значения плотности почвы в периоды весенней и летне-осенней вегетации подсолнечника при традиционном способе обработки и по технологии Strip-ill находились в пределах 1,07–1,13 г/см³ и 1,17–1,22 г/см³, что соответствует оптимальным значениям плотности сложения для этой культуры по классификации И.Б. Ревута [8].

В весенний период плотность почвы при традиционной системе обработки была на 0,06 г/см³ выше, чем при технологии Strip-till, в летне-осенний период отмечен рост показателей плотности как на первом, так на втором вариантах (табл. 1), при этом сохранилось преимущество технологии Strip-till.

Таблица 1. Уплотнение почвы и запас продуктивной влаги в период вегетации подсолнечника

Способ обработки почвы	Плотность, г/см ³		Продуктивная влага, мм	
	Весенний период	Летне-осенний период	Весенний период	Летне-осенний период
Традиционный	1,13	1,22	122,0	22,0
Strip-till	1,07	1,17	134,0	35,0

Как следует из данных, приведённых в таблице 1, запасы продуктивной влаги при технологии Strip-till в весенний период были на 0,06 г/см³ выше, чем при традиционной системе обработки. В летне-осенний период запасы продуктивной влаги значительно снизились как на первом, так и на втором вариантах в результате сложившихся острозасушливых условий, при этом сохранилось преимущество технологии Strip-till (на 13 мм).

В результате проведения выборочного анализа и расчётов показателя фрактальной размерности D развития корневой системы подсолнечника установлено, что более интенсивное заполнение почвенного пространства корнями растений характеризуется более высоким значением D , что связано с большим содержанием продуктивной влаги и меньшим уплотнением почвы в период роста и развития растений. Морфометрические показатели корневой системы подсолнечника представлены в таблице 2.

Таблица 2. Морфометрические показатели корневой системы подсолнечника

Способ обработки почвы	Повторность	K_b	K_l	D_r	L_{Σ} , см	Вес, г	Высота 10 растений, см
Традиционный	1	24,6	7,1	1,63	109	3,79	135
	2	24,2	8,8	1,46	96	1,84	140
	3	23,8	9,2	1,43	99	2,3	139
Strip-till	1	20,3	5,5	1,76	120	4,03	143
	2	20,7	7,5	1,51	106	2,31	146
	3	21,3	7,0	1,58	111	3,4	141

$HCP_{05} = 6,4$ см; $F\phi > F_t$

Как следует из данных таблицы 2, все анализируемые морфометрические показатели корневой системы подсолнечника при технологии Strip-till были выше, чем при традиционной системе обработки почвы (в среднем по трём повторностям):

- фрактальная размерность развития корневой системы (D_r) – на 0,11;
- длина корней (L_{Σ}) – на 11,0 см;
- вес корней – на 0,61 г;
- высота растений – на 5,33 см.

Следовательно, интенсивность заполнения почвенного пространства корневой системой растений и связанное с ней значение фрактальной размерности D определяются показателями запаса продуктивной влаги в период вегетации подсолнечника и плотности почвы в корнеобитаемом слое, которые зависят от применяемого способа основной обработки.

Анализ данных урожайности подсолнечника показывает значимое увеличение этого показателя при способе обработки по технологии Strip-till в сравнении с традиционной системой: в среднем за 3 года урожайность увеличилась на 0,23 т/га (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность и экономические показатели возделывания подсолнечника при различных способах обработки почвы

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га			Среднее, т/га	Экономические показатели	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		Затраты, руб./га	Рентабельность, %
Традиционный	2,18	2,12	1,32	1,87	23 951	72
Strip-till	2,43	2,40	1,47	2,10	21 556	114
НСР ₀₅ = 0,17 т/га; F _ф = 33,2 > F _т = 10,1						

При этом следует отметить, что увеличение производственных затрат по технологии Strip-till связано с затратами на обработку почвы глифосатом, однако по традиционной технологии основные затраты, приходящиеся на большой объем работ по обработке почвы, выше: разница составляет 2395 руб./га, или 10%.

Выводы

Все анализируемые морфометрические показатели корневой системы подсолнечника (высота растений, длина и вес корней, фрактальная размерность развития корневой системы) при технологии Strip-till были выше, чем при традиционной системе обработки.

Интенсивность заполнения почвенного пространства корневой системой растений и связанное с ней значение фрактальной размерности определяются показателями запаса продуктивной влаги в период вегетации подсолнечника и плотности почвы в корнеобитаемом слое, которые зависят от применяемого способа основной обработки.

Показатель фрактальной размерности развития корневой системы подсолнечника характеризует лучшие агрофизические условия, создаваемые в корнеобитаемом слое почвы при технологии Strip-till, что способствовало повышению урожайности подсолнечника.

Таким образом, обработка почвы с внедрением элементов технологии Strip-till при возделывании подсолнечника является фактором, позволяющим повысить урожайность культуры на 0,23 т/га в сравнении с традиционной технологией.

Библиографический список

1. Авдеенко А.П. Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от элементов технологии возделывания / А.П. Авдеенко // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 2, № 3. – С. 92–95.
2. Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления / В.К. Балханов. – Улан-Удэ : Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2013. – 223 с.
3. Влияние глубины осенней обработки почвы и дозы внесения минеральных удобрений на водный режим почвы и урожайность подсолнечника при возделывании по технологии «Strip-till» в условиях засушливой степи Алтайского края / В.И. Беляев, Т. Майнель, Р. Тиссен, В.Н. Рудев, Н.А. Кожанов, Л.В. Соколова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (152). – С. 25–32.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
5. Котлярова Е.Г. Изменчивость биометрических параметров гибридов подсолнечника в зависимости от способов основной обработки почвы и листовых подкормок / Е.Г. Котлярова, Л.С. Титовская // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 17–23.
6. Кохан А.В. Обработка почвы в агротехнологии подсолнечника / А.В. Кохан, Е.А. Самойленко // Вестник Прикаспия. – 2017. – № 3 (18). – С. 42–47.
7. Кузыченко Ю.А. Формирование корневой системы кукурузы на зерно при различных системах обработки почвы в зоне Центрального Предкавказья / Ю.А. Кузыченко, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 1 (57). – С. 74–81. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-07.
8. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В.В. Медведев. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 160 с.
9. Столяров О.В. Влияние обработки почвы и норм высева на урожайность подсолнечника, выращиваемого по системе EXPRESS SUN™ / О.В. Столяров, С.В. Колодяжный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 2 (57). – С. 13–19. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.13.
10. Стулин А.Ф. Продуктивность подсолнечника при систематическом применении удобрений в севообороте на выщелоченном чернозёме ЦЧЗ / А.Ф. Стулин // Агротехника. – 1991. – № 10. – С. 64–70.
11. Трусов А.С. Технологии No-till и Strip-till – основные преимущества (опыт ООО «Зерно Белогорья») / А.С. Трусов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 20–24.
12. Цилюрик А.И. Влияние мульчирующей обработки на питательный режим почвы в посевах подсолнечника / А.И. Цилюрик, В.Н. Судак // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 2 (42). – С. 53–62.
13. Широков В.Н. Применение теории размерностей и подобия при определении параметров и режимов работы машин для обработки почвы / В.Н. Широков, Г.Г. Пархоменко // Научный журнал Кубанского ГАУ. – 2015. – № 110 (06). – С. 2–14.
14. Crop and Soil Responses to On-Farm Conservation Tillage Practices in the Upper Midwest / A.L.M. Daigh, J. DeJong-Hughes, D.H. Gatchell, N.E. Derby, R. Alghamdi, Z.R. Leitner, A. Wick, U. Acharya // Agricultural & Environmental Letters. – 2019. – Vol. 4 (1). DOI: 10.2134/aer2019.03.0012.
15. Jokela D. No Tillage and Strip Tillage Effects on Plant Performance, Weed Suppression, and Profitability in Transitional Organic Broccoli Production / D. Jokela, A. Nair // HortScience. – 2016. – Vol. 51 (9). – Pp. 1103–1110. DOI: 10.21273/hortsci10706-16.
16. Matin M.A. Strip-tillage using rotating straight blades: Effect of cutting edge geometry on furrow parameters / M.A. Matin, J.M.A. Desbiolles, J.M. Fielke // Soil & Tillage Research. – 2016. – Vol. 155. – Pp. 271–279. DOI:10.1016/j.still.2015.08.016.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Юрий Алексеевич Кузыченко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории обработки почвы отдела агроландшафтного земледелия ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: smc.yuka@yandex.ru.

Роман Сергеевич Стукалов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией обработки почвы отдела агроландшафтного земледелия ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: Stukalov.roma@mail.ru.

Расул Гаджиумарович Гаджиумаров, научный сотрудник, зав. лабораторией технологий возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: rasul_agro@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Yuri A. Kuzychenko, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Soil Treatment Laboratory, Landscape Specific Agriculture Department, North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: smc.yuka@yandex.ru.

Roman S. Stukalov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Soil Treatment Laboratory, Landscape Specific Agriculture Department, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: Stukalov.roma@mail.ru.

Rasul G. Gadzhumarov, Research Scientist, Head of the Laboratory of Crop Cultivation Technologies, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: rasul_agro@mail.ru.

Received July 16, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

ВЛИЯНИЕ СОВМЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ

**Владимир Анатольевич Лыхман¹
Ольга Степановна Безуглова^{1,2}
Елена Александровна Полиенко¹
Марина Николаевна Дубинина¹
Ольга Ивановна Наими¹**

¹Федеральный Ростовский аграрный научный центр

²Южный федеральный университет

Представлены результаты исследований обоснования путей целенаправленного регулирования плодородия пахотного горизонта почвы в условиях Приазовской сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Изучено влияние совместного применения пестицидов и гуминового препарата на плодородие почвы, в том числе структурные свойства чернозёма с целью снижения токсического действия пестицидов внесением в почву гуминовых препаратов в критические фазы вегетации сельскохозяйственных культур. Проведена оценка структурного состояния почвы с использованием сухого и мокрого просеивания по методу Н.И. Саввинова, рассчитаны коэффициенты структурности и водопрочности почвенных агрегатов (критерий АФИ) в динамике в течение вегетационных периодов под различными культурами. На основе данных многолетнего опыта с озимой пшеницей показано, что физические свойства почв зависят от погодных условий вегетационного сезона и более подвержены деградации при систематическом внесении пестицидов. Однако к концу опыта отмечаются признаки резистентности почвы к действию гербицидов, особенно на вариантах применения гуминовых препаратов. Нагляднее всего этот эффект проявляется в динамике критерия водопрочности агрегатов. Во время вегетационного периода 2017–2018 г. сложились крайне неблагоприятные погодные условия с признаками засухи, однако внесение гуминовых препаратов в почву позволило снизить их неблагоприятное воздействие на структурное состояние почвы и повысить содержание водопрочных агрегатов. Несмотря на крайне низкое количество осадков в период вегетации 2019 г., в опыте отмечается рост величины коэффициента структурности, что указывает на улучшение агрофизических свойств чернозёма, особенно на варианте совместного применения пестицидов и гуминового препарата. Полученные результаты свидетельствуют об адаптогенном действии гуминовых препаратов, наиболее показательным оно в весенне-летние периоды стресса, обусловленного неблагоприятными погодными условиями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гуминовый препарат, агрономически ценные агрегаты, водопрочная структура, плодородие почвы, водно-воздушный режим, пестициды, минеральные удобрения.

EFFECT OF COMBINED USE OF PESTICIDES AND HUMIC PREPARATIONS ON THE FERTILITY AND STRUCTURAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOILS

**Vladimir A. Lykhman¹
Olga S. Bezuglova^{1,2}
Elena A. Polienko¹
Marina N. Dubinina¹
Olga I. Naimi¹**

¹Federal Rostov Agricultural Research Centre

²Southern Federal University

The authors present the results of research on substantiating the ways of purposeful regulation of fertility of arable soil horizon in the conditions of the Cis-Azov agricultural zone of Rostov Oblast. The authors have studied the effect of combined use of pesticides and humic preparation on soil fertility, including the structural properties of

chernozem in order to reduce the toxic effect of pesticides by applying humic preparations to the soil during the critical phases of vegetation of agricultural crops. Structural state of the soil was assessed using the method of dry and wet sieving according to N.I. Savvinov, and the coefficients of soil pedality and water stability of soil aggregates (API criterion) were calculated in dynamics during the vegetation periods under various crops. Based on the data of long-term experiment with winter wheat it is shown that physical properties of soils depend on weather conditions of vegetation season and are more susceptible to degradation due to systematic use of pesticides. However, by the end of experiment the signs of soil resistance to herbicides were noted, especially in the variants treated with humic preparations. This effect is most clearly manifested in the dynamics of the criterion of water stability of aggregates. During the vegetation season of 2017–2018 the weather conditions were extremely unfavorable with the signs of drought. However, soil treatment with humic preparations allowed reducing their adverse impact on the structural state of soil and increasing the content of water stable aggregates. Despite the extremely low amount of precipitation during the vegetation season of 2019, the experiment shows an increase in the value of soil pedality coefficient, which indicates an improvement in the agrophysical properties of chernozem, especially in the variant of combined use of pesticides and humic preparation. The obtained results suggest the adaptogenic effect of humic preparations, which is most prominent in the spring-summer periods of stress caused by unfavorable weather conditions.

KEYWORDS: humic preparation, agronomically valuable aggregates, water stable structure, soil fertility, water-air regime, pesticides, mineral fertilizers.

Введение
Современное сельскохозяйственное производство немислимо без использования химических средств защиты растений. Видовой состав пестицидов постоянно увеличивается, а объёмы их ежегодного использования в мире превышают 2 млн т [19]. Мутагенная, канцерогенная, тератогенная и аллергенная активность пестицидов предопределяет высокую актуальность исследований, направленных на уменьшение доз пестицидов без снижения их эффективности. Существуют различные пути достижения этой цели, один из них – применение пестицидов в сочетании с другими препаратами, действие которых направлено на улучшение состояния растений, что позволяет снизить пестицидный стресс [15, 23].

Изучение влияния пестицидов на биологическую активность почвы показало, что их применение зачастую приводит к снижению численности микроорганизмов и уменьшению активности почвенных ферментов [15]. Как оказалось, наиболее чувствительными к пестицидам являются аммонифицирующие, олигонитрофильные, коринеподобные споровые бактерии и стрептомицеты, снижение численности которых приводит к изменению видового состава почвенных микробиологических сообществ [16, 21, 22], что не может не сказываться на свойствах почвы, которые прямо и опосредованно зависят от численности и видового состава микроорганизмов [5]. Прежде всего, к таким свойствам относятся содержание гумуса и состояние почвенной структуры. С учётом вышеизложенного возрастает актуальность изучения структурного состояния почвы и его изменения под влиянием обработок посевов возделываемых сельскохозяйственных культур пестицидами.

С целью регулирования плодородия пахотного горизонта почвы в условиях Приазовской сельскохозяйственной зоны Ростовской области, в частности снижения токсического действия пестицидов, проведены исследования влияния совместного применения пестицидов и гуминового препарата на плодородие почвы, в том числе структурные свойства чернозёма.

Условия, материалы и методы

Экспериментальные исследования проведены сотрудниками ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в 2014–2019 гг.

Место проведения полевых опытов – поле № 73, ФГБНУ ФРАНЦ, Аксайский район Ростовской области, Приазовская сельскохозяйственная зона.

Климат Приазовской зоны засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход: наименьшие значения отмечаются в июле – 50–60%, в отдельные дни – 25–30% и ниже.

Уровень фотосинтетически активной радиации составляет 3,5–4,0 млрд ккал/га. Среднее многолетнее годовое количество осадков – 566 мм, распределение их в агрономической оценке часто неблагоприятное.

Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, и максимальный её запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). Основные запасы почвенной влаги формируются в осенне-зимний период [1]. В 2017 г. за этот период выпало 164,8, в 2018 г. – 141,7 мм. За весенне-летний период вегетации (апрель – июль) количество осадков в 2018 г. составило 93,8 мм, в 2019 г. – 165,4 мм (рис. 1).

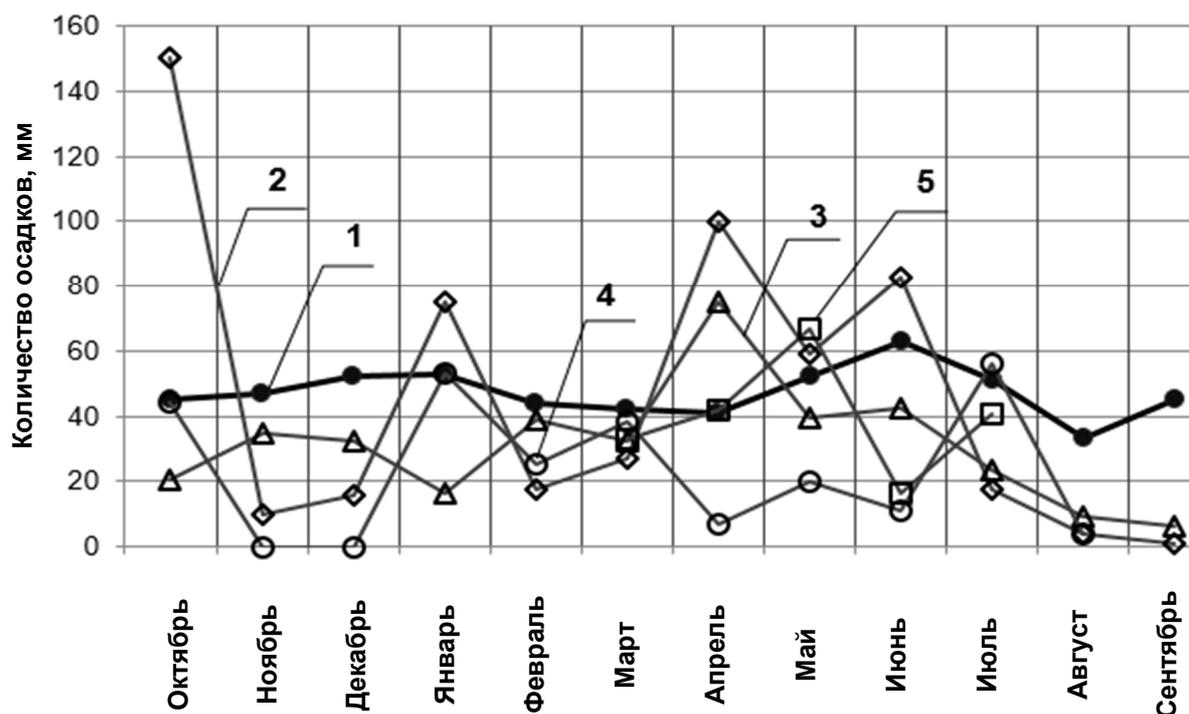


Рис. 1. Распределение осадков в осенне-летний период вегетации зерновых и зернобобовых культур: 1 – среднее многолетнее; 2 – 2014–2015 гг.; 3 – 2016–2017 гг.; 4 – 2017–2018 гг.; 5 – 2019 г.

В 2018 г. средняя температура составила +10,8°C, средняя температура в январе – –2,5°C, в июле – +25,6°C, температурный минимум зимой равнялся –13,4°C, температурный максимум в летний сезон – +35,0°C.

В 2019 г. средняя температура составила +12,0°C, средняя температура в январе – –1,9°C, в июле – +22,2°C, температурный минимум зимой равнялся –7,7°C, температурный максимум в летний сезон – +36,4°C.

Ростовская область относится к зоне рискованного земледелия по причине периодичности засушливых сезонов. В течение всего исследования уровень увлажнения постоянно варьировал. В 2018 г. ГТК за весенне-летний период составил 0,38, а 2019 г. характеризовался оптимальным увлажнением – 0,70. По этому значению территория возделывания зерновых культур в 2018 г. характеризуется как зона сухого земледелия, а в 2019 г. – как засушливая зона [20].

Почвы исследуемого участка представлены в основном чернозёмами обыкновенными карбонатными (приазовскими). По уровню своего плодородия этот тип почв является лучшим среди зональных почв Ростовской области. Содержание гумуса в

пахотном слое составляет 3,9–4,5%, количество валового азота – 0,20–0,25%, фосфора – 0,11–0,16%, калия – 2,3%. Содержание подвижных фосфатов – преимущественно низкое и очень низкое: в пахотном слое – 0,6–1,5 мг на 100 г почвы (по Мачигину); содержание обменного калия – повышенное: 30,0–47,0 мг на 100 г почвы (по Мачигину). Обеспеченность легкогидролизуемым азотом непостоянна, для нормального развития сельскохозяйственных культур требуется обязательное внесение азотных удобрений. Реакция почвенной среды в пахотном слое – 6,7–7,2 [4].

Полевой опыт был заложен по общепринятой методике [12].

Площадь опытного поля – 1 га, размер делянок – 24 × 30 м, повторность – трёхкратная.

В течение 2015–2019 гг. использовали различные средства химической защиты растений и гуминовые препараты (табл. 1, 2).

Таблица 1. Схема опыта в 2015–2018 гг.

Вариант	Удобрение, кг/га	Препараты и дозы внесения
1. Фон (контроль – К)	NH ₄ NO ₃ – 100	-
2. Фон + гуминовый препарат (К + Г)	NH ₄ NO ₃ – 100	ВЮ-Дон – 2 л/га
3. Фон + химическая система защиты (Х)	NH ₄ NO ₃ – 100	Гранстар Про – 15 г/га Альто Супер – 0,45 л/га
4. Фон + химическая система защиты + гуминовый препарат (Х + Г)	NH ₄ NO ₃ – 100	Гранстар Про – 15 г/га Альто Супер – 0,45 л/га ВЮ-Дон – 2 л/га

Таблица 2. Схема опыта в 2019 г.

Вариант	Удобрение	Препараты и дозы внесения
1. Фон (контроль – К)	N40P40K40	-
2. Фон + гуминовый препарат (К + Г)	N40P40K40	ВЮ-Дон-10 – 0,3 л/га
3. Фон + химическая система защиты (Х)	N40P40K40	Гезагард, КС – 3 л/га Би-58 Новый, КЭ – 1 л/га
4. Фон + химическая система защиты + гуминовый препарат (Х + Г)	N40P40K40	Гезагард, КС – 3 л/га Би-58 Новый, КЭ – 1 л/га ВЮ-Дон-10 – 0,3 л/га

Гуминовый препарат ВЮ-Дон получают методом щелочной экстракции из вермикомпостного биогумуса, содержание гуминовых кислот в нём составляет 2–2,5 г/дм³. Препарат ВЮ-Дон-10 является модификацией препарата ВЮ-Дон, отличается концентрацией гуминовых кислот, в данном препарате она составляет примерно 10 г/дм³, что позволяет использовать сниженные нормы расхода.

На опытном участке применялись агротехнологии возделывания озимой пшеницы, гороха и нута, рекомендованные для Приазовской зоны Ростовской области [14]. Обработка баковыми смесями была проведена в фазе формирования бобов.

Почвенные образцы отбирались из пахотного слоя согласно ГОСТ 28168-89 [10] по фазам вегетации: в 2015–2018 гг. – в фазе всходов, фазе кущения до обработки гуминовым препаратом и гербицидом, в фазе кущения через 14 дней после обработки гу-

миновым препаратом и гербицидом и на момент уборки озимой пшеницы; в 2019 г. – до посева и в фазе созревания бобов.

Оценку структурного состояния почвы проводили в соответствии с ГОСТ 12536-79 [9]. Для определения почвенной структуры применялось сухое и мокрое просеивание по методу Н.И. Саввинова.

Рассчитывали коэффициенты структурности и водопрочности почвенных агрегатов (критерий АФИ). При построении диаграмм использовали программу MS Excel.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 представлена динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

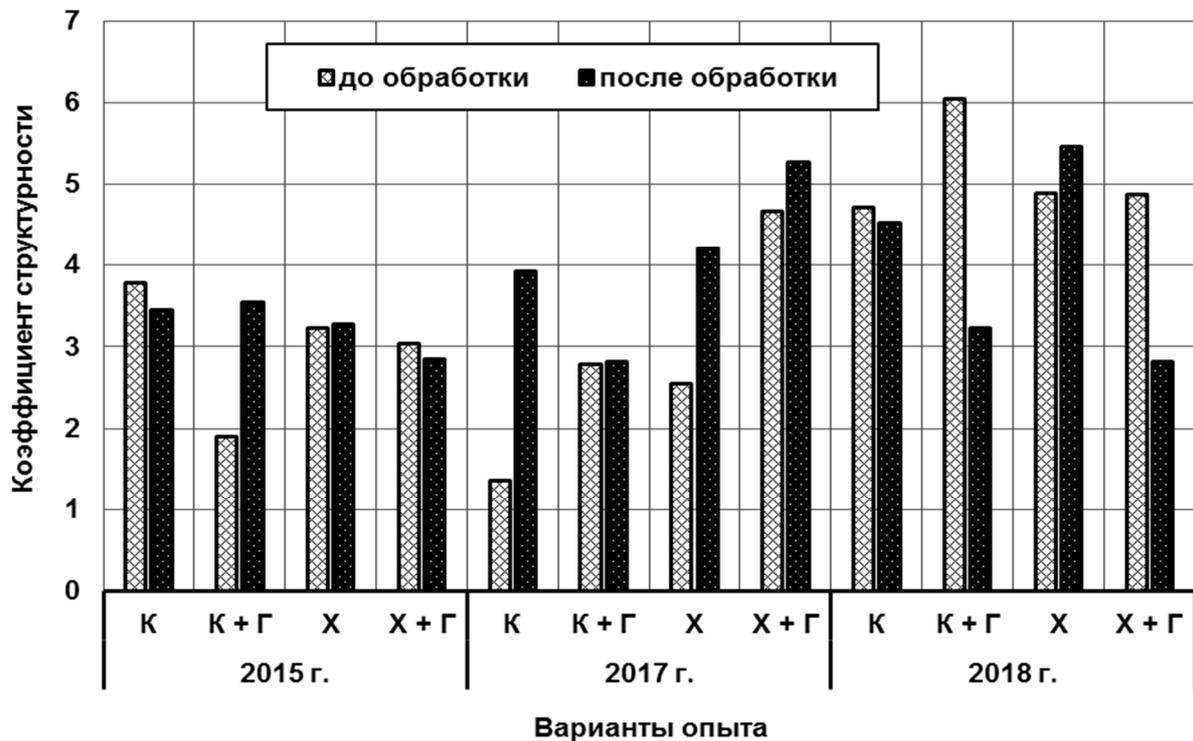


Рис. 2. Динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

Как следует из данных диаграммы, преобладание агрономически ценных фракций над пылеватыми и глыбистыми почвенными агрегатами при сухом просеивании прослеживается на вариантах применения гуминового препарата и выражается в величине коэффициента структурности.

На всех вариантах коэффициент структурности варьировал в диапазоне 1,4–7,0. Такое достаточно высокое варьирование, вероятно, обусловлено обработкой почвы сельскохозяйственными орудиями, а также значительным влиянием микрорельефа участка.

На фоновом варианте коэффициент структурности увеличился с 1,4 до 4,7, на варианте комбинированного применения гуминового препарата и химической защиты растений в 2017 г. – с 2,7 до 4,5, что, вероятно, обусловлено последствием пестицидов, которое проявляется в угнетении почвенной биоты, что, в свою очередь, может косвенно влиять на механизмы формирования агрономически ценной структуры [3]. Особенно хорошо это прослеживается в засушливом 2018 г.

В 2019 г. наблюдалась сходная картина: вне зависимости от смены действующего вещества пестицида на всех вариантах отмечена позитивная динамика коэффициента структурности (рис. 3).

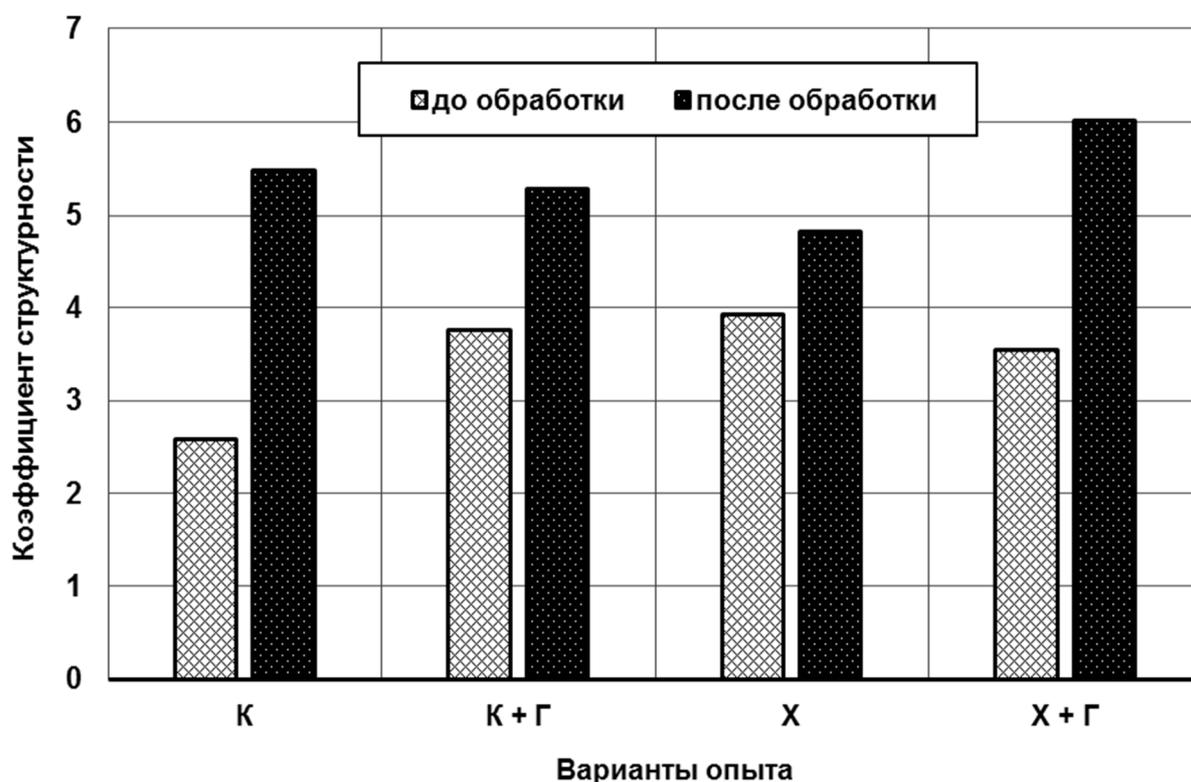


Рис. 3. Динамика коэффициента структурности чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2019 г.

Величина коэффициента структурности до обработки препаратами варьирует по вариантам опыта в пределах 2,5–3,9, а после обработки возрастает до 4,9–6,0. Однако если рассмотреть количественную разность значений коэффициента между двумя отборами, можно заметить, что максимальное увеличение показателя составляет на контроле +3,0, на варианте с совместным использованием средств защиты и гуминового препарата – +3,5, и эта разница статистически достоверна ($НСР_{0,05} = 2,0$).

В первом случае это объясняется опосредованным действием корневой системы вегетирующих растений, во втором случае проявляется свойство гуминового препарата снижать негативное действие пестицидов [13]. На двух других вариантах различия недостоверны, наблюдаемая динамика проявляется на уровне тенденции.

При изучении динамики количественных показателей агрофизических процессов наибольший интерес представляет водопрочность почвенных отдельностей от 5 до 0,25 мм (процент содержания водопрочных агрегатов рассчитывался по результатам мокрого просеивания).

Содержание водопрочных агрономически ценных агрегатов размером от 5 до 0,25 мм в почвенных образцах, отобранных до обработки в 2015, 2017, 2018 гг., варьировало в диапазоне 78–87%, что по шкале И.М. Бакшеева оценивается как избыточно высокая водопрочность почвенных отдельностей. Например, в 2018 г. содержание водопрочных агрегатов диаметром от 5 до 0,25 мм до обработки варьировало по вариантам опыта в пределах 67,5–78% (рис. 4).

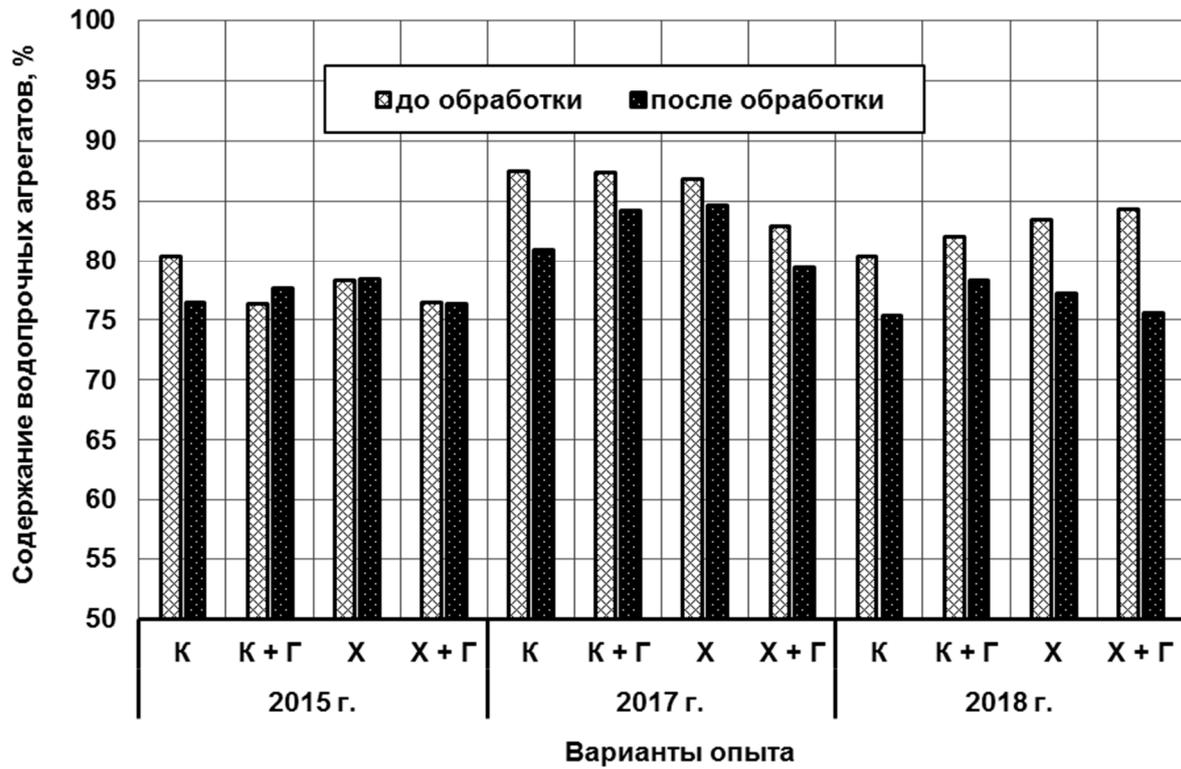


Рис. 4. Динамика содержания водопрочных агрегатов в чернозёме обыкновенном карбонатном по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

В 2019 г., несмотря на изменение действующего вещества пестицидов, показатели динамики содержания водопрочных агрономически ценных агрегатов были аналогичны предыдущим годам (рис. 5).

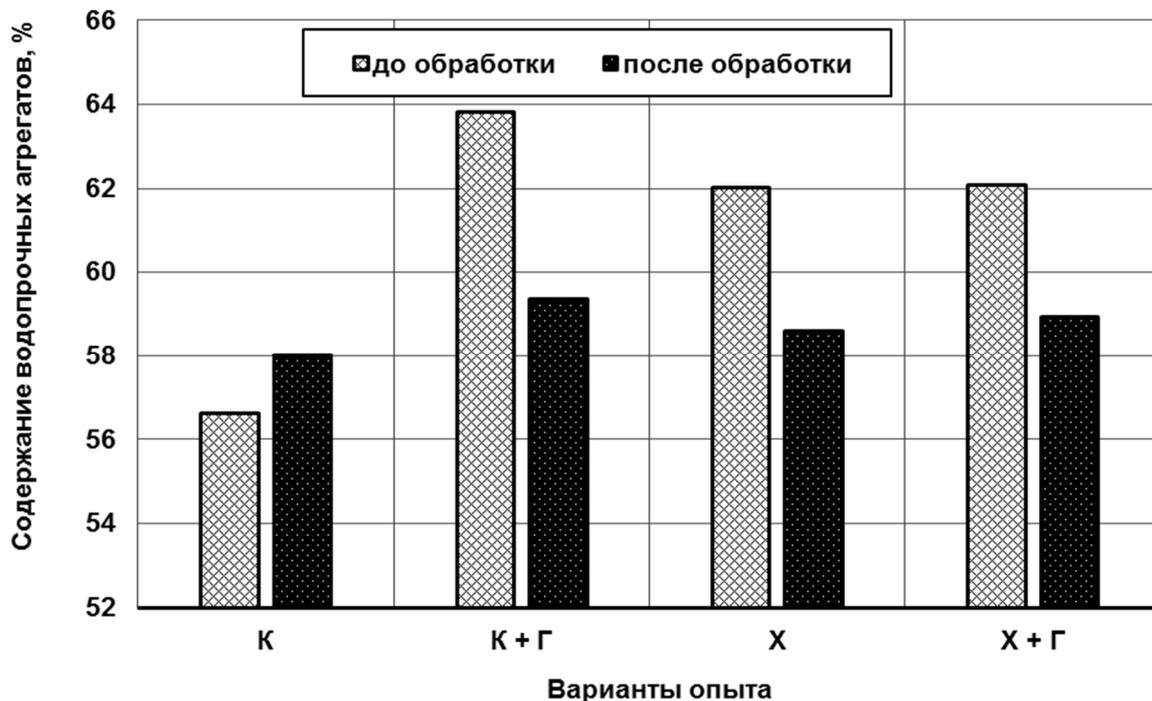


Рис. 5. Динамика содержания водопрочных агрегатов в чернозёме обыкновенном карбонатном по вариантам опыта в 2019 г.

Непосредственно перед внесением препаратов на опытных делянках содержание водопрочных агрегатов диаметром от 5 до 0,25 мм варьировало в пределах 56,4–63,9%. Такое состояние структуры по шкале Бахтина-Долгова оценивается как «от удовлетворительного до хорошего». Некоторая положительная динамика отмечена на варианте совместного внесения пестицидов и гуминового препарата (X + Г). Это свидетельствует о том, что деградационные процессы, вызванные применением средств химизации и механической обработкой почвы, оказались несколько сглаженными действием гуминового препарата. Обработка гуминовым препаратом вегетирующих растений способствует активизации их метаболизма, что, в свою очередь, стимулирует деятельность микроорганизмов в ризосфере и запускает процесс гумификации растительных остатков [8]. Новообразованные гуминовые кислоты активно воздействует на процессы формирования агрономически ценной структуры. Так как свежее органическое вещество повышает гумусированность почвы, оно опосредованно снижает ее плотность, улучшает структурность и водопрочность. Кроме того, высокогумусированные почвы имеют тёмную окраску, что напрямую влияет на такой агрофизический фактор, как альbedo, величина которого сказывается на тепловом режиме почв [7, 17].

Дополнительным показателем агрофизического состояния почв является критерий АФИ, который отражает соотношение агрономически ценных фракций агрегатов, учтённых в ходе сухого и мокрого просеивания [18].

Согласно данным, полученным в опыте 2015–2018 гг., до обработки соотношение водопрочных агрегатов при сухом и мокром просеивании на всех вариантах колебалось в диапазоне 100–500%. В контроле его значение достигло 452%, что характеризует структуру как очень хорошую. Однако во время вегетационного сезона неизбежные и неоднократные проходки сельскохозяйственных орудий приводят к деградациии агрофизических свойств. После обработки посевов препаратами на всех вариантах отчётливо прослеживается понижение значения критерия АФИ. На варианте применения пестицидов дегградация водопрочной структуры более заметная: критерий АФИ снижается с 340 до 150% (рис. 6).

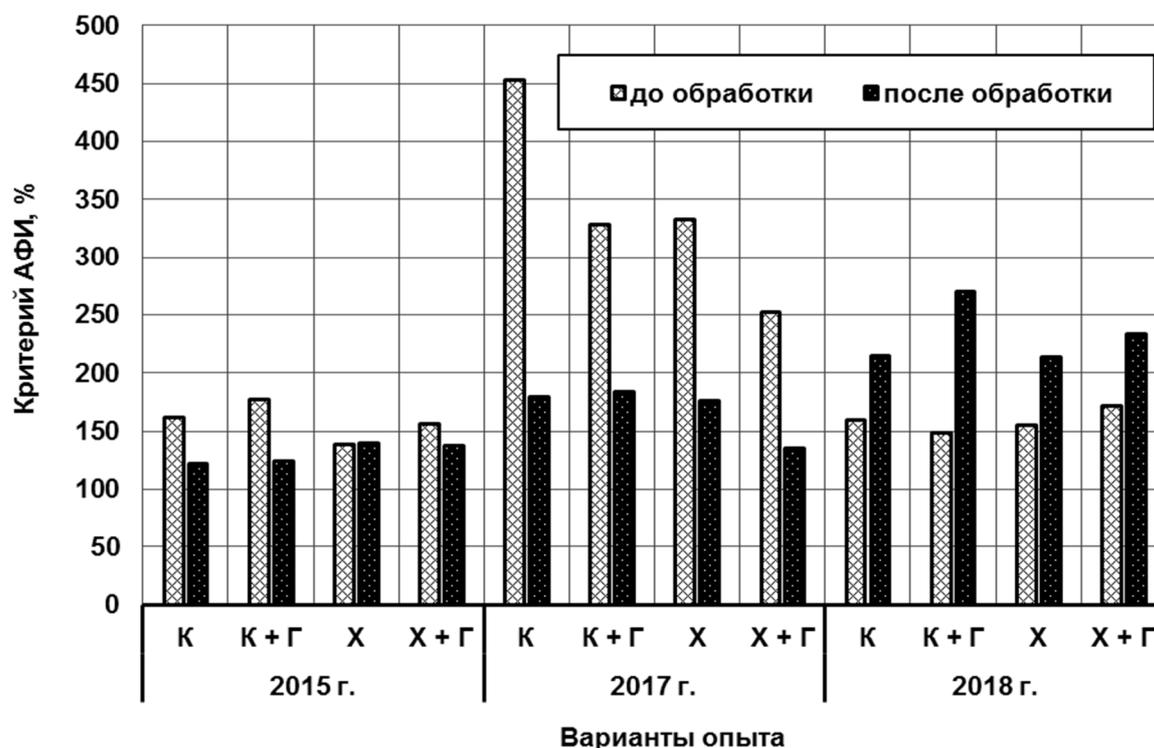


Рис. 6. Динамика критерия АФИ чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2015–2018 гг.

На варианте совместной обработки пестицидом и гуминовым препаратом отрицательная динамика сохраняется, однако она не так чётко выражена. Тем не менее при подробном анализе полученных результатов можно обнаружить рост цифровых значений на вариантах применения гуминовых препаратов: прирост критерия АФИ составил 12 и 21%, на статистически достоверную величину $НСР_{0,05} = 10,6\%$.

Результаты, полученные в 2019 г., также свидетельствуют о снижении некоторых показателей агрофизических свойств за период вегетации. Непосредственно перед внесением гуминового препарата и средств защиты содержание водопрочных агрегатов варьировало по вариантам от 121 до 146%, что соответствует хорошей оценке. Однако за период вегетации в почве происходят диспергационные процессы, способствующие распылению структуры и формированию глыбистых агрегатов. Эти явления обусловлены как проходками сельскохозяйственных орудий, так и диспергирующим действием катионов, входящих в состав удобрений, на коллоидные частицы в почве, из которых впоследствии формируются микроагрегаты и макроагрегаты [2, 6, 11]. По-видимому, некоторые фракции, а именно от 1 до 0,25 мм, более восприимчивы к динамике водно-воздушного режима в почве (рис. 7).

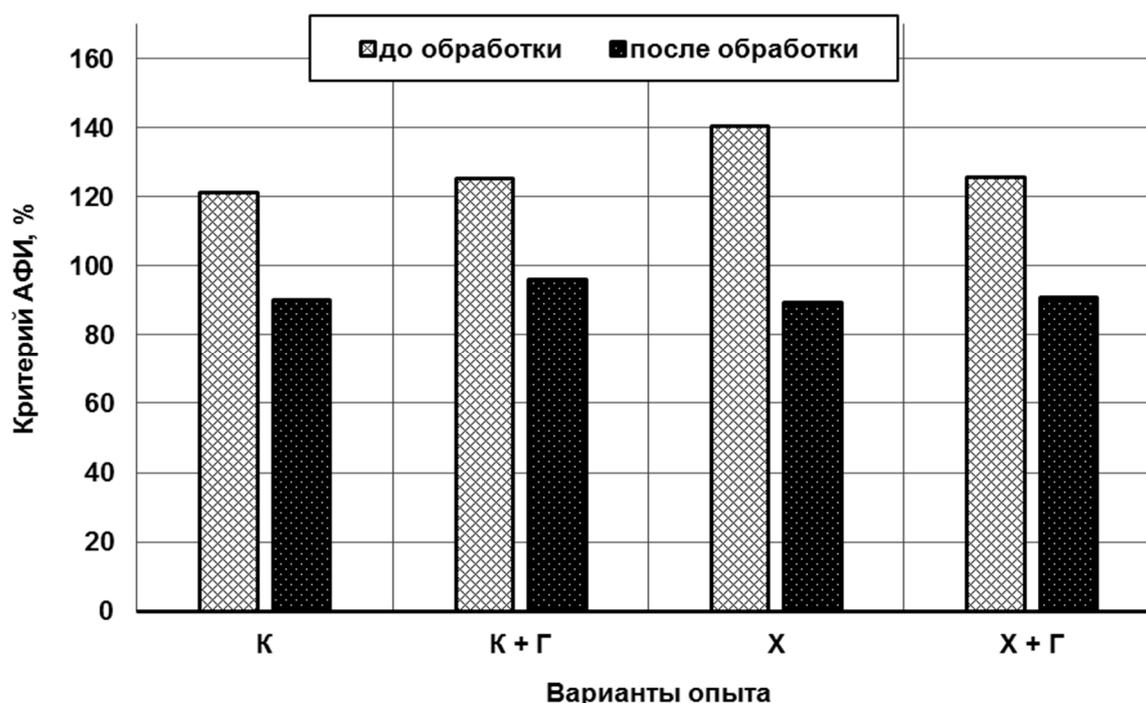


Рис. 7. Динамика критерия АФИ чернозёма обыкновенного карбонатного по вариантам опыта в 2019 г.

Подтверждением данного предположения может служить второй вариант (К + Г). После обработки гуминовым препаратом здесь отмечены максимальное значение критерия АФИ и положительная разница по сравнению с контролем, причём на статистически значимую величину (в сравнении с контролем +6,05 при $НСР_{0,05} = 5,02$), в то время как на третьем варианте (Х), где применялись только пестициды, наблюдается максимальное снижение величины данного показателя, что ещё раз может быть доказательством негативного опосредованного действия ядохимикатов на генезис агрономически ценных почвенных агрегатов.

Выводы

Многолетний опыт с озимой пшеницей показал, что физические свойства почв зависят от погодных условий и более подвержены деградации при систематическом

внесении пестицидов. Однако к концу опыта отмечаются признаки резистентности почвы к действию гербицидов, особенно на вариантах применения гуминовых препаратов. Нагляднее всего этот эффект проявляется в динамике критерия АФИ.

Несмотря на низкое количество осадков в период вегетации 2019 г. в опыте наблюдается рост величины коэффициента структурности, что указывает на улучшение агрофизических свойств чернозёма, особенно на варианте совместного применения пестицидов и гуминового препарата.

Полученные результаты свидетельствуют об адаптогенном действии гуминовых препаратов, особенно показательно оно в весенне-летние периоды при экстремальных погодных условиях.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области : справочник / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сев.-Кавк. упр. гидрометеорол. службы. Рост. гидрометеорол. обсерватория. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1972. – 251 с.
2. Александрова Л.Н. О природе органо-минеральных коллоидов и методах их изучения / Л.Н. Александрова, Т. Надь // Почвоведение. – 1958. – № 10. – С. 21–27.
3. Антипов-Каратаев И.Н. О почвенном агрегате и методах его исследования / И.Н. Антипов-Каратаев, В.В. Келлерман, Д.В. Хан. – Москва ; Ленинград : Изд-во и 2-я тип. Изд-ва Акад. наук СССР, 1948 (Москва). – 84 с.
4. Безуглова О.С. Почвы Ростовской области : учеб. пособие / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2008. – 352 с.
5. Бурхан О.П. Влияние пестицидов на биологическую активность чернозёма типичного центральной зоны Северо-Западного Предкавказья : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / О.П. Бурхан. – Краснодар, 2010. – 121 с.
6. Ванюшина А.Я. Органо-минеральные взаимодействия в почвах / А.Я. Ванюшина, Л.С. Травникова // Почвоведение. – 2003. – № 4. – С. 4–10.
7. Вильямс В.Р. Прочность и связность структуры почвы / В.Р. Вильямс // Почвоведение. – 1935. – № 5/6. – С. 746–754.
8. Влияние гуминовых препаратов на почвы и растения : монография / О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, А.В. Горюнов, В.А. Лыхман. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Изд-во Южного федерального университета, 2019. – 154 с.
9. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Введ. 1980–07–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1980. – 16 с.
10. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – Введ. 1990–04–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.
11. Гнатенко Ф.П. Эффективность плоскорезной обработки в почвозащитном севообороте / Ф.П. Гнатенко // Эффективность почвозащитных технологий обработки эродированных почв Украинской ССР : сб. науч. тр. – Киев : Южное отделение ВАСХНИЛ, 1987. – С. 64–71.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
13. Дубинина М.Н. Динамика каталазной активности чернозёма обыкновенного под влиянием удобрений и биологически активных веществ при возделывании озимой пшеницы / М.Н. Дубинина, В.А. Лыхман // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1-1 (31). – С. 27–33.
14. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) / Коллектив авторов ; ответственный за выпуск Зинченко В.Е. : в 3 ч. Ч. 1. – Ростов-на-Дону, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://don-agro.ru/FILES/2020/ZONYSZEM/Sistema_zemled_do_2020_1.docx (дата обращения: 20.06.2020).

15. Конищева В.А. Влияние минеральных удобрений на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья / В.А. Конищева, Д.И. Еремин // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 43–45.
16. Ксенофонтова О.Ю. Микроорганизмы почвы и пестициды / О.Ю. Ксенофонтова // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 148 с.
17. Стекольников К.Е. Органическое земледелие в России – благо или катастрофа? / К.Е. Стекольников // Биосфера. – 2020. – Т. 12, № 1–2. – С. 53–62. DOI: 10.24855/BIOSFERA.V12I1.537.
18. Тюлин А.Ф. О формах связи гуминовых веществ с минеральной частью почвенных коллоидов и об их значении для понимания различных свойств почвенных коллоидов / А.Ф. Тюлин // Почвоведение. – 1938. – № 7–8. – С. 977–999.
19. Фисунов Н.В. Влияние обработки почв и способа посева на водопотребление озимой пшеницы в Зауралье / Н.В. Фисунов, Д.И. Еремин // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 24–26.
20. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
21. Changes in soil microbial community are linked to soil carbon fractions after afforestation / F.Z. Zhao, J. Wang, C.J. Ren, X.H. Han, G.H. Yang, L. Zhang // European Journal of Soil Science. – 2018. – Vol. 69 (2). – Pp. 370–379. DOI: 10.1111/ejss.12525.
22. Decadal changes in soil organic matter due to microaggregate and hot water extractable pools / S.M. Lambie, A. Ghani, P.L. Mudge, B.A. Stevenson // Soil Science Society of America Journal. – 2019. – Vol. 83 (1). – Pp. 78–85. DOI: 10.2136/sssaj2018.04.0133.
23. Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress / O.S. Bezuglova, A.V. Gorovtsov, A. Demidov, E.A. Polienko V.E. Zinchenko, A.V. Grinko, V.A. Lykhman, M.N. Dubinina // Journal of Soils and Sediments. – 2019. – Vol. 19 (6). – Pp. 2665–2675. DOI: 10.1007/s11368-018-02240-z.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Анатольевич Лыхман – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: lykvladimir@yandex.ru.

Ольга Степановна Безуглова – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область; профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: lola314@mail.ru.

Елена Александровна Полиенко – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: samonichewa@gmail.com.

Марина Николаевна Дубинина – младший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: dubinina-marina@rambler.ru.

Ольга Ивановна Наими – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, Ростовская область, e-mail: o.naimi@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 21.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir A. Lykhman, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: lykvladimir@yandex.ru.

Olga S. Bezuglova, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast; Professor, the Dept. of Soil Science and Valuation of Land Resources, Southern Federal University, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: lola314@mail.ru.

Elena A. Polienko, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: samonichewa@gmail.com.

Marina N. Dubinina, Junior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: dubinina-marina@rambler.ru.

Olga I. Naimi, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Biological Agriculture and Plant Protection Laboratory, Federal Rostov Agricultural Research Centre, Russia, Rostov Oblast, e-mail: o.naimi@mail.ru.

Received July 21, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

СОЗДАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ КАК ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

**Оксана Владимировна Никитина¹
Анатолий Иванович Стифеев¹
Владимир Иванович Лазарев²**

¹Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

²Курский федеральный аграрный научный центр

В условиях низкой лесистости территории ЦЧР (8,2%) при высокой степени распаханности почв (до 80%) актуальным является облесение поверхности отвалов горных пород карьеров по добыче железной руды Курской магнитной аномалии (КМА) древесно-кустарниковыми породами, нетребовательными к плодородию почв. На основании результатов исследований агрохимических свойств и гранулометрического состава грунтосмесей площадок отвалов горных пород КМА подобран ассортимент древесно-кустарниковых растений и многолетних трав для создания фитоценозов на техногенных ландшафтах с учётом динамики формирования фитоценозов на технических смесях пород разного возраста. Даются рекомендации на свежееотсыпанных отвалах в период основной их усадки высевать многолетние травы местных сортов (люцерну, клевер, донник, люцерна, овсяницу, кострец, житняк), произрастающие на отвалах в процессе их самозарастания, при этом перед посевом трав почву следует разрыхлить на глубину 10–14 см и внести стартовую дозу минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га. Лесопосадочные работы на техногенных ландшафтах следует начинать сразу после завершения горнотехнических работ по их формированию, так как при их зарастании сорняками происходит сильное уплотнение пород, что требует применения более сложной технологии выращивания лесных культур. На платообразных участках техногенных ландшафтов лесные культуры ценных пород (берёза, тополь, сосна, клён, рябина, яблоня, ива, акация, облепиха, тёрн) необходимо размещать на расстоянии 2,5 м для создания насаждений лесохозяйственного назначения, в то время как для создания насаждений противэрозионного назначения следует использовать кустарники био группами на расстоянии 0,75 м. Разработанные мероприятия позволят предотвратить эрозионные процессы на склонах отвалов, улучшить экологическое состояние окружающей среды и ускорить увеличение видового состава биоценозов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карьер, отвалы, техногенные ландшафты, горные породы, деревья, кустарники, многолетние травы.

CREATION OF PHYTOCENOSES IN TECHNOGENIC LANDSCAPES OF KURSK MAGNETIC ANOMALY AS THE OPTIMAL WAY OF THEIR BIOLOGICAL RECULTIVATION

**Oksana V. Nikitina¹
Anatoly I. Stifeev¹
Vladimir I. Lazarev²**

¹Kursk State Agricultural I.I. Ivanov Academy

²Federal Agricultural Kursk Scientific Center

In the conditions of low forest cover of the Central Chernozem Region (8.2%) with a high degree of ploughness of soils (up to 80%) it is relevant to perform afforestation of the surface of rock dumps of iron ore quarries of Kursk Magnetic Anomaly (KMA) with hardy-shrub species that are not demanding of soil fertility. Based on the results of research on agrochemical properties and granulometric composition of soil mixtures of KMA rock dump sites the authors have selected an assortment of hardy-shrub plants and perennial grasses to create phytocenoses in technogenic landscapes taking into account the dynamics of phytocenoses formation on technical mixtures of rocks of various ages. It is recommended to seed recently filled dumps during the main period of their shrinkage with perennial grasses of local varieties (e.g. alfalfa, clover, melilot, birdsfoot trefoil, fescue, brome grass, wheatgrass, etc.) that typically grow on the dumps in the process of self-organized vegetation. Prior to sowing the soil should be loosened to the depth of 10-14 cm and treated with a starter dose of mineral fertilizers $N_{30}P_{30}K_{30}$ kg a.i./ha. Forest planting works in technogenic landscapes should be initiated immediately after the completion of mining engineering operations, since weed infestation causes a strong compaction of rocks, which requires using

a more complex technology for growing forest crops. On plateau-like areas of technogenic landscapes valuable wood species (e.g. birch, poplar, pine, maple, rowan, apple, willow, acacia, sea buckthorn, blackthorn, etc.) should be placed at the distance of 2.5 m to create stands for forestry purposes, while the creation of anti-erosion stands requires planting shrubs in biogroups at the distance of 0.75 m. The developed measures will prevent erosion processes on dump slopes, improve the ecological state of the environment and accelerate the enhancement of species composition of biocenoses.

KEYWORDS: quarry, dumps, technogenic landscapes, rocks, trees, shrubs, perennial grasses.

В ведение

Из землепользования РФ ежегодно отчуждаются сотни тысяч гектаров земель в связи с добычей полезных ископаемых, созданием карьеров, хвостохранилищ, строительством и прокладкой трубопроводов различного назначения, а также складированием бытовых и промышленных отходов. При этом естественные, тысячелетиями создаваемые ландшафты переходят в разряд техногенных ландшафтов, что оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Как следствие, образуются «язвы» литосферы (карьеры, отвалы, хвостохранилища), приводящие экологические системы к гибели. При этом изменяется гидрологический режим территории, связанный со сбросом дренажных вод. В результате извлечения из карьеров горных пород образуются отвалы высотой свыше 100 м, хвостохранилища отходов обогащения горно-обогатительных комбинатов, значительные по размерам промышленные площадки и т. д. Создание техногенных ландшафтов оказывает негативное экологическое воздействие на прилегающие к ним территории. Так, при добыче полезных ископаемых в окружающую среду поступают тяжёлые металлы, отмечаются суховершинность и гибель деревьев и кустарников, ускоряются дефляционные процессы, сокращаются популяции животных и растений, возрастает заболеваемость населения, проживающего в зоне добычи полезных ископаемых [3].

Вопросы фитомелиорации техногенных ландшафтов, образованных при добыче железной руды, угля, фосфоритов, золота и других полезных ископаемых, изучались многими учёными [4, 7, 8, 11, 15]. Установлено, что видовой состав древесно-кустарниковых и травянистых фитоценозов во многом определяется природно-климатическими условиями региона, биологическими особенностями деревьев, кустарников и трав, а также физико-химическими свойствами горных пород, выносимых на поверхность.

В этой связи создание фитомелиоративных условий произрастания древесно-кустарниковых многолетних трав и насаждений на техногенных ландшафтах разного возраста формирования и их естественного самозаращения в условиях КМА представляет как теоретический, так и практический интерес.

На территории Центрального Черноземья железная руда добывается открытым способом на трёх карьерах (Михайловский, Старооскольский и Лебединский) и подземным способом (АО «Комбинат КМАруда» и Прохоровское месторождение). Для добычи руды и её обогащения изъято из землепользования двух областей (Курской и Белгородской) свыше 36 тыс. га ценнейших чернозёмов и серых лесных почв [2, 14].

В результате длительных исследований (в течение 50 лет) авторами разработана и продолжает совершенствоваться технология комплексной рекультивации нарушенных земель, включающая создание агроценозов с нанесением на спланированные отвалы плодородного гумусового слоя мощностью 40 см в плотном состоянии, позволяющего возделывать все сельскохозяйственные культуры, районированные в ЦЧР. Для создания фитоценозов из трав рекомендуется внесение на спланированные отвалы плодородного гумусового слоя мощностью 10 см, а также на отвалах из смеси горных пород внесение под культивацию минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ без нанесения плодородного слоя. Фитоценозы из древесно-кустарниковых насаждений создаются их посадкой на отвалах без нанесения гумусового слоя с использованием лесопосадочной машины ССН-1 или ручной посадкой на откосах отвалов под меч Колесова.

Другими видами рекультивации можно считать создание искусственных водоёмов и зон рекреации. Учитывая низкую лесистость территории и сравнительно невысокие затраты на облесение, авторами в результате многолетних исследований был накоплен положительный опыт создания фитоценозов на территории КМА из древесно-кустарниковой растительности и многолетних трав как оптимального варианта биологической рекультивации [2, 13].

Цель представленного в статье этапа исследований заключалась в изучении физических и химических свойств технических смесей горных пород, отсыпанных в отвалы, и установлении их пригодности для облесения техногенных ландшафтов на территории Курской и Белгородской областей.

Для решения поставленной цели были обозначены следующие задачи:

- определить агрохимические свойства и гранулометрический состав технических смесей горных пород, отсыпанных в отвалы в результате добычи железной руды на территории Курской магнитной аномалии;
- детально исследовать состояние древесно-кустарниковых пород и трав на спланированных отвалах разного возраста в процессе их самозарастания;
- предложить оптимальное размещение древесно-кустарниковых растений определённого ассортимента при создании фитоценозов для практического облесения типичных техногенных ландшафтов в условиях открытого способа добычи железной руды на территории КМА.

Объекты и методика исследований

Объектами исследований являются отвалы горных пород разного возраста, где произрастают древесно-кустарниковые насаждения и многолетние травы (№ 1, № 2, № 5). Все они представляют техногенный ландшафт, сформированный смесью пород (технические смеси) с разными морфологическими и физико-химическими свойствами, для изучения которых на типичных участках на глубине 0–20 см и 20–50 см отбирали образцы, в которых определяли следующие показатели:

- $pH_{КСI}$ – потенциометрически по методу ЦИНАО (ГОСТ 26484-85) [5];
- сумма обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица;
- органическое вещество и валовой азот – по методу Тюрина;
- обменный калий и фосфор – по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91) [6];
- обменные Ca^{2+} и Mg^{2+} – в модификации ЦИНАО [1];
- гранулометрический состав – пипет-методом по методу Качинского [9];
- количество тяжёлых металлов в породах – атомно-адсорбционным методом в ацетатно-аммонийной вытяжке.

В процессе обследования отвалов было выделено 16 элементарных участков, где проводили разрез и делали 4–5 прикопок.

Естественное зарастание древесно-кустарниковыми породами и многолетними травами изучалось в соответствии с Программой и методикой техногенных биогеоценозов (1978) [12] на учётных площадках размером 10 м². Определяли флористический и видовой состав, обилие видов (по Друде), проективное покрытие (по Раункиеру), виды растений с использованием книги «Флора средней полосы европейской части России» [10].

Результаты и их обсуждение

Приживаемость и дальнейший рост деревьев, кустарников, многолетних трав зависят не только от их биологических особенностей, но и от агрохимических свойств тех почв и горных пород, на которых они произрастают. Учитывая тот факт, что при формировании техногенных отвалов в условиях КМА используется валовой способ отсыпки горных пород, то при этом можно заключить, что отвалы образуются в основном из технических смесей. Результаты определения агрохимических свойств грунтосмесей приведены в таблице 1.

АГРОНОМИЯ

Таблица 1. Агрохимические свойства грунтосмесей на пробных площадках отвалов, Михайловский горно-обогатительный комбинат

№ пробной площадки	Глубина отбора образца, см	pH _{KCl}	Подвижные, мг/кг		Органическое вещество, %	Валовый азот, %	Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы	Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г почвы
			K ₂ O	P ₂ O ₅				
I	0–20	7,1	32,0	3,4	0,9	0,04	-	31,4
	21–50	7,3	16,2	1,6	0,7	0,03	0,2	36,7
II	0–20	6,8	21,2	4,5	1,1	0,10	6,4	56,0
	21–50	7,0	28,6	4,0	1,2	0,10	6,8	21,4
III	0–20	7,1	14,6	6,2	1,8	0,10	-	24,3
	21–50	7,3	13,9	4,4	1,3	0,10	-	41,1
IV	0–20	6,2	11,1	4,8	2,0	0,13	7,8	10,8
	21–50	7,0	12,0	5,1	2,2	0,14	5,1	18,2
V	0–20	6,9	14,4	5,5	0,15	-	0,2	15,0
	21–50	7,4	13,8	6,0	0,13	-	-	14,9
VI	0–20	6,9	12,8	2,2	0,12	-	0,2	3,2
	21–50	7,0	13,0	3,0	0,11	-	-	3,0
VII	0–20	6,9	13,0	13,3	0,9	0,05	0,2	15,2
	21–50	7,0	12,2	13,3	0,7	0,02	0,2	16,0
VIII	0–20	6,5	15,6	следы	0,8	-	0,2	6,4
	21–50	6,7	10,2	следы	0,7	-	-	5,8

Как следует из таблицы 1, грунтосмеси имеют нейтральную и слабокислую среду (рН 6,2–7,3), в основном обеспечены обменным калием (10,2–32,2 мг/кг), содержание органического вещества варьирует в пределах от 0,7 до 2,2%, валового азота – от 0,02 до 0,14% (очень низкое), сумма обменных оснований – от 3,0 до 56,0 мг-экв./100 г почвы, гидролитическая кислотность – от 0,2 до 7,8 мг-экв./100 г почвы. В целом агрохимические свойства грунтосмесей благоприятны для произрастания фитоценозов.

Важным показателем роста и развития фитоценозов на техносмесях является гранулометрический состав, который в значительной мере влияет на водные и воздушные свойства. Тяжёлый гранулометрический состав затрудняет рост корневой системы, ухудшает доступ влаги к корневым волоскам, что в значительной мере сказывается на росте растений. Результаты анализа гранулометрического состава грунтосмесей приведены в таблице 2.

Гранулометрический состав исследуемых техногенных грунтосмесей достаточно разнообразен. Четвертичные отложения представлены различными суглинками, юрскими и девонскими отложениями, соответственно, супесью и средними суглинками, также встречаются разновидности песков. Гранулометрический состав грунтов отражает не только направленность трансформации ландшафта под действием активных процессов, но и характер первичных процессов почвообразования, которые возникают в верхних слоях техногенных грунтов. Количественное соотношение в распределении элементарных гранулометрических частиц и их свойства по фракциям существенно влияют как на агрегатный уровень, так и на характер динамики порового пространства.

Данные анализа гранулометрического состава показали, что характерной особенностью исследуемых грунтов является преобладание песчаной, крупнопылевой и пылевой фракций при незначительном присутствии илистых частиц (табл. 2), что позволяет фитоценозам произрастать на технических смесях, отсыпаемых на железорудных месторождениях КМА.

Таблица 2. Гранулометрический состав техногенных грунтосмесей, Михайловский горно-обогатительный комбинат

№ пробной площадки	Глубина взятия образца, см	Содержание частиц (мм) в % к массе							Гранулометрический состав грунтов
		1,0 – 0,25	0,25 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005 – 0,001	< 0,001	Сумма фракций менее 0,01	
I	0–10	1,7	71,6	8,5	3,6	6,1	8,5	17,8	Супесь Суглинок лёгкий
	40–50	14,4	44,0	17,1	2,4	4,9	17,1	24,4	
II	0–10	6,2	59,0	15,4	2,4	2,8	4,2	19,4	Супесь Песок
	40–50	25,0	65,5	4,0	1,5	2,0	2,0	5,2	
III	0–10	1,5	20,8	45,2	5,2	6,8	20,4	32,5	Суглинок средний Суглинок средний
	40–50	2,5	19,8	45,0	5,4	6,7	20,5	32,4	
IV	0–10	2,0	71,3	8,5	3,6	6,1	8,5	17,8	Супесь Суглинок средний
	40–50	14,8	43,7	17,1	2,4	4,9	17,1	24,4	
V	0–10	0,9	63,3	11,0	4,2	9,3	11,0	24,8	Суглинок лёгкий Песок
	40–50	23,3	69,5	3,1	1,3	1,2	1,6	4,0	
VI	0–10	14,5	43,2	17,5	2,8	4,9	17,1	24,4	Суглинок лёгкий Суглинок средний
	40–50	1,6	20,7	45,2	5,2	6,9	20,3	32,5	
VII	0–20	1,8	20,5	45,0	5,4	6,9	20,3	32,5	Суглинок средний
VIII	40–50	1,4	37,6	16,5	9,5	15,2	19,8	44,5	Суглинок средний

Результаты исследований отвалов КМА 25-летнего возраста из технических смесей горных пород 2–15 показали, что фитоценозы формируются дольше в процессе их самозарастания по сравнению с формированием в зональных экосистемах.

Спустя 2 года после отсыпки отвала растения имеют различный характер сингенетических изменений фитоценоза. Основные ценозообразующие семейства формируют к этому времени пионерную группировку и простое зарослевое сообщество, представленное следующими видами: горец птичий (*Polygonum aviculare*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), вейник наземный (*Calamagrostis epigejos*). Фитоценозы древесно-кустарниковых пород представлены сеянцами акации белой (*Robinia pseudoacacia*), берёзы плакучей (*Betula pendula*), рябины буроватой (*Sorbus subfusca*), облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*). Количество рудеральных и сорных видов на 2-летних отвалах составляет 88%. Доминирующими видами здесь являются: мать-и-мачеха (*Tussilago farfara*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*). Сеянцы древесно-кустарниковых пород представлены вышеобозначенными видами высотой 17–20 см.

Спустя 15 лет количество видов трав, деревьев и кустарников на отвалах значительно возрастает. В процессе самозарастания отвалов обнаружено соответственно 24 и 10 семейств. Наиболее многочисленными видами трав являются астровые (*Asteraceae*) – 29 видов, мотыльковые (*Faboideae*) – 18, норичниковые (*Scrophulariaceae*) – 7, мятликовые (*Poaceae*) – 6, розоцветные (*Rosaceae*) – 5, гречишные (*Polygonaceae*) и капустные (*Brassicaceae*) – 4, прочие семейства – 1–2 вида.

Наибольшей встречаемостью обладают следующие виды: мать-и-мачеха (*Tussilago farfara*) и вейник наземный (*Calamagrostis epigejos*) – 75%, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) – 62%, пастернак лесной (*Pastinaca silvestris*) – 60%, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) – 58% и цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*) – 50%.

Отмечается значительное увеличение древесно-кустарниковых пород, представленных берёзой повислой (*Betula verrucosa*), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), акацией белой (*Robinia pseudoacacia*), клё-

ном татарским (*Acer tataricum*), липой мелколистной (*Tilia cordata*). Высота отдельных видов достигает 2 м (берёза, акация, клён).

Спустя 25 лет на отвалах из технических смесей горных пород формируется сложное групповое зарослевое сообщество.

На платообразных участках отмечаются монодоминантные куртины донника лекарственного (*Melilotus officinalis*) и вейника наземного (*Calamagrostis epigejos*) в количестве более 100 экземпляров на 1 м² при проективном покрытии 100%, размеры куртин которых составляют соответственно 100–150 и 20–30 м².

Видовой состав трав уменьшается и включает следующие луговые и рудеральные виды: мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), марь белая (*Chenopodium album*), горец птичий (*Polygonum aviculare*) и др.

На заселение отвалов растительностью оказывают влияние экологические факторы, складывающиеся в почвогрунтах на начальных этапах формирования биолого-почвенных сообществ [11, 15]. Совокупность экологических факторов обуславливает скорость заселения и видовой состав пионерной флоры. На 15-летних отвалах формируется полидоминантное сообщество, где видами-эдификаторами являются мать-и-мачеха, цикорий обыкновенный, хвощ луговой, кипрей узколистный, пупавка красильная, видами-содоминантами – люцерна хмелеватая, клевер красный, тысячелистник обыкновенный, одуванчик лекарственный, пырей ползучий. К рудеральным относятся 88% видов. Отмечено неравномерное зарастание отвалов. Проективное покрытие на южных и северных склонах составляет соответственно 30 и 60%.

За 25-летний период на отвалах из технических смесей отмечается сформировавшийся древостой, под пологом которого произрастает травянистый покров, характерный для лесного сообщества. Количество видов деревьев возрастает до 10: берёза повислая (*Betula verrucosa*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), тополь душистый (*Populus suaveolens*), яблоня садовая (*Malus domestica*), груша обыкновенная (*Pyrus communis*), клён татарский (*Acer tataricum*), рябина буроватая (*Sorbus subfusca*), акация белая (*Robinia pseudoacacia*), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*), ива шелковистая (*Salix pantosericea*).

В таблице 3 приведены морфологические и санитарные показатели древесно-кустарниковой растительности на отвале 25-летнего возраста технической смеси горных пород Михайловского горно-обогатительного комбината КМА.

Таблица 3. Морфологические и санитарные показатели древесно-кустарниковой растительности на платообразном участке из технической смеси горных пород, 2019 г.

Экспозиция	Порода	Количество деревьев и кустарников, шт.	Диаметр	Высота	Количество усохших, экземпляров шт.	Доля в древостое, %
			в среднем, см			
Плато	Берёза	16	13,8	244	-	21,4
	Сосна	17	14,5	231	2	23,3
	Тополь	12	9,2	300	2	12,5
	Яблоня	2	8,0	200	-	3,6
	Груша	2	7,5	220	-	3,6
	Клён	1	8,0	304	-	5,3
	Рябина	4	9,2	201	1	3,6
	Акация	9	10,4	320	-	14,3
	Облепиха	7	11,0	200	-	10,4
	Ива	10	13,0	204	-	2,0

Приведённые в таблице 3 данные свидетельствуют о том, что берёза, сосна, акация, облепиха и ива обладают лучшими морфологическими показателями: наибольшей высотой – 200–320 см, диаметром ствола – 10,4–14,5 см и долей в древостое (за исключением ивы) (10,4–23,3%). Отмечены усохшие экземпляры тополя (2), сосны (2) и рябины (1).

Лучшими древесно-кустарниковыми породами, произрастающими на отвалах Михайловского ГОКа, оказались берёза, сосна, тополь, ива, акация, облепиха. Создание фитоценозов на технических смесях пород, т. е. при небольших экономических затратах облесение обеспечивает повышение устойчивости техногенных ландшафтов.

Установлено, что к 25-летнему возрасту на выровненных отвалах из технических смесей горных пород формируется климаксовое сообщество со 100% проективным покрытием древесно-кустарниковыми породами, под пологом которых произрастает травянистая растительность, представленная клевером, люпином, земляникой, зверобоем, одуванчиком, майником, видовая насыщенность которых составляет 10–13 видов на 1 м².

В таблице 4 приведена динамика фитоценозов, произрастающих на технических смесях пород (плато) разного возраста (МГОК).

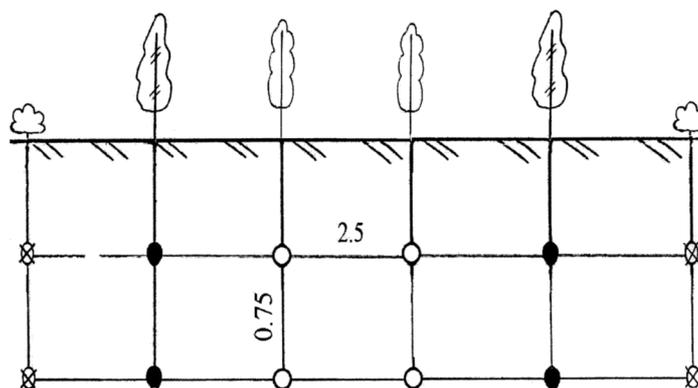
Таблица 4. Динамика фитоценозов, произрастающих на технических смесях пород (плато) разного возраста (МГОК)

Возраст	Характеристика сообщества	Стадия сингенеза
2 года	Единичные растения-пионеры	Простая группировка, фитоценоз однолетников
15 лет	Злаково-разнотравная-донниковая Разнотравно-вейниковая Злаково-разнотравная	Сложная группировка Фитоценоз однолетников, двулетников, многолетников
25 лет	Разнотравно-злаково-мятликовая Разнотравно-бобово-злаковое	Сложная группировка Фитоценоз на 80% представлен многолетниками

Как следует из приведённых в таблице 4 данных, на отвалах из технических смесей 2-летнего возраста произрастают единичные растения-пионеры, на 15-летнем разнотравье – злаково-мятликовый фитоценоз и на 25-летнем – злаково-бобовый разнотравный фитоценоз. В описанных сообществах встречается от 5 до 39 видов трав, общее проективное покрытие – от 4,5% (2 года) до 100% (25 лет).

Таким образом, сопоставив экологические данные и ценотические спектры, а также приняв во внимание тот факт, что отвалы расположены в лесостепной зоне, можно сделать вывод, что сформировавшиеся травянистые фитоценозы представлены мезофитами. Увеличение видового разнообразия трав идёт за счёт возрастания фитоценотического разнообразия на фоне некоторого обеднения видовой насыщенности отдельных растительных сообществ по мере прохождения ими стадий сингенетической сукцессии. Особенно это заметно при повышении концентрации доминирования сильных видов эдификаторов. Развитие растительной группировки происходит от стадии поселения отдельных видов растений до группировки с определённой степенью сомкнутости и явно выраженными фитоценотическими отношениями.

На основании результатов проведённых исследований предлагается создание устойчивых древесно-кустарниковых насаждений лесохозяйственного назначения на платообразных участках отвалов из технических смесей горных пород (см. рис.).



Создание насаждений лесохозяйственного назначения

Для создания противоэрозионных насаждений на откосах отвалов рекомендуется куртинное размещение биогрупп из облепихи крушиновидной и акации белой. Размещение ценных пород (берёза, тополь, яблоня и др.) рекомендуется на расстоянии 2,5 м, кустарников (акация, облепиха, рябина, тёрн) – на расстоянии 0,75 м.

Выводы

Лабораторные и полевые исследования показали, что отвалы, отсыпанные горными породами из карьеров КМА валовым способом, представляют технические смеси, свойства которых благоприятны для произрастания отдельных древесно-кустарниковых пород и видов многолетних трав.

В условиях низкой лесистости территории Центрального Черноземья (8,2%) считаем необходимым использовать техногенные ландшафты (отвалы) Курской магнитной аномалии для создания фитоценозов из древесно-кустарниковых насаждений и посева многолетних трав, что позволит предотвратить эрозионные процессы на склонах отвалов, улучшить экологическое состояние окружающей среды и ускорить увеличение видового состава биоценозов.

На свежееотсыпанных отвалах рекомендуем в период их основной усадки высевать многолетние травы местных сортов (люцерну, клевер, донник, лядвенец, овсяницу, кострец, житняк), произрастающие на отвалах в процессе их самозаращения. Перед посевом трав необходимо поверхность разрыхлить на глубину 10–14 см и внести стартовую дозу минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га.

Лесопосадочные работы на техногенных ландшафтах необходимо начинать сразу после завершения горнотехнических работ по их формированию, так как в последующие годы происходит зарастание отвалов сорняками и сильное уплотнение пород, что требует применения более сложной технологии выращивания лесных культур.

По данным мониторинга проведённых посадок на техногенных ландшафтах можно рекомендовать для создания фитоценозов следующие породы: берёзу, тополь, сосну, клён, рябину, яблоню, иву, акацию, облепиху, тёрн.

На платообразных участках техногенных ландшафтов лесные культуры ценных пород (берёза, тополь, сосна, клён, рябина, яблоня, ива, акация, облепиха, тёрн) необходимо размещать на расстоянии 2,5 м для создания насаждений лесохозяйственного назначения, в то время как для создания насаждений противоэрозионного назначения следует использовать кустарники биогруппами на расстоянии 0,75 м.

Разработанные мероприятия позволят предотвратить эрозионные процессы на склонах отвалов, улучшить экологическое состояние окружающей среды и ускорить увеличение видового состава биоценозов.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Изд-во Московского ун-та, 1970. – 488 с.
2. Бессонова Е.А. Биологическая рекультивация нарушенных земель Центрального Черноземья – основной путь создания устойчиво техногенных ландшафтов Курской магнитной аномалии / Е.А. Бессонова, А.И. Стифеев // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. международной науч. конф. (Россия, г. Екатеринбург, 04–08 июня 2007 г.). – Екатеринбург : Изд-во Уральского гос. ун-та, 2007. – С. 588–596.
3. Голованов А.И. Рекультивация нарушенных земель : учебник для студентов вузов / А.И. Голованов Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин ; под ред. А.И. Голованова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 326 с.
4. Гончар М.Т. Подбор древесных и кустарниковых пород для облесения открытых разработок серы / М.Т. Гончар, Б.А. Сабин // Лесное хозяйство. – 1986. – № 9. – С. 47–49.
5. ГОСТ 26484-85. Почвы. Метод определения обменной кислотности. – Введ. 1986–06–30. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1985. – 3 с.
6. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. – Введ. 1993–06–30. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
7. Завьялова К.Е. Опыт создания культур берёзы повислой в условиях магнетитового загрязнения / К.Е. Завьялова, С.Л. Меншиков, В.В. Барановский // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. международной науч. конф. (Россия, г. Екатеринбург, 04–08 июня 2007 г.). – Екатеринбург : Изд-во Уральского гос. ун-та, 2007. – С. 273–280.
8. Засорина Э.В. Некоторые закономерности формирования биогеоценозов на отвалах Стойленского ГОКа / Э.В. Засорина // Восстановление и повышение плодородия земель техногенных ландшафтов : сб. статей. – Воронеж : Воронежский СХИ, 1982. – С. 55–78.
9. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский. – Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1958. – 192 с.
10. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России : учеб. пособие для биологических факультетов ун-тов, пед. и с.-х. вузов / П.Ф. Маевский. – 10-е изд., испр. и доп. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
11. Миркин Б.М. Об антропогенной эволюции растительности / Б.М. Миркин // Экосистемные исследования: историко-методологические аспекты. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 94–106.
12. Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов : сб. статей / АН СССР, Науч. совет по пробл. биогеоценологии и охраны природы, Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова ; отв. ред. Л.В. Моторина, Б.П. Колесников. – Москва : Наука, 1978. – 223 с.
13. Рекультивация нарушенных земель и технологии их реабилитации на территории Центрального Черноземья / А.И. Стифеев, О.В. Никитина, Е.А. Бессонова, К.Н. Кемов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 6. – С. 34–38.
14. Стифеев А.И. Система рационального использования и охрана земель : учеб. пособие / А.И. Стифеев, Е.А. Бессонова, О.В. Никитина. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 168 с.
15. Чибрик Т.С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: биологическая рекультивация / Т.С. Чибрик, Ю.А. Елькин. – Свердловск : Изд-во Уральского гос. ун-та, 1991. – 220 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Оксана Владимировна Никитина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», Россия, г. Курск, e-mail: Nikioxana2009@yandex.ru.

Анатолий Иванович Стифеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», Россия, г. Курск, e-mail: stifeev09.2015@yandex.ru.

Владимир Иванович Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», Россия, г. Курск, e-mail: vla190353@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Oksana V. Nikitina, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Ecology, Horticulture and Plant Protection, Kursk State Agricultural I.I. Ivanov Academy, Russia, Kursk, e-mail: Nikioxana2009@yandex.ru.

Anatoly I. Stifeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Ecology, Horticulture and Plant Protection, Kursk State Agricultural I.I. Ivanov Academy, Russia, Kursk, e-mail: stifeev09.2015@yandex.ru.

Vladimir I. Lazarev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Director, Federal Agricultural Kursk Scientific Center, Russia, Kursk, e-mail: vla190353@yandex.ru.

Received July 16, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ ЗАЛУЖЕНИИ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

**Вадим Гусейнович Гребенников
Иван Алексеевич Шипилов
Олеся Викторовна Хонина**

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Представлены результаты исследований, проведённых в 2015–2019 гг. в Ставропольском крае с целью создания экологически устойчивых и фитоценотически совместимых бобово-злаковых агрофитоценозов многолетних трав на деградированных кормовых угодьях сухостепной зоны. Полевые опыты проводили на склоновых землях, подверженных эрозионным процессам (низкопродуктивные сенокосы и пастбища) по общепринятым действующим методикам. Реализован системный подход при оптимизации технологии выращивания люцерны жёлтой, эспарцета виколистного и донника жёлтого со злаковыми травами в смешанных посевах. Впервые для восстановления природно-ресурсного потенциала сухостепной зоны доказана возможность ускоренного залужения низкопродуктивных кормовых угодий многолетними видами трав степного типа (люцерна жёлтая, эспарцет виколистный, пырей средний, пырей удлинённый, донник жёлтый) и их смесями. Исследования базируются на оптимизации норм высева семян многолетних трав с участием трёх видов бобовых трав (люцерна жёлтая, эспарцет виколистный, донник жёлтый) и двух видов пырея (среднего и удлинённого), обеспечивающих ускоренное восстановление деградированных и опустыненных земель аридной зоны Ставрополя. Высокая потенциальная урожайность, кормовые достоинства растительной массы и разновременное её использование в системе сенокосопастбищеоборота, широкий ареал возможного возделывания позволяют засухоустойчивым и солевыносливым видам трав, таким как пырей средний, пырей удлинённый, люцерна жёлтая, занимать одно из ведущих мест среди многолетних трав, дающих возможность при оптимизации их фитоценотической структуры формировать урожай зелёной массы и сухого вещества высоких кормовых достоинств. Исследуемые травосмеси обеспечили урожайность зелёной массы на уровне 11,2–14,3 т/га, при этом содержание сухого вещества и сырого протеина было достаточно высоким и составило соответственно 2,3–3,1 т/га и 13,6–16,4%. По содержанию клетчатки (23,5–27,3%) травосмеси отвечали зоотехническим нормам кормления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фотосинтез, листовая поверхность, фотосинтетический потенциал, многолетние травы, смешанные посева, нормы высева, энергетическая эффективность.

LONG-TERM LEGUME-CEREAL AGROPHYTOCENOSES AND ITS ENVIRONMENTAL-FORMING FUNCTION AND SUSTAINABILITY DURING REGRASSING OF FORAGE LANDS IN THE ARID ZONE

**Vadim G. Grebennikov
Ivan A. Shipilov
Olesya V. Khonina**

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

The article deals with the results of research conducted in 2015–2019 in Stavropol Territory in order to create environmental sustainable and phytocenotic compatible legume-cereal agrophytocenoses of perennial grasses on degraded forage lands of the dry-steppe zone. Field experiments were carried out on slope lands liable to erosion processes (low-yielding hayfields and pastures) according to common established methods. A systematic approach was implemented to optimize the technology of growing yellow alfalfa (*Medicago falcata*), sainfoin (*Onobrychis viciaefolia*), and yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) in mixed sowing with grasses. For the first time the authors substantiated the possibility of restoration of natural resource potential of the dry-steppe zone by

accelerated cultivation of low-yielding forage lands by perennial grass species of the steppe type, such as yellow alfalfa (*Medicago falcata*), sainfoin (*Onobrychis viciaefolia*), intermediate wheatgrass (*Agropyrum intermedium*), tall wheatgrass (*Elytrigia elongata*), yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) and their mixtures. The research is based on optimization seeding rates of perennial grasses and 3 types of legumes (yellow alfalfa, sainfoin, yellow sweet clover) and 2 types of wheatgrass (intermediate and tall) in mixture composition, which provide accelerated restoration of degraded and desert steppe lands of the arid zone of Stavropol Territory. High potential productivity, feed value of vegetation mass and its time transgressive use in the system of mowing and pasture rotation, a wide range of possible cultivation allow drought-resistant and salt-tolerant grass species, such as intermediate wheatgrass, tall wheatgrass, yellow alfalfa, to occupy one of the leading places among perennial grasses, which make it possible to optimize their phytocenotic structure to form a crop of green mass and dry organic substance with high feed value. The studied grass mixtures provided the productivity of green mass and dry organic substance at the level of 11.2–14.3 t/ha and 2.3–3.1 t/ha respectively, the content of crude protein was rather high and amounted to 13.6–16.4%. In terms of fiber content (23.5–27.3%), the grass mixtures pass zootechnical feeding standards.

KEYWORDS: photosynthesis, leaf surface, photosynthetic potential, perennial grasses, mixed sowing, seeding rates, energy efficiency.

Введение
Регуляция физиологических процессов у многолетних трав под влиянием разных норм высева семян, в конечном итоге, направлена на повышение продуктивности агрофитоценоза, улучшение качества урожая и усиление адаптивности и устойчивости культур в сложившихся метеорологических условиях [2].

Известно, что биоритм развития растений в смешанных посевах различной оптической плотности зависит от факторов внешней среды [10]. В основе видовой и сортовой реакции растений на степень загущения посевов лежат сложные механизмы [1], поэтому определение оптимальной структуры посева многолетних трав при их разном ценотическом взаимодействии как системы, предназначенной для максимального поглощения и использования солнечной радиации на протяжении безморозного периода, является актуальным [11].

Различные сорта и виды многолетних трав в смешанных посевах при колебаниях экологических условий в пределах диапазона, допускающего их функционирование, направляют свою жизнедеятельность на максимизацию продукционного процесса в целом. При возделывании в совместных посевах уменьшается амплитуда колебаний температур в течение суток, нивелируются их резкие кратковременные перепады, что создаёт более благоприятные условия для прохождения процессов жизнедеятельности растений [10].

При возделывании многолетних бобово-злаковых травосмесей в простых и сложных агрофитоценозах ряд авторов рекомендует норму высева каждой культуры уменьшать наполовину, а другая часть авторов – только на одну треть [4, 5].

Использование новых для аридной зоны злаковых видов многолетних трав с разным периодом кормового использования позволяет маневрировать сроками уборки, продлевать работу сырьевого конвейера на 10–12 дней при снижении доли каждого компонента в поливидовых травосмесях до 10–15% от полной нормы высева семян [6].

Неоднозначность опубликованных результатов исследований по улучшению деградированных сенокосов и пастбищ степной зоны на основе подсева бобово-злаковых травосмесей связана с тем, что в различных почвенно-климатических условиях при разных способах улучшения (коренное, поверхностное) и нормах высева семян по-разному проявляются сортовые и видовые особенности фотосинтетической деятельности растений и их компонентов, что, в конечном счёте, влияет на стабилизацию их продуктивности [3, 7, 8, 9, 10].

Следовательно, для аридных условий определение количественного соотношения компонентов при выращивании новых видов и сортов пырея и люцерны жёлтой представляет практический интерес.

Материалы и методы исследований

В период проведения исследований, анализа полученных результатов использовали общенаучный системный подход, методы научного познания (индукция, синтез, анализ), а также такие экспериментальные методы, как наблюдение и сравнение.

Полевые опыты проводили в 2015–2019 гг. в СПК племзаводе «Дружба» Апанасенковского района Ставропольского края на склоновых землях, подверженных эрозионным процессам. В основном это низкопродуктивные сенокосы и пастбища, с которых собирают 3–3,5 т/га зелёной массы или 0,6–0,8 т/га малоценного сена. Активная антропогенная нагрузка на эти земли вызвала сильное уплотнение почвы, разрушение дернины, изреживание травостоя, выпадение из него ценных в кормовом отношении растений.

Каштановые солонцеватые почвы имеют следующие характеристики:

- содержание гумуса – 1,45–1,52%;
- порозность почвы – 35%;
- плотность в слое 0–20 см – 1,30–1,32 г/см³;
- коэффициент увлажнения – 0,25–0,28.

Скашивание травостоя на опытном участке проводили в 3-й декаде сентября, затем проводили мелкое рыхление почвы на глубину 10–12 см агрегатом БДТ-3.

В почву обработанного участка рано весной при её поспевании (2-я декада марта) вносили удобрения (N₄₅P₆₀K₃₀).

Поперёк склона проводили культивацию и высевали многолетние травы (сеялкой Amazone D9600-EC combi) в 3-й декаде марта в 4-кратной повторности. После посева почву прикатывали кольчатыми катками ЗККШ-6.

Площадь опытной делянки – 360 м², учетной – 50 м². Размещение вариантов в опыте – систематическое.

Наиболее благоприятным для роста и развития кормовых культур по количеству атмосферных осадков был 2015 г., а в 2016–2019 гг. осадков выпало на 1–20% меньше средней многолетней нормы (350–370 мм), что сказывалось на конечной продуктивности растений. Продуктивный запас влаги весной под посевами за 2015–2019 гг. составлял в среднем 120–135 мм, к концу вегетации – 45–60 мм.

В полевых опытах использовали следующие варианты посева многолетних трав в травосмесях: 50 и 75% от полной нормы посева семян в одновидовом посеве.

Норма посева семян пырея среднего (Ставропольский 1), пырея удлиненного (Ставропольский 10) составляла 12 и 18 кг/га, семян люцерны жёлтой (Татьяна) – 8 и 12 кг/га, эспарцета виколистного (Русич) – 45 и 60 кг/га, семян покровной культуры – донника жёлтого двулетнего (Золотистый) – 15 кг/га.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с применением статистических и математических методов анализа.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследований установлено, что конкурентные связи в агрофитоценозах многолетних трав различной оптической плотности явились важным биотическим фактором как подавления, так и интенсификации ростовых процессов у пырейно-эспарцето-люцерновых травосмесей.

Характерной особенностью пырея среднего и удлиненного является слабое их развитие в год посева. Такие травостои быстро зарастают сорняками, поэтому в состав травосмеси включали покровную культуру, роль которой осуществлял донник жёлтый.

Пырей средний и удлиненный в травосмесях с люцерной жёлтой и эспарцетом виколистным хорошо переносят высокие летние и низкие зимние температуры и со 2-го года жизни отличались высокими темпами роста, усиленно формировали корневую систему, фотосинтетический аппарат и тем самым закладывали основы получения стабильных урожаев в последующие годы жизни.

Включение в состав травосмеси донника жёлтого позволяет уже в 1-й год жизни травосмесей получать биомассу урожая до 6,9 т/га. В последующие годы с увеличением продуктивности агрофитоценоза в целом равномерно возрастали доли эспарцета и люцерны в урожае.

Наиболее интенсивно процессы накопления биомассы урожая протекали со 2-го года после подсева. Ко времени уборки урожая (фаза завершения бутонизации бобовых, колошения злаков) общая биопродуктивность травосмесей в среднем за 5 лет жизни по вариантам опыта колебалась от 8,19 до 14,32 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Продуктивность бобово-злаковых травосмесей при разных нормах высева семян и фотосинтетической деятельности растений в посевах различной оптической плотности (в среднем за 2015–2019 гг.)

Показатель	Травосмесь / Соотношение компонентов от полной нормы высева, %				
	Люцерна + донник (контроль) / 100 + 100	Люцерна + пырей средний + эспарцет + донник / 50 + 50 + 50 + 100	Люцерна + пырей средний + эспарцет + донник / 75 + 75 + 75 + 100	Люцерна + пырей удлинённый + эспарцет + донник / 50 + 50 + 50 + 100	Люцерна + пырей удлинённый + эспарцет + донник / 75 + 75 + 75 + 100
Зелёная масса, т/га	8,19	11,19	13,0	14,32	12,16
Сухое вещество, т/га	1,52	2,30	2,65	3,05	1,95
Облиственность, %	47,5	40,6	39,4	39,5	32,4
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	20,4	19,4	21,5	23,6	20,4
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² /сутки	6,4	4,8	4,2	5,5	3,8
Фотосинтетический потенциал, млн м ² дней/га	1,32	1,04	1,37	1,55	1,23

Под влиянием норм высева общая продолжительность вегетационного периода у травосмеси пырей средний + люцерна + эспарцет в загущенном травостое (75% от полной нормы высева семян) в среднем за 5 лет сокращалась и составляла 110–115 дней, в травосмесях с участием пырея удлинённого – 120–125 дней.

Известно, что создание высокопродуктивных, долголетних, оптимизированных по составу и структуре травосмесей возможно при наличии фитоценотически специализированных сортов. Уровень продуктивности кормовых агрофитоценозов в большей мере определяется конкурентной способностью вида, сорта, входящего в состав агрофитоценоза, устойчивого к условиям выращивания.

Улучшение старовозрастных деградированных кормовых угодий, позволяющее довести содержание бобовых компонентов в структуре фитоценозов до 25–30%, – одно из важнейших направлений в совершенствовании современного кормопроизводства, решающее проблему дефицита протеина в рационах животных. Люцерна, в этой связи, благодаря её высокой экологической пластичности, устойчивости к факторам внешней среды в составе фитоценоза обладает высокой урожайностью и долголетием.

В настоящее время в Северо-Кавказском федеральном научном аграрном центре созданы новые фитоценотически специализированные сорта люцерны жёлтой (Злата, Татьяна), основными достоинствами которых являются повышенная фитоценотическая

пластичность, зимостойкость и засухоустойчивость. Изучение экологической совместимости люцерны жёлтой (Татьяна) с двумя видами пырея (среднего и удлинённого) показало, что наиболее комплементарными компонентами травосмеси являются эспарцет виколистный и донник жёлтый двулетний, высеваемый в качестве покровной культуры.

Изменение ростовых процессов в посевах многолетних трав при разной степени их загущения свидетельствует, что люцерно-пырейно-эспарцетовые травосмеси являются наиболее адаптированными к зоне сухих степей видами многолетних трав. Наибольшая фотосинтетическая активность изучаемых агрофитоценозов в смешанных посевах достигается в том случае, когда в травостое между компонентами обеспечивается наиболее рациональное соотношение величины листовой поверхности (ЛП), чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), фотосинтетического потенциала (ФП).

Такие трёхкомпонентные травосмеси направляют свою жизнедеятельность на максимизацию продукционного процесса в целом и используют образующиеся ассимилянты для формирования биомассы с выходом 1,95–3,05 т/га сухого вещества, что в 0,4–1,5 раза выше по сравнению с одновидовыми посевами люцерны.

Увеличение нормы высева травосмесей до 75% от полной нормы высева семян у пырея удлинённого вело к нежелательным последствиям. Растения пырея сильно разрастались, занимали верхний ярус, подавляли развитие люцерны, в результате перед уборкой снижалась суммарная поверхность листьев такого фитоценоза.

В более изреженном травостое (50% от полной нормы высева семян) различия в величине ЛП у обоих видов пырея сглаживались за счёт равномерного развития всех 3 компонентов.

Увеличение густоты стояния растений у обоих видов пырея приводило к изменению чистой продуктивности фотосинтеза. По сравнению с чистым посевом люцерны показатели ЧПФ резко снижались: у пырея удлинённого – на 27–30%, у пырея среднего – на 12–17%, что позволяет сделать вывод о большей напряжённости ценотического взаимодействия люцерны, пырея удлинённого и эспарцета.

Экспериментальные данные свидетельствуют о неоднозначности зависимости роста продуктивности агрофитоценоза и его качества от величин ЛП, ФП и ЧПФ. Различие в характере фотосинтетической деятельности у пырея удлинённого существенно возрастало в загущенном травостое. В период укосной спелости теснота связи норм высева с показателями r_1 (ЛП), r_2 (ЧПФ), r_3 (ФП) и r_4 (урожайность сухого вещества) существенно изменялась – от довольно низкой в начале роста ($\eta = 0,25–0,32$) до достаточно высокой ($\eta = 0,85–0,92$).

Корреляционный и дисперсионный анализ отмеченных выше связей с урожайностью сухого вещества показал, что они достоверны, существенно прямолинейны и характеризуются следующими коэффициентами корреляции:

$$- r_{1,2} = 0,15;$$

$$- r_{1,3} = 0,75;$$

$$- r_{1,4} = 0,82;$$

$$- r_{2,3} = 0,17;$$

$$- r_{2,4} = 0,36;$$

$$- r_{3,4} = 0,78.$$

Оптически плотный агрофитоценоз, в котором пырей средний, эспарцет виколистный и люцерну жёлтую высевали в количестве 75% каждого компонента от полной нормы высева семян, и агрофитоценоз, где пырей удлинённый в смеси с эспарцетом и люцерной высевали в количестве 50% каждого компонента от полной нормы высева семян, в сравнении с одновидовым посевом люцерны оказались более устойчивыми как фотосинтезирующая оптико-биотическая система, а также способными в аридной зоне

при минимальных водных ресурсах формировать площадь листовой поверхности в среднем за 5 лет на уровне 19,4–23,6 тыс. м²/га, что на 14–16% больше, чем в посевах люцерны.

Уравнение прямолинейной множественной регрессии для урожая абсолютно сухого вещества смешанных посевов 2 видов пырея (среднего и удлинённого) с люцерной жёлтой имеет следующий вид:

$$Y = 0,790x_1 + 0,0387x_2 + 0,197x_3 + 2,109,$$

где Y – урожайность абсолютно сухого вещества, т/га;

x₁ – культура (смесь);

x₂ – норма высева;

x₃ – площадь листовой поверхности, тыс. м²/га.

Приведённое линейное уравнение позволяет глубже исследовать взаимоотношения разных видов многолетних трав.

Исследования показали, что приёмы поверхностного улучшения природных кормовых угодий в аридной зоне достаточно эффективны и не требуют больших затрат. Улучшать сбитые и деградированные пастбища можно путём посева засухоустойчивых, солевыносливых видов и сортов многолетних трав с разным периодом кормового использования. Благодаря таким посевам можно создавать улучшенные кормовые угодья для овец и других видов животных в различных экологических условиях сухостепной и полупустынной зон.

Гидротермические и световые факторы вегетации определяют качество зелёной массы одновидовых и смешанных посевов многолетних люцерно-пырейно-эспарцетовых травосмесей, при этом их воздействие представляет собой многоступенчатый процесс.

В смешанных посевах разной оптической плотности наблюдалась устойчивая и стабильно повторяющаяся отзывчивость на степень загущения посевов у разных видов пырея, что выражалось в изменении интенсивности как ростовых процессов, так и качества зелёной массы выращенного корма (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав многолетних бобово-злаковых травосмесей в зависимости от нормы высева семян (в среднем за 2015–2019 гг.)

Норма высева семян в травосмесях, %	% от абсолютно сухого вещества					Сахар / протеин	Обменная энергия, МДж/кг сухого вещества
	сырой протеин	сырой жир	клетчатка	БЭВ	сахар		
Люцерна + донник (контроль) / (100 + 100)	19,6	3,8	22,6	43,4	11,6	0,59 : 1	8,85
Люцерна + пырей средний + эспарцет + донник / (50 + 50 + 50 + 100)	16,0	3,2	23,8	44,7	7,5	0,47 : 1	6,97
Люцерна + пырей средний + эспарцет + донник / (75 + 75 + 75 + 100)	16,4	3,1	23,5	46,3	7,0	0,43 : 1	6,85
Люцерна + пырей удлинённый + эспарцет + донник / (50 + 50 + 50 + 100)	15,2	2,6	25,0	43,4	5,8	0,38 : 1	7,41
Люцерна + пырей удлинённый + эспарцет + донник / (75 + 75 + 75 + 100)	13,6	2,9	27,3	45,4	5,5	0,40 : 1	6,65

В травосмесях с участием пырея среднего, люцерны жёлтой и эспарцета виколистного в загущенном агрофитоценозе (75% от полной нормы высева семян) и пырея удлинённого с люцерной и эспарцетом в более редком травостое (50% от полной нормы высева семян) содержание сырого протеина составляло соответственно 16,4 и 15,2%, что в полной мере удовлетворяет зоотехническим нормам кормления овец и крупного рогатого скота.

Посевы люцерны в смеси с донником, как и следовало ожидать, обеспечили самое высокое содержание сырого протеина в корме – 19,6%. В составе травосмесей содержание сырого протеина также было достаточно высоким и составило 13,6–16,4%. По содержанию клетчатки (23,5–27,3%) кормовая масса травосмесей также соответствовала зоотехническим нормам.

Выводы

С целью улучшения старовозрастных деградированных аридных территорий Ставропольского края, поддержания продуктивности агрофитоценоза в постоянно меняющихся экологических условиях целесообразно создание бобово-злаковых травосмесей с включением функционально сходных по ценотической роли видов, таких как люцерна жёлтая, эспарцет виколистный, пырей средний и пырей удлинённый.

Донник жёлтый двулетний как покровная культура в год посева травосмесей обеспечивал до 60% урожая от общей биомассы и до 35–40% урожая от общей биомассы травосмесей на 2-й год, при этом донник положительно влиял на рост растений, что выразилось в увеличении количества вегетативных и генеративных побегов у трав, снижении засорённости травостоя, повышении общей продуктивности фитоценоза и улучшении его качества.

Своеобразные экологические условия, складывающиеся в процессе онтогенеза многолетних трав, во многом определяли видовую отзывчивость пырея среднего и пырея удлинённого к меняющимся условиям выращивания. Совместное их произрастание с люцерной жёлтой и эспарцетом виколистным при соотношении 50% от нормы высева семян каждого компонента в одновидовом посеве обеспечивало относительно высокую сезонную продуктивность кормовых угодий.

Травосмеси из разных видов трав обеспечивают быстрое достижение фитоценозом максимума продуктивности и сохранение этого уровня более длительное время. Период укосной спелости травосмеси с участием пырея среднего и люцерны жёлтой продолжается с середины мая и до середины июня, а с участием пырея удлинённого с люцерной жёлтой – с конца мая и до конца июня.

Библиографический список

1. Влияние режимов скашивания на продуктивность и питательную ценность многолетних травостоев / Л.П. Евстратова, Г.В. Евсеева, С.Н. Смирнов, А.И. Камова // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 18–22.
2. Гребенников В.Г. Энергосберегающая технология выращивания многолетних трав на деградированных каштановых почвах сухостепной зоны / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102, № 2. – С. 163–173. DOI: 10.33284/2658-3135-102-2-163.
3. Зезин Н.Н. Белково-энергетический коэффициент как показатель эффективности отрасли кормопроизводства / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 12–17.
4. Ибрагимов К.М. Продуктивность эспарцета песчаного в двух-трёхкомпонентных фитомелиоративных агрофитоценозах в условиях Кизлярских пастбищ / К.М. Ибрагимов, И.Р. Гамидов, М.А. Умаханов // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 23–27.
5. Лазарев Н.Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–25.
6. Лапенко Н.Г. Присельские пастбища – важная кормовая база для животных индивидуально-го сектора / Н.Г. Лапенко, Л.Р. Оганян // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11 (190). – С. 9–17. DOI: 10.3417/article_5dcd861e318036.10746233.
7. Рыбашлыкова Л.П. Мониторинг сукцессионных изменений пастбищных фитоценозов в «потухших» очагах дефляции Северо-Западного Прикаспия / Л.П. Рыбашлыкова, А.И. Беляев, А.М. Пугачева // Юг России: экология, развитие. – 2019. – Т. 14, № 4. – С. 78–85. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.
8. Современное состояние и пути повышения эффективности кормопроизводства в Карелии / Л.П. Евстратова, Г.В. Евсеева, С.Н. Смирнов, Г.А. Катричко // Кормопроизводство. – 2018. – № 12. – С. 6–9.
9. Хонина О.В. Современное состояние естественных кормовых угодий Ставрополя и способы их улучшения / О.В. Хонина // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3 (12). – С. 477–481. DOI: 10.25930/2218-855X/120.3.12.2019.
10. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol / N.G. Lapenko, E.I. Godunova, L.V. Dudchenko, S.A. Kuzminov, A.S. Kapustin // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – Pp. 6329–6336. DOI: 10.5281/zenodo.2604260.
11. Trukhachev V.I. Current status of resource potential of agriculture in the South of Russia / V.I. Trukhachev, I.Yu. Sklyarov, Yu.M. Sklyarova // Montenegrin Journal of Economics. – 2016. – Vol. 12, No. 3. – Pp. 115–126.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Вадим Гусейнович Гребенников – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: kormoproiz.st@mail.ru.

Иван Алексеевич Шипилов – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: kormoproiz.st@mail.ru.

Олеся Викторовна Хонина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: senokos.st@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 24.08.2020

Дата принятия к печати 28.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Vadim G. Grebennikov, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Feeding and Fodder Production Department, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Russia, Stavropol Territory, Mikchailovsk, e-mail: kormoproiz.st@mail.ru.

Ivan A. Shipilov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Feeding and Fodder Production Department, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, e-mail: kormoproiz.st@mail.ru.

Olesya V. Khonina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Feeding and Fodder Production Department, North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Russia, Stavropol Territory, Mikchailovsk, e-mail: senokos.st@mail.ru.

Received August 24, 2020

Accepted after revision September 28, 2020

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БАЗИСА АГРАРНОГО СЕКТОРА

Наталья Николаевна Кононова
Андрей Валерьевич Улезько

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Обоснованы задачи, связанные с разработкой приоритетных направлений технико-технологической модернизации сельского хозяйства, рассмотрены функции перевооружения и принципы его проведения, систематизированы факторы, определяющие модернизационные возможности хозяйствующих субъектов аграрного сектора, описаны типовые модели их перспективного развития. Под моделью технико-технологической модернизации хозяйствующих субъектов аграрного сектора предлагается понимать форму описания существенных характеристик процессов принципиального совершенствования совокупности используемых агротехнологий и формирования системы технического обеспечения, адекватной ожидаемому уровню технологического развития. Делается вывод, что выбор модели технико-технологической модернизации начинается с определения стратегии и типа развития хозяйствующего субъекта. В качестве обобщённых типов развития предлагается выделять технологическое лидерство (приоритет отдаётся разработке и внедрению инноваций, недоступных определённое время для конкурентов), опережающее развитие (характеризуется высокой инновационной активностью и внедрением инновационных решений, ещё не получивших массового распространения), догоняющее развитие (ориентация на использование инноваций, получивших массовое распространение), консервативное развитие (ориентация на повышение эффективности используемых технологий и технических средств). В рамках каждого типа развития хозяйствующий субъект определяет масштаб модернизационных процессов (степень охвата). Модернизационные процессы могут затрагивать как всю технико-технологическую базу агроэкономических систем, так и её отдельные отрасли, позволяя концентрировать ресурсы на повышении эффективности производства наиболее значимых для них видов продукции. В условиях ограниченности финансовых возможностей хозяйствующий субъект может выбрать стратегию фрагментарной модернизации, ориентированную на «расширку узких мест» производственных систем и повышение уровня их сбалансированности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: технико-технологический базис, материально-техническая база, развитие, модернизация, аграрный сектор, хозяйствующие субъекты.

ASSESSMENT OF THE CONDITIONS ESSENTIAL FOR THE FORMATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL BASIS OF AGRARIAN SECTOR

Natalia N. Kononova
Andrey V. Ulez'ko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The tasks related to the development of priority areas of technical and technological modernization of agriculture are justified, the functions of re-equipment and the principles of its implementation are defined, the factors that determine the modernization capabilities of economic entities in the agrarian sector are systematized, and typical models of their long-term development are described. It is proposed to interpret a model of technical and technological modernization of economic entities in the agrarian sector as a form of describing the essential characteristics of the processes of fundamental improvement of the set of agricultural technologies used, as well as of the processes of the formation of a technical support system adequate to the expected level of technological development. It is concluded that the choice of a model of technical and technological modernization begins with determining the strategy and type of development of an economic entity. As generalized types of development it is proposed to define technological leadership (targeted at the development and implementation of innovations not available for a certain time for competitors), advanced development (characterized by high innovation activity and implementation of innovative solutions that haven't gained widespread use), catching-up development (targeted at implementation of innovations of mass circulation), conservative development (targeted at improving the efficiency of used technologies and technical means). Within each type of development, the economic entity

determines the scale of modernization processes (the degree of coverage). Modernization processes can affect both the entire technical and technological base of agro-economic systems, and its individual industries, and thus concentrate resources on improving the efficiency of production of the most important types of products. In conditions of limited financial resources, an economic entity can choose a strategy of fragmented modernization, focused on de-bottlenecking of production systems and improving the level of their balance.

KEYWORDS: technical and technological basis, material and technical resources, development, modernization, agrarian sector.

Масштабность задач выбора приоритетных направлений технико-технологической модернизации сельского хозяйства обуславливает необходимость формирования теоретико-методологических положений, связанных с формулированием ключевых задач и функций модернизации и принципов её проведения, систематизацией факторов, определяющих модернизационные возможности хозяйствующих субъектов аграрного сектора разного типа, описанием типовых моделей модернизационного развития для хозяйств различных категорий.

В контексте формирования методологии модернизации системы аграрного производства пристального внимания заслуживает подход, предложенный Л.П. Силаевой и И.Б. Манжосовой [16] применительно к условиям цифровизации сельского хозяйства, в рамках которого в качестве базовых задач модернизации они выделяют следующие:

- предоставление информации отраслевым органам управления о состоянии и степени готовности хозяйствующих субъектов аграрного сектора к модернизации;
- обеспечение поэтапной смены традиционной парадигмы модернизации на императивы шестого технологического уклада посредством применения проектного подхода в системе отраслевого управления;
- создание новой системы управления изменениями на основе технологий управления проектами;
- повышение экономических, ресурсных, технологических, социальных и экологических эффектов от проведения модернизации сельского хозяйства в условиях цифровой экономики;
- формирование механизмов управления факторами, ограничивающими модернизационные возможности хозяйствующих субъектов и использование цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- создание эффективной системы оценки и управления рисками модернизации;
- разработка целевых программ и типовых проектов технико-технологического развития в рамках стратегии транзитивной модернизации сельского хозяйства;
- научное и кадровое обеспечение модернизационных процессов и мероприятий, связанных с использованием цифровых технологий в сельском хозяйстве;
- разработка перспективных схем финансового обеспечения инновационно-инвестиционных проектов и оптимальных механизмов привлечения дополнительных источников финансирования.

При этом наряду с базовыми принципами управления экономическими процессами (системности, иерархичности и адаптивности) к числу специфических принципов управления модернизацией авторы предлагают относить:

- принцип транзитивности экономических систем (отражает особенности агро-экономических систем по отношению к изменению технико-технологического базиса и уровню сопротивляемости переменам);
- принцип превентивной оценки степени готовности (позволяет оценить уровень готовности отдельных хозяйствующих субъектов аграрного сектора к реализации различных стратегий модернизации);
- принцип подвижности структурно-функциональных блоков стратегии модернизации (обеспечивает возможность выбора стратегии модернизации с учётом особенностей

отдельных хозяйствующих субъектов и территорий и уровня их технико-технологического развития);

- принцип оптимального сочетания программно-целевых и проектных методов (позволяет сочетать различные методы управления процессами модернизации в рамках реализации отдельных проектов);

- принцип селективности механизмов управления (даёт возможность адаптировать существующие системы управления за счёт рационализации задействованных в процессе управления нормативно-правовых, организационных и экономических регуляторов).

Методология модернизационных процессов экономических систем должна быть ориентирована на реализацию эвристической, преобразовательной, трансформационной и адаптационной функций.

Реализация эвристической функции обеспечивает получение и систематизацию новых знаний о методах и инструментах модернизационных преобразований экономических систем различного уровня и реакции систем на эти преобразования.

Преобразовательная функция связана с регламентацией процессов перехода экономических систем от одного уровня технико-технологического развития к другому,

Трансформационная функция позволяет обосновать оптимальные стратегии проведения модернизации и прогнозирования трансформационных эффектов.

Адаптационная функция связана с обеспечением воспроизводства и саморегуляции экономических систем в условиях принципиальных преобразований их производственных подсистем и технико-технологического базиса.

Необходимо отметить многообразие методологических подходов к определению внутренней сущности процессов технико-технологической модернизации системы аграрного производства. Так, одни исследователи рассматривают модернизацию как форму инновационного развития агроэкономических систем [2, 3, 15], вторые – как форму технологического развития [1, 6, 8, 12], третьи – как способ преобразования экономических систем в рамках целевых программ [5, 7, 11], четвёртые – как результат научно-технологического развития сельского хозяйства [13, 17, 20].

Очевидно, что в рамках данных подходов предпринимаются попытки акцентировать внимание на отдельных аспектах, определяющих глубинную сущность модернизационных процессов, но при этом технико-технологическая модернизация рассматривается как сложная экономическая категория, а направления её осуществления определяются под влиянием совокупности разнородных факторов, разновекторно влияющих на возможности модернизационных преобразований.

Обобщение результатов изысканий широкого круга исследователей позволяет утверждать, что разработка политики технико-технологической модернизации современного сельского хозяйства происходит в условиях формирования следующих устойчивых трендов:

- принципиальное изменение технологической базы аграрного производства за счёт широкого внедрения новейших разработок в области селекции и генетики, нанотехнологий, роботизации производственных процессов и т. п.;

- повышение скорости технологических изменений и рост уровня рисков технологического отставания;

- ускоренная информатизация и цифровизация хозяйствующих субъектов аграрного сектора и трансформация системы управления производственными процессами в растениеводстве и животноводстве;

- активная конвергенция технологий, обеспечивающих рост производительности труда, изменение потребительских свойств продукции сельского хозяйства и повышение её конкурентоспособности;

- формирование новых требований к качеству трудовых ресурсов аграрного сектора и развитие системы непрерывного образования как в профессиональной сфере, так и в сфере IT-технологий;

- изменение требований к качеству производимой продукции как со стороны участников технологических цепочек, так и конечных потребителей продукции агропродовольственного комплекса;

- переформатирование сферы потребления и системы межсубъектных взаимодействий производителей, переработчиков и потребителей сельскохозяйственной продукции;

- рост спроса на прорывные технологические решения и новые технические средства, обеспечивающие эффективное использование инноваций;

- повышение требований к эффективности систем управления аграрным производством и качества систем принятия управленческих решений;

- появление новых механизмов формирования спроса на конечную продукцию агропродовольственного комплекса и возникновение необходимости трансформации сложившихся технологических цепочек и др.

Определённый интерес с точки зрения обоснования стратегии модернизации представляют взгляды футурологов, пытающихся сформулировать наиболее значимые тренды развития российского села. Так, например, А. Дальнов [4], используя методы социального прогнозирования и опираясь на опыт развитых зарубежных стран, приходит к выводу о том, что перспективы сохранения сельского социума и повышения качества его жизни связаны с обеспечением таких объективных трендов, как роботизация и автоматизация аграрного производства, переход к технологиям производства органической продукции, экологизация сельского хозяйства и рациональное использование природных ресурсов, развитие технологий безотходного производства и альтернативной энергетики, развитие социальной и информационной инфраструктуры, инфраструктуры экологического и сельского туризма и др.

Реализация того или иного направления технологического развития возможна лишь при наличии адекватной системы технического обеспечения. Сложившаяся на сегодняшний день система технического обеспечения аграрного производства характеризуется чрезвычайно высоким уровнем дифференциации сельскохозяйственных производителей по уровню развития материально-технической базы и относительно низким уровнем эффективности использования основных средств [10, 18].

Л.И. Кушнарев, Е.Л. Чепурина и А.В. Чепурин [9], исследуя причины низкого уровня эффективности использования техники в аграрном секторе Российской Федерации, предложили систематизировать их в четыре группы:

- группа технических факторов, по их мнению, включает в себя несбалансированность системы машин, низкий уровень её технического развития, надёжности и энергоэффективности;

- группа технологических факторов – устаревшие технологии производства и технического сервиса, низкий уровень гибкости используемых агротехнологий и взаимозаменяемости технических средств;

- группа организационных факторов – устаревшие формы и методы использования техники, низкий уровень эффективности управления системой технического обеспечения, неразвитость системы технического сервиса и системы коллективного пользования высокопроизводительной дорогостоящей техникой;

- группа экономических факторов – низкий уровень эффективности аграрного производства и государственной поддержки сельского хозяйства, ограниченные финансовые возможности значительной части сельскохозяйственных производителей, высокий уровень затрат на эксплуатацию и содержание технических средств.

В результате комплексного воздействия вышеназванных факторов наблюдается низкая производительность труда в сельском хозяйстве, рост себестоимости продукции, снижение объёмов и эффективности производства, завышение потребности в технике и ограничение воспроизводственных возможностей хозяйствующих субъектов. При этом отмечается прямая зависимость уровня технологического развития от уровня технического развития хозяйствующих субъектов, и наоборот. Так, из-за низкого качества технического обеспечения невозможно внедрить новые технологии, позволяющие повысить эффективность производства, а использование устаревших технологий не позволяет сформировать источники финансирования принципиального обновления материально-технической базы сельскохозяйственных производителей.

Для преодоления проблем технико-технологического отставания отечественной системы аграрного производства необходимо формирование соответствующей институциональной среды. В рамках развития законодательного и нормативно-правового обеспечения модернизационной политики была принята Федеральная научно-технологическая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы [19].

В данной Программе в качестве приоритетных направлений, обеспечивающих минимизацию уровня импортозависимости, обозначено:

- совершенствование технологий производства и использования оригинальных и элитных семян, племенной продукции, кормов и кормовых добавок, ветеринарных препаратов, препаратов для диагностики патогенов сельскохозяйственных культур, химических и биологических средств защиты растений;
- разработка инновационных технологий производства, переработки и хранения продукции агропродовольственного комплекса, методов и средств контроля её качества;
- развитие системы научного и кадрового обеспечения агропродовольственного комплекса и его инновационной инфраструктуры;
- создание высокотехнологичных рабочих мест на всех участках технологических цепочек производства продовольствия и др.

Кроме того, специалистами Министерства сельского хозяйства РФ был разработан Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [14], представляющий собой один из ключевых элементов системы стратегического планирования отрасли, в рамках которого в качестве наиболее перспективных направлений научно-технологического развития декларируются:

- развитие технологий «умного» сельского хозяйства на основе цифровой трансформации отрасли;
- переход к технологиям производства функциональных продуктов питания, обладающих заданными потребительскими свойствами;
- внедрение технологий ускоренной селекции, обеспечивающих повышение эффективности разработки новых сортов, гибридов, пород и кроссов;
- освоение технологий производства сбалансированных унифицированных кормов, позволяющих реализовать продуктивный потенциал сельскохозяйственных животных;
- технологическая модернизация системы разработки и производства средств защиты сельскохозяйственных растений и животных;
- широкое внедрение современных систем пищевых биотехнологий и синтетической биологии, ориентированных на использование новых штаммов микроорганизмов, перспективных биореакторов и ферментных комплексов;
- формирование климатоадаптивных производственных систем, в т. ч. высокотехнологичных ирригационных комплексов.

Определяя ключевые параметры долгосрочного развития АПК Российской Федерации, разработчики Прогноза исходили из сформулированной ими цели научно-технологического развития, заключающейся в обеспечении конкурентоспособности отечественной продукции на мировом и российском рынках через формирование эффективных механизмов генерации, трансляции и массового внедрения научно-технологических инноваций, создающих предпосылки и условия формирования системы высокопроизводительного, высокотехнологичного, сбалансированного, климато-адаптивного аграрного производства.

В качестве основных мер, обеспечивающих достижение поставленной цели, в Прогнозе декларируется развитие институциональной среды, модернизация инфраструктуры, улучшение инвестиционного климата, развитие науки, инновационной деятельности и системы подготовки кадров, что, на наш взгляд, отражает лишь внешнюю среду технико-технологического развития хозяйствующих субъектов аграрного сектора, но не позволяет оценить экономическую доступность технологических решений, признанных разработчиками Прогноза перспективными для хозяйств различных категорий, и обосновать некие типовые модели модернизации их технико-технологической базы. При этом в качестве наиболее значимых сценарных условий научно-технологического развития отечественного агропромышленного комплекса в Прогнозе выделяются:

- переход к новой парадигме, связанной с форсированием процессов цифровизации, роботизации и биологизации сельского хозяйства;
- трансформация технологических цепочек и цепочек создания дополнительной стоимости и системы межсубъектных взаимодействий на основе развития платформенных технологий,
- принципиальные изменения традиционных бизнес-моделей и систем агропромышленной интеграции на основе широкого перехода к кластерным моделям межотраслевых и межсубъектных взаимодействий;
- пересмотр объёмов и структуры трудовых ресурсов, необходимых для реализации перспективных сценариев научно-технологического развития АПК;
- разработка новых моделей образования, обеспечивающих опережающее формирование компетенций, необходимых для реализации перспективных технологических решений.

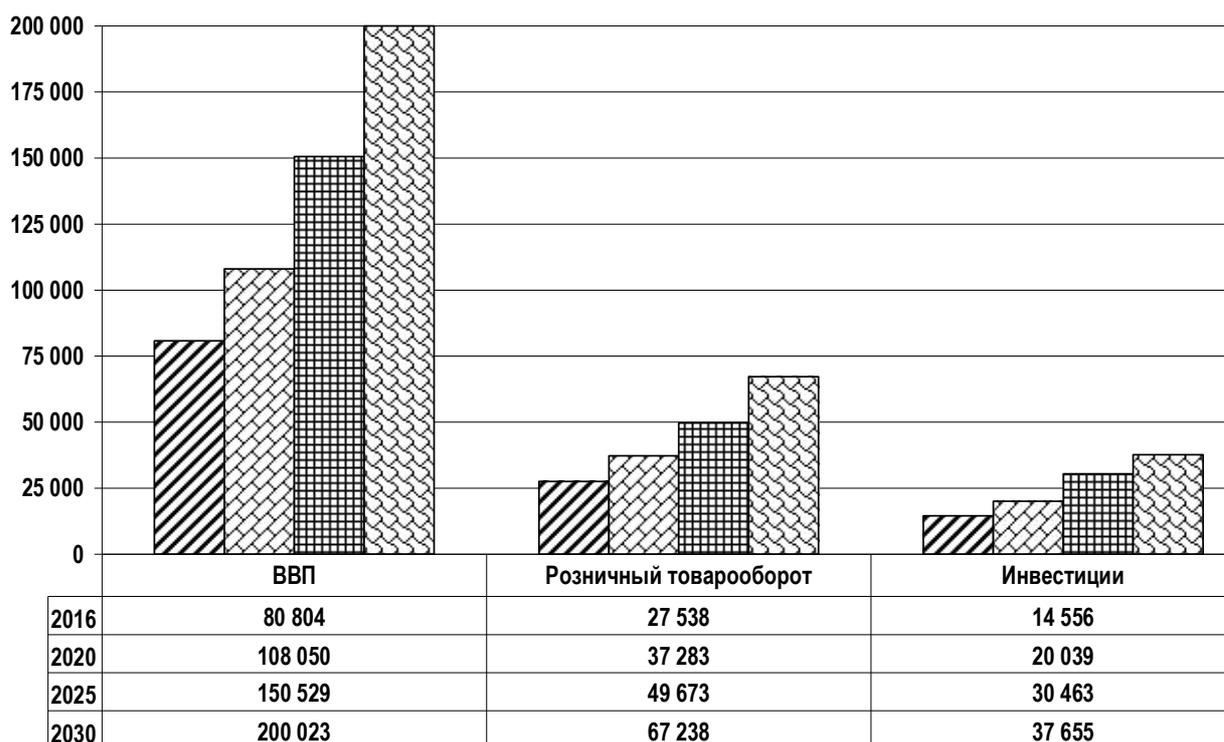
В рамках Прогноза рассматриваются два сценария научно-технологического развития агропромышленного комплекса России:

- сценарий локального роста;
- сценарий глобального прорыва.

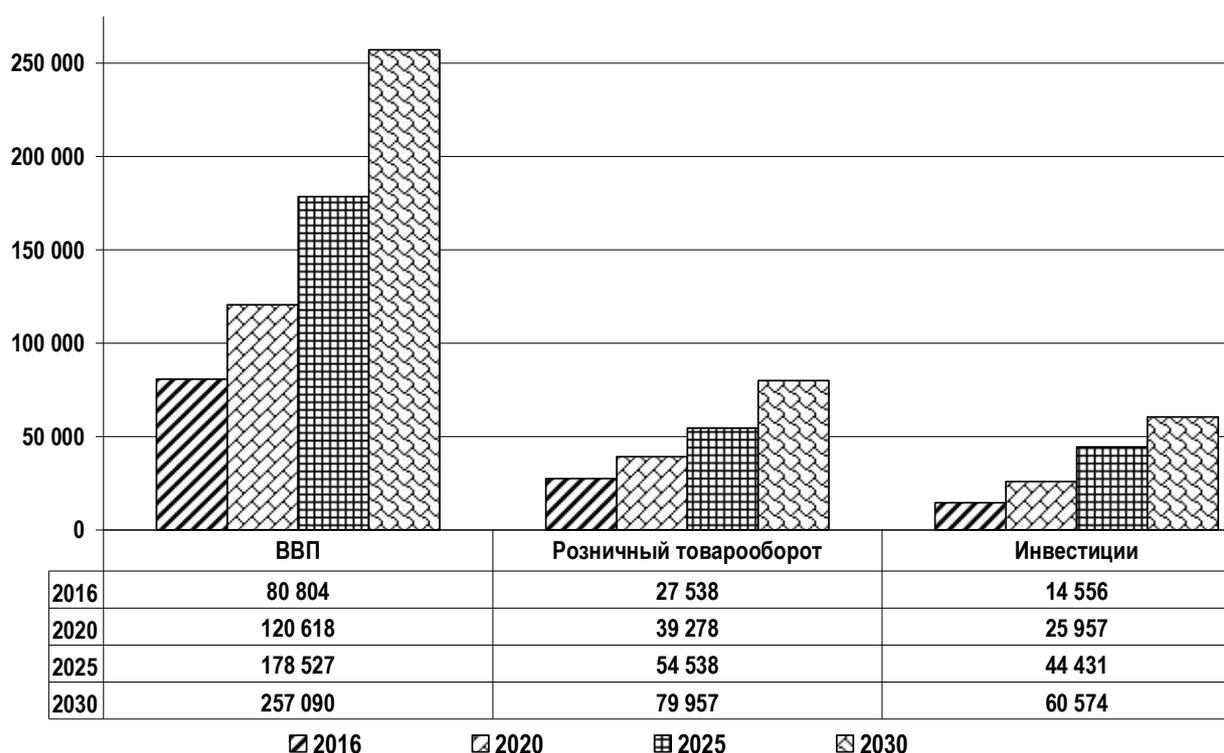
Условия реализации сценария локального роста связаны с постепенным оживлением экономики страны, продолжением политики импортозамещения и развития традиционных направлений экспорта сельскохозяйственной продукции и продукции её переработки.

Реализация сценария глобального прорыва предполагает ускоренный рост российской экономики и существенный рост объёмов государственной поддержки отраслей агропродовольственного комплекса (рис. 1).

По данным Росстата, объём ВВП Российской Федерации за 2019 г. в текущих ценах составил 110 046 млрд руб., объём розничного товарооборота – 33 624, а инвестиций – 19 319 млрд руб. Очевидно, что для реализации сценария глобального прорыва отмеченных значений указанных параметров и сложившихся условий экономического развития будет недостаточно. Под сомнением находится возможность реализации даже стратегии локального роста ввиду ограниченности объёмов инвестиций и слабо-растущего спроса, выражающегося в низких темпах роста розничного товарооборота.



а) параметры, необходимые для реализации сценария локального роста



б) параметры, необходимые для реализации сценария глобального прорыва

Рис. 1. Параметры, обеспечивающие возможности реализации сценариев Прогноза научно-технологического развития АПК, млрд руб. [14]

Вместе с тем следует отметить, что в рамках сценария локального роста акцент в Прогнозе делается на модель догоняющего развития, предполагающую импорт технологических решений, технических средств их реализации за счёт локализации их производства на территории Российской Федерации и определённую государственную

поддержку инновационной системы АПК, а в рамках сценария глобального прорыва – на модель опережающего развития, предполагающую форсированное преодоление научно-технологического отставания российского АПК от развитых зарубежных стран, трансформацию инновационной системы АПК, обеспечение доступности перспективных агротехнологий субъектам малого и среднего агробизнеса, существенное повышение ресурсоэффективности аграрного производства, инновационные преобразования производственной и рыночной инфраструктуры АПК.

В контексте стратегии научно-технологического развития АПК по сценарию глобального прорыва в качестве условий его реализации декларируется необходимость мероприятий по снижению уровня регулирования аграрного рынка, ликвидация существующих барьеров, ограничивающих движение товаров, капиталов и технологий. При этом предполагается, что основные объёмы государственной поддержки будут направляться на развитие институциональной среды, софинансирование приоритетных научно-технологических проектов, модернизацию многоуровневой системы подготовки специалистов для отраслей АПК, стимулирование экспорта сельскохозяйственной продукции и продуктов её переработки, а также на преобразования инфраструктуры сельских территорий.

В основе реализации и первого, и второго сценариев в качестве базовых направлений научно-технологического развития лежат технологии, связанные с применением методов ускоренной селекции и генетики, проведением генно-инженерных модификаций растительных и животных организмов, разработкой современных средств защиты животных и растений, повышением качества системы ветеринарного и фитосанитарного контроля, развитием цифрового сельского хозяйства, созданием новых способов производства комплексных удобрений и оптимизации их использования, углублением уровня переработки сельскохозяйственной продукции и совершенствованием ассортимента пищевых продуктов.

Сценарий глобального прорыва предполагает переход на новый уровень технологического развития, характеризующийся использованием сложных технологий точного сельского хозяйства, технологий урбанизированного аграрного производства, природосберегающих агротехнологий, в том числе технологий органического сельского хозяйства, технологий рециклинга всех видов отходов сельскохозяйственной деятельности и биоэнергетики, полной цифровизации систем управления во всех звеньях технологических цепочек агропродовольственного комплекса, реализации возможностей производства персонализированных и функциональных пищевых продуктов.

Очевидно, что основная задача Прогноза научно-технологического развития АПК заключается в попытке описать возможности изменения парадигмы развития сельского хозяйства и связанных с ним отраслей общественного производства с учётом как уже созданных, так и находящихся в стадии разработок технологических решений, позволяющих принципиально изменить весь технико-технологический базис агропродовольственного комплекса. При этом за рамками прогноза остаётся оценка модернизационного потенциала сельскохозяйственных производителей с учётом их дифференциации по масштабам производственных систем, финансовым возможностям, уровню технологического развития и др.

Принимая во внимание неоднородность хозяйствующих субъектов аграрного сектора, следует предположить наличие множества моделей технико-технологической модернизации, учитывающих разнообразие стратегий их развития, различные возможности и условия проведения модернизационных процессов.

Модель технико-технологической модернизации хозяйствующих субъектов аграрного сектора в широком смысле представляет собой форму описания сущностных

характеристик процессов принципиального совершенствования совокупности используемых агротехнологий и формирования системы технического обеспечения, адекватной ожидаемому уровню технологического развития.

Формирование различных моделей технико-технологической модернизации происходит за счёт комбинации таких существенных характеристик, как тип развития хозяйствующих субъектов, степень охвата, скорость проведения, направление модернизации и способ её проведения.

Совокупность характеристик, влияющих на содержание конкретных моделей технико-технологической модернизации, приведена на рисунке 2.



Рис. 2. Совокупность характеристик, влияющих на содержание конкретных моделей технико-технологической модернизации

Выбор модели технико-технологической модернизации начинается с определения стратегии развития хозяйствующего субъекта и типа развития. В качестве обобщённых типов развития предлагается выделять:

- технологическое лидерство (приоритет отдаётся разработке и внедрению инноваций, недоступных определённое время для конкурентов);
- опережающее развитие (характеризуется высокой инновационной активностью и внедрением инновационных решений, ещё не получивших массового распространения);

- догоняющее развитие (ориентация на использование инноваций, получивших массовое распространение);
- консервативное развитие (ориентация на повышение эффективности используемых технологий и технических средств).

В рамках каждого типа развития хозяйствующий субъект определяет масштаб модернизационных процессов (степень охвата). Модернизационные процессы могут затрагивать как всю технико-технологическую базу агроэкономических систем, так и её отдельные отрасли, позволяя концентрировать ресурсы на повышении эффективности производства наиболее значимых для них видов продукции. В условиях ограниченности финансовых возможностей хозяйствующий субъект может выбрать стратегию фрагментарной модернизации, ориентированную на «расшировку узких мест» производственных систем и повышение уровня их сбалансированности.

Собственные финансовые возможности хозяйствующих субъектов и доступ к средствам государственной поддержки позволяют выбрать прогнозируемую скорость проведения модернизации. По данному критерию предлагается различать:

- форсированную модернизацию (при возможности реализации масштабных инновационно-инвестиционных проектов в относительно короткие сроки);
- эволюционную модернизацию (обновление технических средств происходит по мере их физического и морального износа в рамках обеспечения расширенного воспроизводства агроэкономических систем);
- ограниченную модернизацию (допускает использование технических средств сверх нормативного срока использования и их замену исходя из воспроизводственных возможностей хозяйствующих субъектов).

Выбор модели модернизации предполагает определение общего вектора технико-технологического развития. Если у части сельскохозяйственных производителей имеются возможности одновременной модернизации подсистем технического и технологического обеспечения, то основная масса субъектов малого и среднего агробизнеса вынуждена выбирать между стратегией модернизации технических средств реализации уже существующих технологий и стратегией перехода к новым технологиям при сложившейся системе технического обеспечения. При этом способ проведения модернизации хозяйствующие субъекты определяют либо как непрерывный процесс, либо как проведение отдельных мероприятий в рамках совершенствования технико-технологического базиса.

Библиографический список

1. Волкова И.А. Управление технологиями: теория и практика : монография / И.А. Волкова, В.Ф. Стукач. – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2016. – 197 с.
2. Говядовская О.В. Теория, методология и практика стратегического управления развитием сельского хозяйства : монография / О.В. Говядовская. – Ставрополь : Агрус, 2011. – 447 с.
3. Горбунов В.С. Интегральный подход к методологии исследования агроэкономических систем / В.С. Горбунов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2010. – № 4. – С. 49–52.
4. Дальнов А. Футурология села / А. Дальнов // Агроинвестор. – 2020. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/opinion/article/33501-futurologiya-sela/> (дата обращения: 20.05.2020).
5. Жидкова Е.А. Подходы к управлению агропромышленным комплексом в условиях модернизации экономики страны / Е.А. Жидкова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – Т. 1, № 7. – С. 43–49.

6. Кононова Н.Н. Техничко-технологический базис аграрного производства: особенности и принципы формирования / Н.Н. Кононова, А.В. Улезько // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 10. – С. 2–8. DOI: 10.32651/1910-2.
7. Красильникова Л.Е. Программно-целевое управление эффективным развитием АПК региона / Л.Е. Красильникова, А.Г. Светлаков // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 7 (174). – С. 12.
8. Кузнецов В.В. Инновационно-технологическое развитие растениеводства: теория и методология : монография / В.В. Кузнецов, А.Н. Тарасов, Н.Ф. Гайворонская. – Ростов-на-Дону : АзовПринт, 2018. – 235 с.
9. Кушнарв Л.И. К повышению конкурентоспособности российской сельскохозяйственной техники / Л.И. Кушнарв, Е.Л. Чепурина, А.В. Чепурин // Наука без границ. – 2018. – № 5 (22). – С. 44–51.
10. Макаревич Л.О. Сбалансированное развитие экономических систем: сущность и принципы обеспечения / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 141–147. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.141.
11. Мокрушин А.А. Программно-целевые инструменты государственного регулирования АПК проблемного региона / А.А. Мокрушин // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2017. – № 3 (205). – С. 43–53.
12. Мусостов Ш.А. Механизм управления процессами развития на перерабатывающих предприятиях АПК / Ш.А. Мусостов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2015. – № 12 (62). – С. 118–124.
13. Пожилова И.В. Институты развития в агропромышленном комплексе России / И.В. Пожилова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2018. – Т. 8, № 8В. – С. 471–479.
14. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года : Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 12 января 2017 г. № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71499570/> (дата обращения: 10.06.2020).
15. Санду И.С. Экономические аспекты реализации инновационных проектов в агропромышленном комплексе / И.С. Санду // Прикладные экономические исследования. – 2015. – № S1 (10). – С. 43–46.
16. Силаева Л.П. Теоретико-методологические основы модернизации сельского хозяйства в условиях перехода к цифровой экономике / Л.П. Силаева, И.Б. Манжосова // На страже экономики. – 2019. – № 1 (8). – С. 40–50.
17. Сиптиц С.О. Проблемы формирования долгосрочной стратегии научно-технологического развития АПК с учетом изменения климата / С.О. Сиптиц, Н.Е. Евдокимова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2018. – № 8 (41). – С. 32–36.
18. Улезько А.В. Трансформационные эффекты перехода к цифровой экономике / А.В. Улезько, М.А. Жукова, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 2. – С. 14–21. DOI: 10.32651/192-14. DOI: 10.32651/192-14.
19. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы : Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71755402/> (дата обращения: 10.06.2020).
20. Федоренко В.Ф. О разработке прогноза научно-технологического развития АПК / В.Ф. Федоренко // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 123. – С. 21–28.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Николаевна Кононова – старший преподаватель кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: nata_kononova@hotmail.com.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru.

Дата поступления в редакцию 13.08.2020

Дата принятия к печати 23.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia 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.

Andrey 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, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru.

Received August 13, 2020

Accepted after revision September 23, 2020

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОДУКТОВЫХ ЦЕПОЧЕК В АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Лилия Олеговна Макаревич¹
Андрей Валерьевич Улезько²

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Анализируется содержание подходов к раскрытию сущности продуктовых цепочек, формирующихся в рамках интеграционных взаимодействий субъектов, совместно участвующих в создании определённого конечного продукта. Обосновываются принципы, обеспечивающие интеграцию продуктовых цепочек в единое экономическое пространство и согласование процессов их функционирования со стратегией социально-экономического развития регионов. Рассматриваются подходы к классификации продуктовых цепочек, обусловленные их структурной и функциональной сложностью, а также множеством форм и способов организации. Отмечается, что эволюция теории организации цепочек стоимости привела к смещению акцентов с оптимизации операционной деятельности субъектов, интегрированных в рамках продуктовых цепочек, к оптимизации межотраслевых и межсубъектных связей и к рассмотрению цепочек создания стоимости как специфических бизнес-систем различного уровня. Раскрываются особенности организации продуктовых цепочек в агропродовольственном комплексе, обусловленные следующими факторами: многоотраслевым характером производителей сельскохозяйственной продукции, вынуждающим их интегрироваться во множество цепочек; необходимостью организации агрегированных цепочек, ориентированных на производство конечной продукции разных переделов из одного и того же сельскохозяйственного сырья; особенностями объектов инфраструктурного обеспечения, интегрированных в продуктовые цепочки для синхронизации деятельности отдельных хозяйствующих субъектов в рамках единого технологического цикла; ориентацией значительной части продуктовых цепочек на наращивание экспортного потенциала производителей и переработчиков продукции аграрного сектора в условиях насыщения внутренних рынков; низким уровнем инновационной активности значительной части сельскохозяйственных производителей и фрагментарностью инновационной системы агропродовольственного комплекса, ограничивающими потенциал развития всех звеньев продуктовых цепочек и др.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агропродовольственный комплекс, агропромышленная интеграция, продуктовые цепочки, технологические цепочки, цепочки добавленной стоимости.

PRODUCT CHAINS IN THE AGRI-FOOD COMPLEX: FEATURES OF ORGANIZATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Lilia O. Makarevich¹
Andrey V. Ulez'ko²

¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors analyze the content of approaches to the disclosure of the essence of product chains that are formed within the framework of integration interactions of entities jointly participating in the creation of a certain final product; substantiate the principles ensuring the integration of product chains into a single economic space and the coordination of their functioning with the strategy of socio-economic development of regions; consider approaches to the classification of product chains due to their structural and functional complexity, as well as a variety of forms and methods of organization; underline that the evolution of the theory of value chain organization has led to a shift in emphasis from optimizing the operational activities of entities integrated within product chains to optimizing intersectoral and intersubjective relationships, as well as to considering value chains as specific business systems of various levels; reveal the features of the organization of food chains in the agri-food complex conditioned by such factors as: diversified nature of agricultural producers forcing them to integrate into many chains; need for organizing aggregated chains oriented on the production of end products of different process

stages from the same agricultural raw materials; features of infrastructure facilities integrated into product chains to synchronize the activities of individual economic entities within a single technological cycle; orientation of a significant part of product chains to increase the export potential of producers and processors of agricultural products in conditions of saturation of domestic markets; the low level of innovation activity of a significant part of agricultural producers and fragmentarity of innovation system of the agri-food complex limiting the development potential of all links of the product chains, etc.

KEYWORDS: agri-food complex, agro-industrial integration, product chains, process chains, value-added chains.

Перспективы развития агропромышленной интеграции в современных условиях могут оцениваться через призму решения двух основных задач: совершенствования продуктовых цепочек и повышения эффективности системы межсубъектных и межотраслевых взаимодействий, обеспечивающей их устойчивость [1, 6–9, 19].

В настоящее время сложилось несколько подходов к раскрытию сущности продуктовых цепочек, формирующихся в рамках интеграционных взаимодействий субъектов, совместно участвующих в создании определенного конечного продукта.

В основе теории продуктовых цепочек лежит тезис о том, что в процессе производства каждого вида конечной продукции происходит объединение цепочек поставщиков ресурсов и производителей отдельных компонентов, необходимых для создания конечной продукции, а также каналов обмена и распределения между интегрирующимися субъектами и с потребителями, причём звенья данных цепочек обладают свойствами неоднородности, прерывистости и самоорганизации, возникающими вследствие нелинейного поведения формирующих их субъектов [3].

Ряд авторов акцентируют внимание на технологических аспектах взаимодействия интегрирующихся субъектов и предлагают использовать термины «технологические цепочки» и «производственно-технологические цепочки», определяя их как последовательность производственных операций, этапов, переделов, обеспечивающих преобразование ресурсов в некий конечный продукт, или объединение субъектов, необходимых для реализации единого технологического цикла [5, 10, 16, 18].

Значительно большее распространение получил подход, раскрывающий сущность продуктовых цепочек с позиции создания добавленной стоимости. При этом следует отметить продолжающуюся в отечественной экономической литературе дискуссию о правильной трактовке содержания данной категории, вызванной неоднозначностью перевода англоязычного термина «value». Именно поэтому введённый в научный оборот термин «value chain» стал переводиться на русский язык и как «цепочка создания стоимости», и как «цепочка стоимости», и как «цепочка создания ценности», и как «цепочка ценности» и др. Неоднозначность трактовки объективно обусловила и двойственность подхода к пониманию сущности процесса создания конечного продукта. С одной стороны, он представляется как процесс создания стоимости товара, формирующейся на основе издержек, понесённых в каждом звене продуктовой цепочки, а с другой стороны, как процесс создания ценности, способной удовлетворить потребность конкретного экономического субъекта через потребление конкретного продукта.

Сторонники стоимостного подхода к рассмотрению сущности продуктовых цепочек сводили задачу повышения их эффективности к сокращению совокупных издержек, в первую очередь непроизводственных затрат, связанных с производством конечной продукции и доведением её до потребителя. При этом вся продуктовая цепочка представляется как единый бизнес-процесс, ориентированный на конечного потребителя, а объектами управления цепочками создания стоимости являются как факторы, определяющие содержание и особенности протекания процесса генерации нового продукта, так и совокупность межсубъектных связей между экономическими агентами, интегрированными в продуктовые цепочки. Использование данного подхода предполагает выделение в числе базовых свойств продуктовых цепочек, наряду с неоднородностью, прерывистостью и самоорганизацией, такого свойства, как устойчивость. Под

устойчивостью продуктовой цепочки в данном контексте понимается её способность сохранять структурную и функциональную целостность в условиях прогнозируемых колебаний среды функционирования и генерировать конкурентные преимущества, позволяющие сохранять рыночные позиции.

Достаточно сторонников имеется и у подхода, предполагающего рассмотрение продуктовых цепочек как цепочек создания добавленной (некоторые исследователи предлагают использовать термин «добавочной») стоимости.

Так, например, З.А. Васильева, А.В. Москвина, Т.П. Лихачева и Е.С. Ковзунова [11] предлагают определять добавленную стоимость как разницу между стоимостью конечной продукции и стоимостью товаров и услуг, приобретённых для её производства. При этом в качестве основных элементов, формирующих добавленную стоимость, они выделяют: амортизацию, затраты на оплату труда, налоги, страховые взносы и прибыль. Вместе с тем, рассматривая добавленную стоимость в контексте интересов отдельных экономических агентов, они считают возможным оценивать её через чистую добавленную стоимость (Net Value Added), валовую добавленную стоимость (Gross Value Added), экономическую добавленную стоимость (Economic Value Added), добавленную рыночную стоимость (Market Value Added) и денежную добавленную стоимость (Cash Value Added).

По мнению О.В. Демьяновой, Е.В. Руновой, С.Д. Вдовиной и Д.Р. Садыковой [17], добавочная стоимость представляет собой приращение стоимости экономических благ, создаваемых каждым субъектом по отношению к стоимости потреблённых ресурсов, необходимых для их производства.

Сотрудники Института аграрных проблем РАН (О.В. Ермолова, Н.А. Яковенко, В.В. Кирсанов и др.) рассматривают цепочку создания добавленной стоимости в виде некой матрицы элементов, которая позволяет описать структуру интегрированного формирования и вклад каждого элемента в процесс приращения стоимости продукта на отдельных звеньях продуктовых цепочек [12]. При этом многомерность и сложность межсубъектных связей обуславливают нелинейный характер процессов трансформации исходных ресурсов в экономические блага, способные удовлетворить запросы конечных потребителей.

Сторонники использования термина «цепочка создания ценностей» в качестве одного из основных аргументов указывают на затратный характер описания продуктовых цепочек через создание дополнительной стоимости, обращая внимание на то обстоятельство, что рост стоимости конечной продукции может происходить за счёт роста издержек, что будет снижать эффективность продуктовой цепочки и конкурентоспособность предлагаемых потребителю товаров и услуг, тогда как рыночного успеха будет достигать то объединение взаимодействующих субъектов, которое сможет создать экономические блага, не только удовлетворяющие конкретные потребности экономических агентов, но и характеризующиеся минимальной стоимостью. Цепочка создания ценности при этом представляет собой последовательное дополнение к исходной ценности промежуточного экономического блага ещё одной дополнительной ценности, формируемой на очередном этапе преобразования исходных ресурсов в конечный продукт потребления.

В данном контексте продуктовая цепочка рассматривается как сложный, системно упорядоченный комплекс дополняющих друг друга ценностей, позволяющих реализовать интересы всех экономических агентов, интегрированных в данную цепочку, и конечных потребителей в той или иной форме индивидуализированной полезности [4].

Масштабность продуктовых цепочек, определяемая границами территориально-отраслевых образований и числом взаимодействующих хозяйствующих субъектов, требует соблюдения определённых принципов, обеспечивающих интеграцию продуктовых цепочек в единое экономическое пространство и согласование процессов их

функционирования со стратегией социально-экономического развития регионов. К числу таких принципов можно отнести:

- принцип системности развития (каждое интегрированное формирование и контролируемые им продуктовые цепочки рассматриваются как элемент региональной экономической системы);

- принцип обеспечения продовольственной безопасности (структура конечной продукции продуктовых цепочек и каналы её распределения должны определяться, исходя из необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны);

- принцип рациональности (каждая продуктовая цепочка стремится к достижению рациональной структуры, позволяющей упростить систему межотраслевых и межсубъектных взаимодействий и минимизировать трансакционные издержки);

- принцип сбалансированности интересов (устойчивость продуктовых цепочек определяется качеством механизмов балансирования интересов взаимодействующих субъектов, государства и населения территорий, контролируемых интегрированными формированиями);

- принцип единого экономического пространства (конфигурация продуктовых цепочек должна учитывать единство экономического пространства региона, интересы регионального агропродовольственного комплекса и региональной системы продовольственного обеспечения);

- принцип взаимодействия с государством (стратегия развития продуктовых цепочек должна быть адекватна стратегии развития страны и регионов, а интегрированные формирования должны активно участвовать в государственных программах развития отдельных отраслей агропродовольственного комплекса и территорий) и др.

С.Э. Солдатова и К.Ю. Волошенко [14], исследуя процессы организации продуктовых цепочек, отмечают, что разделение труда и специализация субъектов на отдельных операциях, представляющих собой единый технологический цикл, лишь формируют предпосылки их интеграции в единую цепь создания стоимости, что не означает автоматическое включение. В качестве полноценного звена таких цепочек хозяйствующие субъекты могут рассматриваться либо при условии ведения совместного производства с субъектами, представляющими другие звенья, и участия в распределении и присвоении экономической ренты, либо при осуществлении общей координации всех взаимодействующих субъектов в рамках классических интегрированных формирований иерархического типа или квазиинтегрированных структур.

Структурная и функциональная сложность продуктовых цепочек, множество форм и способов их организации объективно обусловили многообразие подходов к их классификации.

Так, например, в основу подхода, предложенного Г. Джереффи [20], положен способ управления в цепочках стоимости, позволяющий выделять цепочки стоимости, сформированные на основе: устойчивых экономических и технологических связей между субъектами интегрированных формирований, позволяющих реализовывать свои интересы в достаточно длительной перспективе; временных экономических и технологических связей, обусловленных высоким уровнем независимости субъектов интегрированных формирований за счёт наличия у них уникальных компетенций; неформальных (доверительных) отношений между субъектами интегрированных формирований, возникающих в силу территориальной близости и позволяющих минимизировать непроизводительные издержки; доминирования крупных участников интегрированных формирований и их тотального влияния на поведение более мелких экономических агентов, вплоть до полного поглощения; создания иерархических структур управления цепочками стоимости, в том числе межотраслевыми и межсубъектными взаимодействиями.

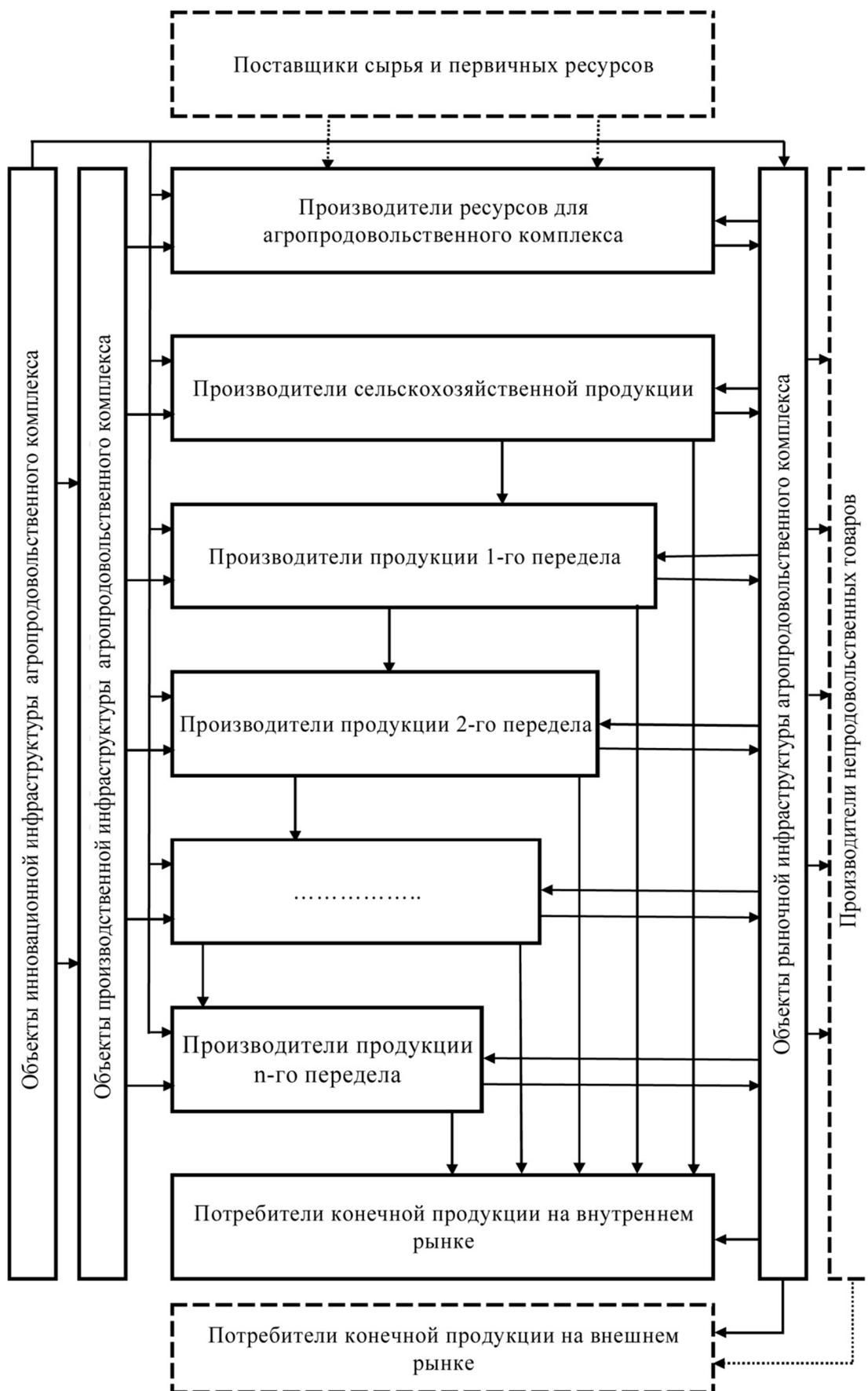
П.Е. Резкин является сторонником подхода, в соответствии с концепцией которого цепочки создания стоимости предлагается классифицировать по типу интеграции и различать: цепочки, интегрированные сверху (хозяйствующий субъект, иницирующий процессы интеграции, контролирует все уровни создания стоимости); цепочки, интегрированные снизу (инициаторами интеграции выступают хозяйствующие субъекты, представляющие первичные звенья продуктовых цепочек); цепочки, интегрированные в рамках одного хозяйствующего субъекта (один субъект объединяет в себе все звенья продуктовой цепочки); цепочки, интегрирующие узкоспециализированные производства (каждое звено продуктовой цепочки представлено отдельным субъектом, обладающим уникальными компетенциями) [13].

Т.В. Андреевой предложен подход к определению состава элементов добавленной стоимости, который учитывает доходный характер её распределения между участниками цепочки создания стоимости продукта [2] и базируется на группировке цепочек стоимости по их масштабу с выделением глобальных, территориальных, отраслевых цепочек, цепочек отдельных продуктов, цепочек уровня хозяйствующих субъектов и их подразделений и т. п.

Другие исследователи в качестве классификационных признаков используют такие критерии, как роль субъекта в цепочке создания стоимости, уровень интенсивности интеграционных взаимодействий, способ координации взаимодействий и др.

Эволюция теории организации цепочек стоимости привела к смещению акцентов с оптимизации операционной деятельности субъектов, интегрированных в рамках продуктовых цепочек, к оптимизации межотраслевых и межсубъектных связей, и к рассмотрению цепочек создания стоимости как специфических бизнес-систем, обеспечивающих формирование замкнутого технологического цикла, связанного с производством определённого конечного продукта, и реализацию полного воспроизводственного цикла. Именно в рамках бизнес-систем технологически, экономически и организационно взаимодействующие хозяйствующие субъекты интегрируют в индивидуальные цепочки создания стоимости, образуя особого рода метапредприятия, которые А.Ю. Студеникина [15] определяет как специфический тип интеграционных отношений, обеспечивающий повышение устойчивости межсубъектных связей и оптимизацию комбинаций взаимодополняющих друг друга стоимостных цепочек через генерацию устойчивых метацепочек.

Особенности организации продуктовых цепочек в значительной мере определяются отраслевой спецификой интеграционных взаимодействий и наличием альтернативных каналов распределения промежуточной и конечной продукции. Условная схема продуктовой цепочки в агропродовольственном комплексе приведена на рисунке. При этом следует отметить, что в качестве конечной продукции, создаваемой в рамках одной продуктовой цепочки, может выступать продукция, производимая на каждом из переделов, и даже сельскохозяйственная продукция в переработанном виде. Например, если рассматривать цепочку по переработке зерна, то можно заметить, что конечный потребитель может потреблять, пусть и в незначительных объёмах, непосредственно зерно, муку, крупы, хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия, мюсли, крахмал, спиртные напитки и др. Кроме того, глубокая переработка зерна позволяет получать такие виды продукции, как глюкоза, глюкозно-фруктозные сиропы, нативный и модифицированный крахмалы, крахмальные заменители сахара (глюкоза, декстроза, мальтоза, фруктоза и др.), клейковина (глутен), органические (янтарная, лимонная, молочная и др.) и аминокислоты (лизин, триптофан, треонин, метионин и др.), витамины, биоэтанол и др., являющиеся сырьём для производства широкого спектра как продовольственных, так и непродовольственных товаров. Также следует отметить, что значительная часть произведённого зерна используется на корм скоту и формирование семенного фонда.



Условная схема продуктовой цепочки в агропродовольственном комплексе

В современной практике выбор специализации продуктовых цепочек реализуется двумя путями. Первый путь связан с концентрацией ресурсов перерабатывающих предприятий, интегрированных в цепочку создания добавленной стоимости, на производство одного вида конечной продукции (например, конечной продукцией цепочки по переработке зерновых может быть мука); второй – ориентирован на диверсификацию переработки и её углубление (например, на базе мукомольных производств организуются предприятия по производству хлебобулочных или макаронных изделий).

Именно второй путь, ориентированный на охват всех звеньев технологической цепочки от производства исходного сырья для переработки до всего спектра продуктов его переработки, обеспечивает устойчивость продуктовой цепочки, возможность оперативной корректировки ассортимента производимой продукции в соответствии с изменениями рыночной конъюнктуры, минимизации транзакционных издержек и усиления рыночного влияния интегрированных формирований, координирующих деятельность отдельных звеньев продуктовой цепочки. При этом длина цепочек и необходимость синхронизации деятельности отдельных хозяйствующих субъектов в рамках единого технологического цикла объективно обуславливают вовлечение в продуктовые цепочки объектов производственной инфраструктуры, которые могут создаваться как подразделения сельскохозяйственных или перерабатывающих предприятий, так и в виде самостоятельных субъектов, обеспечивающих технологическое взаимодействие различных звеньев продуктовой цепочки и бесперебойность функционирования производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции. Кроме того, необходимость минимизации затрат, связанных с обеспечением товародвижения между звеньями продуктовых цепочек и вывода конечной продукции на уровень её потребителя, создаёт предпосылки формирования рыночной инфраструктуры продуктовой цепочки, позволяющей эффективно управлять потоками товаров, перемещаемых в рамках цепочки, и каналами обмена продукцией и её распределения.

Ещё одна тенденция трансформации продуктовых цепочек связана с усилением взаимодействий интегрированных формирований с производителями ресурсов для агропродовольственного комплекса. В первую очередь это касается производства кормов и кормовых добавок, семян, средств защиты растений и др.

Необходимость сохранения конкурентоспособности продукции, производимой в рамках конкретных продуктовых цепочек, требует непрерывного совершенствования технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Для решения данной задачи интегрированные формирования, контролируемые отдельные продуктовые цепочки, реализуют стратегию инновационно-ориентированного развития, создавая собственную инновационную инфраструктуру или интегрируясь в региональные или отраслевые инновационные системы, минимизируя затраты на поиск инноваций, их трансляцию и адаптацию к конкретным хозяйствующим субъектам, внедрение и дальнейшее сопровождение. В настоящее время крупные агропромышленные компании национального и межрегионального уровня в рамках государственно-частного партнёрства принимают активное участие в программах создания научных центров, связанных с научным обеспечением агропродовольственного комплекса и внедрения инновационных технологий в сферу производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Рост объёмов производства практически всех основных видов сельскохозяйственной продукции привёл к насыщению внутренних рынков продовольственных ресурсов, в значительной мере ограничив возможности использования агропромышленного потенциала регионов. В условиях насыщения внутренних рынков традиционных видов продовольственных товаров дальнейший рост производства аграрной продукции и продук-

тов её переработки возможен либо за счёт роста внутреннего спроса, в том числе на новые продукты питания, изготавливаемые из традиционного сырья, либо за счёт увеличения объёмов вывода продовольственных ресурсов на внешний рынок и реализации экспорто-ориентированной модели развития агропродовольственного комплекса. При этом возникает необходимость объективной оценки экспортных возможностей с учётом обеспечения продовольственной безопасности страны и удовлетворения потребности в продукции агропродовольственного комплекса сопряжённых отраслей из других сфер системы общественного производства. То есть управление данным каналом распределения продукции, создаваемой в пространствах продуктовых цепочек, должно относиться к компетенции государства и регулироваться через его экспортно-импортную и таможенную политику.

В настоящее время существуют две основные концепции организации продуктовых цепочек. Первая базируется на постулате главенства потребителя продукции и предполагает формирование цепочки по направлению от потребителя до производителей исходного сырья, необходимого для производства конечной продукции. В основе второй концепции лежит тезис о первичности производства сырья при условии оптимизации его использования по каналам распределения. В рамках первой концепции, как правило, используется принцип узкой специализации производителей конечной продукции, а продуктовая цепочка отражает один канал использования исходного сырья. В контексте второй концепции применяется многоканальный подход к использованию исходного сырья, объективно обуславливающий наличие нескольких видов конечной продукции.

С позиций обеспечения сбалансированности агропродовольственных систем регионального уровня представляется целесообразным формирование агрегированных продуктовых цепочек по типу исходного сырья (например, продукты, получаемые в результате переработки зерна, переработки подсолнечника, переработки молока и т. п.), что позволит координировать процессы формирования балансов продовольственных ресурсов и их распределения с учётом интересов региона и отраслей, сопряжённых с агропродовольственным комплексом. При этом в рамках агрегированных продуктовых цепочек можно выделять специализированные цепочки, ориентированные на производство отдельных видов конечной продукции, но интегрированные с другими цепочками, использующими одно и то же сырьё. По своей сути экономические пространства агрегированных продуктовых цепочек в целом соответствуют экономическим пространствам продуктовых подкомплексов.

Ещё одной специфической чертой организации продуктовых цепочек в агропродовольственном комплексе является необходимость встраивания в них сельскохозяйственных производителей, развивающих, как правило, несколько отраслей. Многоотраслевой характер подавляющей части хозяйствующих субъектов аграрной сферы, позволяющий повысить уровень использования их потенциала развития, объективно обуславливает их интеграцию одновременно в несколько продуктовых цепочек, что, с одной стороны, повышает устойчивость их функционирования за счёт диверсификации производственных систем, а с другой стороны, отрицательно влияет на устойчивость продуктовых цепочек, поскольку автономно функционирующий сельскохозяйственный производитель может произвольно корректировать свою отраслевую структуру в соответствии с изменением рыночной конъюнктуры. В этих условиях задача формирования устойчивой сырьевой зоны переработчиков сельскохозяйственной продукции выходит на уровень задач уровня стратегического направления и побуждает интегратора использовать схемы жёстких форм контроля поставщиков сырья вплоть до их полного поглощения. Но при этом, решая задачу гарантированного поступления необходимого

для переработчика сырья, интегрированное формирование сталкивается с необходимостью повышения эффективности использования прочих видов сельскохозяйственной продукции, что вынуждает их либо развивать её переработку на своих производственных мощностях, либо интегрироваться с другими переработчиками, входя в другие продуктовые цепочки.

Значительный масштаб интегрированных агропромышленных формирований и многоотраслевая направленность большинства из них обуславливают необходимость организации иерархической системы продуктовых цепочек, на верхнем уровне которой будут находиться продуктовые цепочки регионального уровня, а на последующих уровнях – агрегированные цепочки интегрированных формирований и специализированные продуктовые цепочки.

Успешное решение комплекса организационно-экономических задач, связанных с поддержанием устойчивых горизонтальных и вертикальных связей в системе агропромышленного производства, согласованием интересов государства и всех участников всей совокупности продуктовых цепочек, координацией их деятельности в контексте реализации стратегии развития агропродовольственного комплекса региона, может быть обеспечено в рамках кластерной модели агропромышленной интеграции и формирования в регионе нескольких продуктовых кластеров, обеспечивающих эффективное взаимодействие субъектов, интегрированных в агрегированные продуктовые цепочки.

Библиографический список

1. Агропромышленные интегрированные формирования: состояние и перспективы развития: монография / К.С. Терновых, Н.Г. Нечаев, А.А. Измалков и др. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 245 с.
2. Андреева Т.В. Оценка эффективности цепочки создания стоимости продукта в пищевой промышленности : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Т.В. Андреева. – Оренбург, 2012. – 24 с.
3. Быков А.А. Торговля добавленной стоимостью: источники сбалансированного экономического роста : монография / А.А. Быков, О.Д. Колб, Т.В. Хвалько ; под общ. ред. А.А. Быкова. – Минск : Мисанта, 2017. – 356 с.
4. Глобальные цепочки создания добавленной стоимости как фактор повышения эффективности экономики региона : монография / С.Н. Бочаров, В.И. Беляев, М.М. Бутакова и др. – Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2019. – 216 с.
5. Ластовка И.В. Технологические цепи как система организационно экономических отношений / И.В. Ластовка // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2010. – № 5 (107). – С. 25–29.

6. Лойко В.И. Управление производственным процессом в сельском хозяйстве на основе моделирования и оценки цепочек создания добавленной стоимости / В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 156. – С. 211–227. DOI: 10.21515/1990-4665-156-015.
7. Лукин Е.В. Отраслевая и территориальная специфика цепочек добавленной стоимости в России: межотраслевой подход / Е.В. Лукин // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2019. – Т. 12, № 6. – С. 129–149. DOI: 10.15838/esc.2019.6.66.7.
8. Макаревич Л.О. Сбалансированное развитие экономических систем: сущность и принципы обеспечения / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 141–147. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.141.
9. Макаревич Л.О. Формы взаимодействия субъектов агропромышленной интеграции / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2019 – № 7. – С. 53–59. DOI: 10.132651/197-53.
10. Пономарева Е.В. Построение технологической цепочки как инструмент определения стратегии развития предприятия / Е.В. Пономарева // Альманах мировой науки. – 2016. – № 11-3 (14). – С. 90–92.
11. Прикладные аспекты формирования добавленной стоимости в промышленном и агропромышленном комплексах региона / З.А. Васильева, А.В. Москвина, Т.П. Лихачева, Е.С. Ковзунова // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 11-2. – С. 188–194.
12. Развитие продуктовых цепочек в агропродовольственном комплексе: межотраслевые аспекты исследования : монография / О.В. Ермолова, Н.А. Яковенко, В.В. Кирсанов и др.; под общ. ред. О.В. Ермоловой. – Саратов : Саратовский источник, 2017. – 156 с.
13. Резкин П.Е. Концепция цепочек создания стоимости: состояние и перспективы развития / П.Е. Резкин // Актуальные проблемы науки XXI века. – 2016. – № 5. – С. 45–51.
14. Солдатова С.Э. Идентификация и моделирование участия предприятий регионального АПК в цепочках создания стоимости / С.Э. Солдатова, К.Ю. Волошенко // Управленческое консультирование. – 2016. – № 10 (94). – С. 83–92.
15. Супрядкина А.Ю. Управление цепочками создания ценностей при распределенном производстве социально значимой продукции: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / А.Ю. Супрядкина. – Санкт-Петербург, 2012. – 22 с.
16. Тарануха Ю.В. Предприятие и предпринимательство в трансформируемой экономике / Е.В. Тарануха // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 3. – С. 116–129.
17. Теоретико-методологические аспекты формирования добавленной стоимости / О.В. Демьянова, Е.В. Рунова, С.Д. Вдовина, Д.Р. Садыкова // Проблемы современной экономики. – 2016. – № 4 (60). – С. 72–76.
18. Феофантов К.С. Производственные цепочки в обрабатывающей промышленности / К.С. Феофантов // Бизнес-журнал. – 2010. – № 7. – С. 5–6.
19. Яковенко Н.А. Обоснование сценариев развития продуктовых цепочек в агропродовольственном комплексе / Н.А. Яковенко, И.С. Иваненко // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 97–100.
20. Gereffi G. The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks / G. Gereffi // Chapter 5 in Book Commodity Chains and Global Capitalism, G. Gereffi and M. Korzeniewicz, eds. – Westport : Praeger, 1994. – Pp. 95–122.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Лилия Олеговна Макаревич – кандидат экономических наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: paragon_lily@mail.ru.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 10.08.2020

Дата принятия к печати 18.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lilia O. Makarevich, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: paragon_lily@mail.ru.

Andrey 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, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Received August 10, 2020

Accepted after revision September 18, 2020

СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В АГРАРНОЙ СФЕРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Евгений Валентинович Авдеев

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты изучения состояния развития человеческого капитала в аграрной сфере РФ. В соответствии с поставленной целью выделены факторы, влияющие на развитие человеческого капитала, определены основные тенденции развития человеческого капитала: сохранение депопуляционных процессов и старение сельского населения; рост доходов сельского населения и заработной платы занятых в сельском хозяйстве; превышение темпов роста заработной платы в сельском хозяйстве по сравнению с другими отраслями и среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве к величине прожиточного минимума трудоспособного населения; более низкие темпы роста уровня образования сельского населения, его доступности по сравнению с городским и др. Проведённый анализ позволил установить признаки кризиса в развитии количественной составляющей воспроизводства человеческого капитала. В частности, за период с 1990 по 2018 г. отмечено уменьшение численности сельского населения всего по РФ на 1,5 млн чел., или на 4,1%. Данная тенденция наблюдается в большинстве федеральных округов страны. Происходят изменения структуры населения по территориальному признаку: так, за исследуемый период доля сельского населения в общей численности к 2018 г. уменьшилась до 25,4%. Отмечается уменьшение численности наиболее активной части трудоспособного населения в возрасте от 30 до 44 лет на 852 тыс. чел., или на 9,8%. Нетто-коэффициент воспроизводства сельского населения составил менее 1, что свидетельствует о суженном типе воспроизводства. В развитии качественной составляющей воспроизводства человеческого капитала аграрной сферы выявлены как положительные тенденции (повышение уровня заработной платы населения, занятого в сельском хозяйстве), так и отрицательные (более низкие темпы роста уровня образования сельского населения, его доступности по сравнению с городским и др.).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: человеческий капитал, численность сельского населения, структура и распределение сельского населения, воспроизводство сельского населения, тенденции развития.

STATE AND TRENDS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION

Evgeniy V. Avdeev

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The results of studying current state of human capital development in the agricultural sector of the Russian Federation are presented. In accordance with this goal, the factors affecting the development of human capital and the main trends in the development of human capital are identified, i.e. further duration of depopulation processes and aging of the rural population; growth of income of rural population and growth of the wage level of the population employed in agriculture; higher rate of growth of wages in agriculture as compared to other industries and the average monthly wage in agriculture to the level of subsistence minimum of the able-bodied population; lower rate of growth of the level of education of the rural population and its availability as compared to urban population, etc. The author performed an analysis and identified signs of a crisis in the quantitative component of human capital reproduction. In particular, for the period from 1990 to 2018, there was a decrease in the rural population of the entire Russian Federation by 1.5 million people, or 4.1%. This trend is observed in most federal districts of the country. There are changes in the structure of the population according to a territorial basis: for example, during the study period, the share of the rural population in the total population decreased to 25.4% by the year 2018. There is a decrease in the number of the most active part of the able-bodied population between the ages of 30 and 44 by 852 thousand people, or by 9.8%. The net reproduction rate of the rural population was less than 1, which indicates a contracted type of reproduction. In the development of the qualitative component of human capital reproduction in the agricultural sector the author identified both positive (growth of the wage level of the population employed in agriculture) and negative trends (lower rate of growth of the level of education of the rural population and its availability as compared to urban population, etc.).

KEYWORDS: human capital, rural population, structure and distribution of the rural population, reproduction of the rural population, development trends.

Современная экономическая ситуация в аграрной сфере Российской Федерации характеризуется устойчивой тенденцией перехода отраслей сельского хозяйства на инновационный путь развития, побудительными мотивами которого является взятый Правительством РФ курс на импортозамещение в ключевых сферах экономики. Данный процесс неминуемо затрагивает все элементы сложившейся в аграрной сфере хозяйственной системы, приводя не только к росту, но и усложнению ресурсного обеспечения агропромышленного комплекса страны. Что касается роста ресурсного обеспечения, то здесь имеются определённые ограничения, в большинстве своём вызванные накопившимися проблемами в социально-экономическом развитии сельской местности, а также несоответствием качественного и количественного уровня развития человеческого капитала аграрной сферы требованиям, предъявляемым текущей экономической конъюнктурой.

Как показывают проведённые исследования, за анализируемый период наблюдается уменьшение численности сельского населения всего по РФ. Так, с 1990 по 2018 г. уменьшение составило 1,5 млн чел., или 4,1% (табл. 1).

Таблица 1. Динамика численности сельского населения по субъектам Российской Федерации, млн чел.

Субъект	Годы									
	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Российская Федерация	38,9	39,2	38,6	37,4	37,1	38,0	37,9	37,8	37,6	37,3
Центральный федеральный округ	8,3	7,8	7,4	7,1	7,1	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0
Северо-Западный федеральный округ	2,7	2,5	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Южный федеральный округ	4,7	5,2	5,2	5,2	5,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1
Северо-Кавказский федеральный округ	3,7	4,4	4,6	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	4,9	4,9
Приволжский федеральный округ	9,2	9,3	9,1	8,7	8,6	8,5	8,4	8,4	8,3	8,2
Уральский федеральный округ	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Сибирский федеральный округ	5,0	5,1	4,9	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4
Дальневосточный федеральный округ	2,8	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2

Источник: [3].

Отмеченный тренд актуален для большинства федеральных округов страны, при этом лидером данного антирейтинга выступают Дальневосточный и Северо-Западный федеральные округа, где за период с 1990 по 2018 г. наблюдается снижение соответственно на 21,4% (595 тыс. чел.) и 18,5% (541 тыс. чел.).

В абсолютном выражении наибольшее снижение произошло в Центральном федеральном округе – 1,3 млн чел. (15,7%). Между тем в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах сложилась положительная тенденция, показавшая рост за анализируемый период соответственно на 32,4% (1,3 млн чел.) и 29,8% (1,4 млн чел.).

Выделенные выше тенденции в изменении численности сельского населения по субъектам РФ нашли своё отражение в изменении структуры населения по территориальному признаку (табл. 2). Если в 1990 г. доля сельского населения в общей численности составляла 26,2%, то в 2018 г. она упала до 25,4%, снижение при этом составило 0,8 п.п.

Таблица 2. Доля сельского населения в общей численности населения по субъектам Российской Федерации, %

Субъект	Годы									
	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Российская Федерация	26,2	26,8	27,0	26,2	25,8	26,0	25,9	25,7	25,6	25,4
Центральный федеральный округ	21,7	20,4	19,3	18,5	18,2	18,2	18,0	17,9	17,8	17,7
Северо-Западный федеральный округ	17,7	17,8	17,7	16,4	16,1	15,9	15,9	15,7	15,6	15,5
Южный федеральный округ	35,3	37,1	37,5	37,5	37,2	37,8	37,7	37,6	37,4	37,3
Северо-Кавказский федеральный округ	48,4	50,9	50,9	50,8	50,9	50,9	50,9	50,9	50,2	49,9
Приволжский федеральный округ	28,9	29,4	29,8	29,1	28,8	28,5	28,4	28,3	28,1	27,9
Уральский федеральный округ	19,1	19,4	20,9	20,0	19,3	19,1	18,9	18,8	18,6	18,5
Сибирский федеральный округ	26,9	28,0	28,3	26,8	26,4	26,2	26,0	25,9	25,8	25,7
Дальневосточный федеральный округ	27,0	27,5	29,6	28,3	27,7	27,6	27,4	27,3	27,2	27,1

Источник: [3].

Анализ данных, представленных в таблице 2, в целом выявил устойчивый тренд снижения доли сельского населения в диапазоне от 0 до 4 п.п. в большинстве федеральных округов Российской Федерации. На общем фоне выделяются такие субъекты, как Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, где наблюдался рост соответственно на 2,0 и 1,5 п.п.

Следует отметить сложившуюся отрицательную тенденцию распределения сельского населения Российской Федерации по возрастным группам, что следует из анализа данных, приведённых в таблице 3. Так, наблюдается снижение численности населения в трудоспособном возрасте на 1,7 млн чел., или 7,9%. В том числе отмечается уменьшение численности наиболее активной части трудоспособного населения в возрасте от 30 до 44 лет на 852 тыс. чел., или 9,8%. Особо выделяются изменения численности населения в группе от 0 до 4 лет.

В абсолютных числах отмечается рост количества населения в данной возрастной группе на 252 тыс. чел., или 12,5%, при том, что с 2014 по 2018 г. произошло снижение на 401 тыс. чел., или 15,0%, что опосредованно свидетельствует о снижении уровня рождаемости. Кроме того, наблюдается снижение численности населения молодежи трудоспособного возраста в целом на 1,3 млн чел., или 14,7%. Следовательно, в перспективе, именно на это или несколько большее количество сократится численность трудоспособного сельского населения.

В Российской Федерации за период с 2000 по 2018 г. имело место некоторое ухудшение структуры сельского населения. В частности, уменьшилась доля населения в трудоспособном возрасте на 1,7 п.п. (табл. 4). При этом необходимо отметить следующее: несмотря на то что на первый взгляд выявленная тенденция хоть и является отрицательной, темпы снижения в целом за этот период не являются критичными. Однако если проанализировать изменения показателей структуры населения с 2008 г., то ситуация значительно меняется. За период с 2008 по 2018 г. доля населения в трудоспособном возрасте снизилась уже на 7,1 п.п.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 3. Распределение сельского населения по возрастным группам в Российской Федерации, млн чел.

Возрастные группы	Годы									2018 г. в % к 2000 г.
	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Всего	39 232	38 649	37 444	37 118	37 985	37 887	37 772	37 553	37 327	95,1
В том числе в возрасте, лет:										
0–4	2 020	2 083	2 397	2 573	2 673	2 657	2 576	2 428	2 272	112,5
5–9	2 536	2 081	2 106	2 249	2 348	2 393	2 477	2 523	2 539	100,1
10–14	3 600	2 576	2 075	2 053	2 129	2 139	2 162	2 206	2 263	62,9
15–19	2 952	3 552	2 173	1 951	1 943	1 896	1 866	1 878	1 891	64,1
20–24	2 613	2 794	2 962	2 211	2 103	2 002	1 981	1 973	1 974	75,5
25–29	2 452	2 585	2 819	2 885	2 898	2 808	2 617	2 381	2 187	89,2
30–34	2 441	2 454	2 542	2 604	2 704	2 725	2 786	2 823	2 792	114,4
35–39	2 992	2 451	2 434	2 468	2 529	2 542	2 537	2 553	2 587	86,5
40–44	3 281	2 961	2 411	2 379	2 459	2 466	2 479	2 473	2 483	75,7
45–49	2 767	3 223	2 885	2 494	2 475	2 436	2 405	2 403	2 394	86,5
50–54	2 110	2 681	3 128	3 092	3 052	2 888	2 743	2 602	2 485	117,8
55–59	1 234	2 015	2 593	2 879	3 009	3 091	3 124	3 095	3 033	245,8
60–64	2 522	1 123	1 897	2 277	2 415	2 501	2 576	2 653	2 749	109
65–69	1 862	2 208	974	1 214	1 532	1 769	1 895	2 006	2 093	112,4
70 и более	3 850	3 862	4 048	3 789	3 716	3 574	3 548	3 556	3 585	93,1
Из общей численности – население в возрасте:										
моложе трудоспособного	8 796	7 402	7 027	7 292	7 551	7 602	7 617	7 577	7 504	85,3
трудоспособном	21 517	22 979	22 122	21 031	21 192	20 826	20 507	20 149	19 818	92,1
старше трудоспособного	8 919	8 268	8 295	8 795	9 242	9 459	9 648	9 827	10 005	112,2

Источник: [11, с. 83; 14, с. 74; 17, с. 97].

Таблица 4. Структура сельского населения Российской Федерации по трудоспособному возрасту

Годы	Структура сельского населения, %		
	моложе трудоспособного возраста	в трудоспособном возрасте	старше трудоспособного возраста
2000	22,4	54,8	22,7
2001	22,0	55,3	22,7
2002	21,3	56,3	22,4
2003	20,5	57,5	22,0
2004	19,8	58,6	21,6
2005	19,2	59,5	21,4
2006	18,6	60,0	21,4
2007	18,4	60,2	21,4
2008	18,3	60,2	21,5
2009	18,5	59,8	21,7
2010	18,8	59,1	22,2
2011	19,0	58,4	22,6
2012	19,3	57,5	23,1
2013	19,6	56,7	23,7
2014	19,9	55,8	24,3
2015	20,1	55,0	25,0
2016	20,2	54,3	25,5
2017	20,2	53,7	26,2
2018	20,1	53,1	26,8

Источник: [11, с. 83; 14, с. 74; 17, с. 97].

Можно констатировать, что явления, происходившие в 2008 г., а именно экономический кризис, а также последовавшая за ним череда других экономических потрясений, вызванная проводимой в отношении нашей страны западными «партнерами» санкционной политикой, так или иначе затронувших весь народнохозяйственный комплекс страны, привели к оттоку трудоспособного сельского населения в городскую местность. Данные явления не только ограничивают возможности естественным путём повышать численный состав человеческого капитала аграрного сектора Российской Федерации, но и в перспективе снизят потенциал трудовых ресурсов регионов. Кроме того, сложившаяся негативная тенденция в структуре трудоспособного сельского населения может привести в перспективе к появлению диспропорций и росту нагрузки на 1 работника.

Проведённый анализ занятости населения позволил выявить две разнонаправленные тенденции. С одной стороны, наблюдается тренд в увеличении численности занятых всего по экономике страны: так, за период с 2000 по 2018 г. произошло повышение на 7,2 млн чел., или 11,2%, при этом практически достигнут дореформенный уровень. Однако здесь следует признать, следующее: во-первых, за данный период произошло присоединение двух субъектов к территории страны; во-вторых, значительно повысился возраст выхода на пенсию с 60 до 65 лет у мужчин и с 55 до 63 лет у женщин, что, кроме прочего, в совокупности дало определённый прирост к количеству занятого населения. С другой стороны, несмотря на вышеперечисленные факторы, отмечается снижение численности населения, занятого в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве, с 10,0 млн чел. в 1990 г. до 4,9 млн чел. в 2018 г., или более чем в 2 раза. Вследствие вышеназванных тенденций отмечается трансформация структуры занятости населения в сельском хозяйстве, что следует из данных, представленных на рисунке 1.

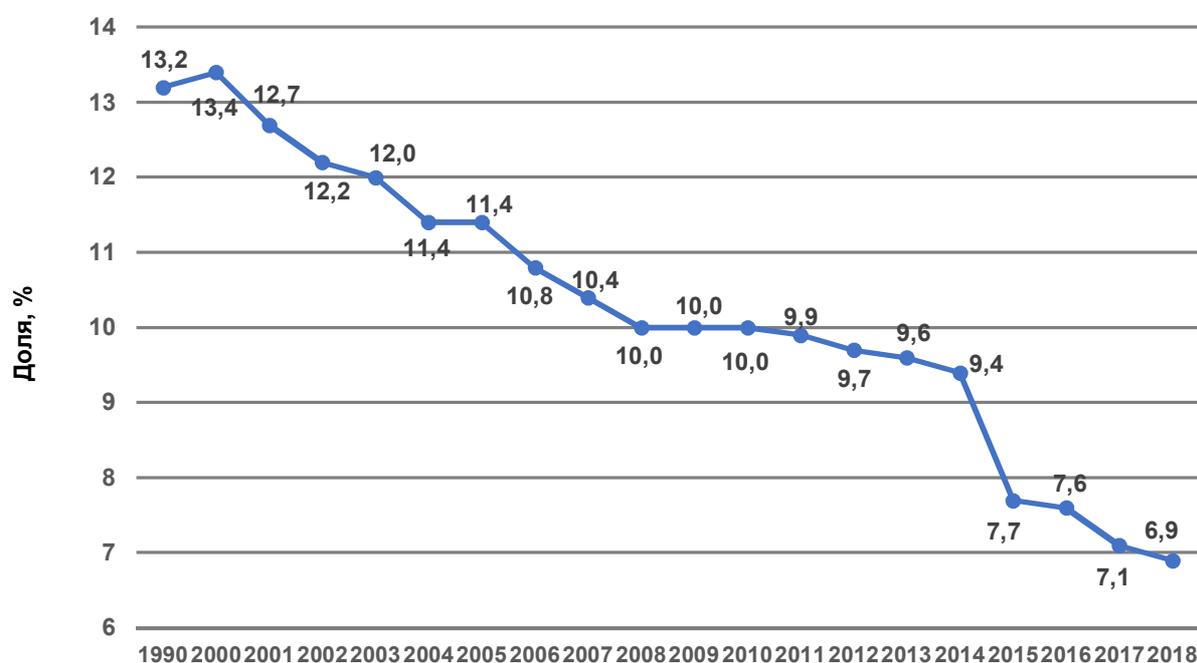


Рис. 1. Удельный вес занятых в сельском хозяйстве в общей численности занятых в экономике в целом в Российской Федерации

Источник: [6, с. 137; 9, с. 138; 13, с. 111; 15, с. 113; 16, с. 113; 17, с. 122].

За анализируемый период (с 1990 по 2018 г.) удельный вес занятых в сельском хозяйстве в общей численности населения, занятого в экономике, в целом в Российской Федерации снизился с 13,2% в 1990 г. до 6,9% в 2018 г., или на 6,3 п.п.

На основе анализа структуры численности экономически активного населения, занятого в экономике, по уровню образования по Российской Федерации можно проследить положительную тенденцию увеличения доли населения с высшим образованием (рис. 2).

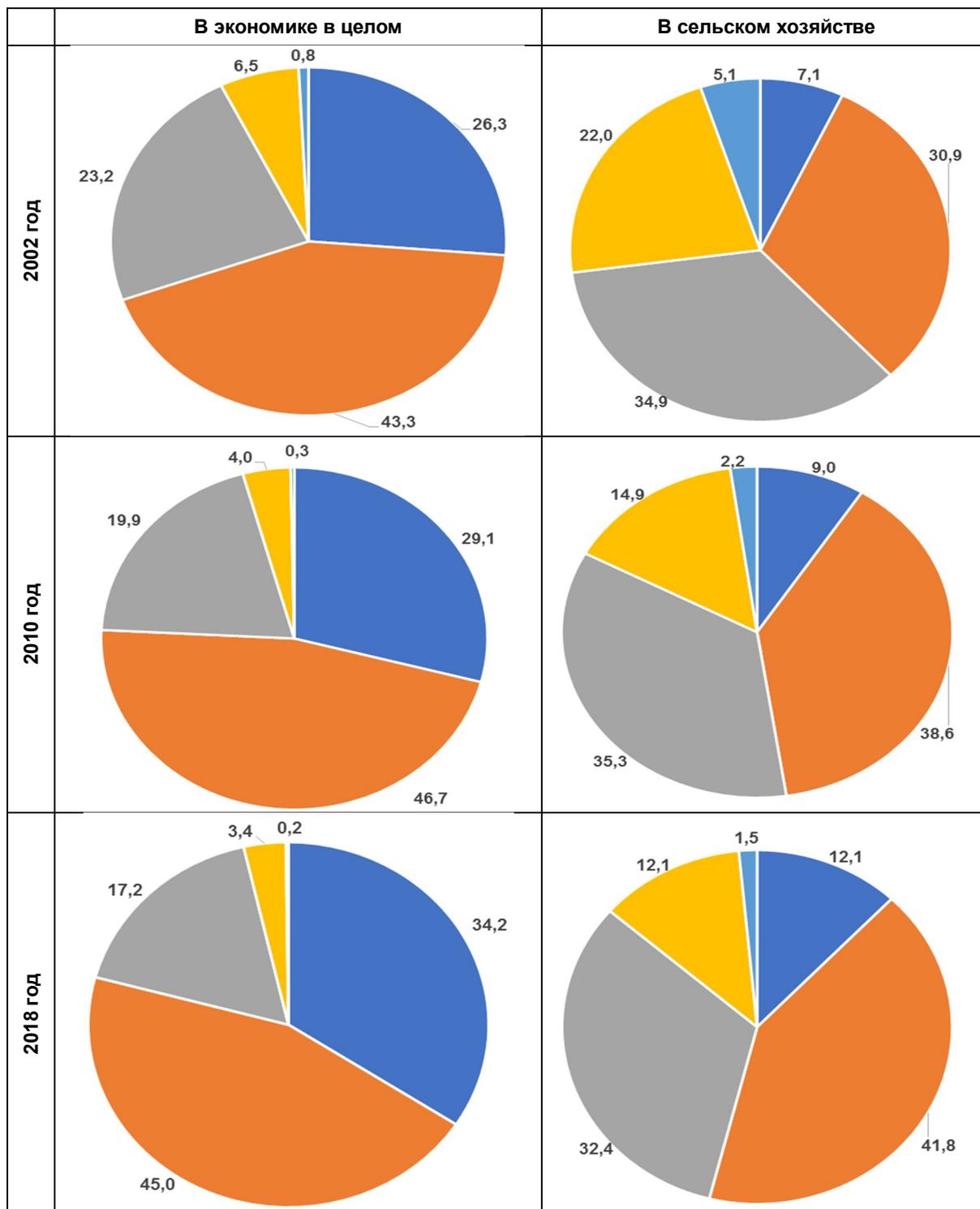


Рис. 2. Структура численности занятого населения РФ по уровню образования, %:

- – высшее профессиональное;
- – среднее профессиональное;
- – среднее общее;
- – основное общее;
- – не имеют основного общего образования

Источник: [6, с. 142; 9, с. 141; 10, с. 128; 14, с. 113; 17, с. 128, 130].

Как следует из данных, приведённых на рисунке 2, в среднем по экономике произошёл рост доли численности экономически активного населения с высшим образованием на 7,9 п.п., а среди занятых в сельском хозяйстве – на 5,0 п.п. Также можно отметить рост доли населения со средним профессиональным образованием – соответственно на 1,7 и 10,9 п.п. В то же время наблюдается снижение доли занятых, имеющих среднее и начальное общее образование, а также не имеющих образования, как в целом в экономике, так и в сельском хозяйстве.

Выявленные тенденции изменения структуры численности населения, занятого в сельском хозяйстве, носят положительный характер, и особенно это относится к росту доли населения с высшим образованием. Однако отмеченные темпы роста отстают от средних по экономике, и, как следствие, в 2018 г. доля населения с высшим профессиональным образованием, занятого в сельском хозяйстве, оказалась ниже средней по экономике на 22,1 п.п., при этом отрыв от уровня 2002 г. увеличился на 2,9 п.п. За исследуемый период среднемесячная номинальная заработная плата в среднем по экономике увеличилась в 19,7 раза и в 2018 г. стала составлять 43,7 тыс. руб., в то время как в сельском хозяйстве отмечено увеличение в 30 раз – до 28,7 тыс. руб. (табл. 5).

Таблица 5. Соотношение среднемесячной номинальной заработной платы работников в организациях российской экономики

Годы	Среднемесячная заработная плата, руб.		Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве, % к ее уровню по экономике в целом
	в среднем по экономике	в сельском хозяйстве	
2000	2 223	958	43,1
2001	3 240	1 306	40,3
2002	4 360	1 876	43,0
2003	5 499	2 340	42,6
2004	6 740	3 015	44,7
2005	8 555	3 646	42,6
2006	10 634	4 569	43,0
2007	13 593	6 144	45,2
2008	17 290	8 475	49,0
2009	18 638	9 619	51,6
2010	20 952	11 109	53,0
2011	23 369	12 464	53,3
2012	26 629	14 129	53,1
2013	29 792	15 724	52,8
2014	32 495	17 724	54,5
2015	34 030	19 721	58,0
2016	36 709	22 915	62,4
2017	39 167	25 671	65,5
2018	43 724	28 699	65,6

Источник: [7, с. 180; 9, с. 178; 14, с. 145; 17, с. 156].

Однако несмотря на более высокие темпы роста уровня заработной платы в сельском хозяйстве и, как следствие, постепенное выравнивание соотношения по сравнению со средней по экономике с 43,1% в 2000 г. до 65,8% в 2018 г. (на 22,5 п.п.), дисбаланс по-прежнему является значительным и выступает одной из первопричин оттока трудоспособного населения из сельской местности.

В процессе исследования установлено, что за период наблюдения (2000–2018 гг.) происходит стабильное увеличение отношения уровня заработной платы в сельском хозяйстве и величины прожиточного минимума. Так, если в 2000 г. среднемесячная

номинальная заработная плата в сельском хозяйстве была ниже уровня прожиточного минимума трудоспособного населения на 23,4%, то в 2018 г. она превышала его более чем в 2,5 раза. Величина прожиточного минимума трудоспособного населения выросла в 8,4 раза, а среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве – в 30 раз (табл. 6).

Однако следует учесть, что даже данная тенденция не обеспечивает полноценного количественного и качественного развития человеческого капитала на селе. Сложившийся в настоящее время уровень доходов сельских жителей не позволяет сельскому хозяйству в полной мере вкладывать средства в полноценное и всестороннее развитие человеческого капитала (получение высокого уровня образования и услуг здравоохранения, определение своего будущего и будущего своих детей и др.).

Таблица 6. Соотношение среднемесячной номинальной заработной платы в сельском хозяйстве и величины прожиточного минимума трудоспособного населения в РФ

Годы	Величина прожиточного минимума трудоспособного населения, руб.	Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве, руб.	Среднемесячная заработная плата в сельском хозяйстве, % к величине прожиточного минимума трудоспособного населения
2000	1 320	958	72,6
2001	1 629	1 306	80,2
2002	1 968	1 876	95,3
2003	2 304	2 340	101,6
2004	2 602	3 015	115,9
2005	3 255	3 646	112,0
2006	3 695	4 569	123,6
2007	4 159	6 144	147,7
2008	4 971	8 475	170,5
2009	5 572	9 619	172,6
2010	6 138	11 109	181,0
2011	6 878	12 464	181,2
2012	7 049	14 129	200,4
2013	7 871	15 724	199,8
2014	8 683	17 724	204,1
2015	10 455	19 721	188,6
2016	10 598	22 915	216,2
2017	10 899	25 671	235,5
2018	11 125	28 699	258,0

Источник: [2; 7, с. 180; 9, с. 178; 14, с. 145, 157; 17, с. 156, 165].

Существующее положение подтверждает необходимость изменения данной ситуации в силу того, что при текущем уровне дохода через заработную плату сельским жителям невозможно качественно формировать и развивать человеческий капитал. Уровень и структура денежных доходов, приходящихся в среднем на одного члена домашних хозяйств, свидетельствуют о том, что негативные тенденции продолжают усиливаться (рис. 3).

Во-первых, денежный доход, приходящийся в среднем на члена сельского домашнего хозяйства в месяц, в 2017 г. составил 17830,1 руб., что ниже, чем в городской местности, на 40,1% [12, с. 159; 17, с. 169]. При этом динамика уменьшения существующего диспаритета хоть и является положительной, однако темпы остаются незначительными – с 2011 по 2018 г. изменение составило менее 1%.

Во-вторых, в 2017 г. отмечается уменьшение на 1,1 п.п. доли, приходящейся на доход от трудовой деятельности, и увеличение доли полученных трансфертов – на 0,8 п.п. Кроме того, наблюдается уменьшение объема располагаемого денежного дохода до 91,6% за счёт увеличения переданных трансфертов – на 0,8 п.п. Следовательно, реальный объём доходов, остающийся в распоряжении одного члена сельского домашнего хозяйства, в 2017 г. составил 16 333 руб.

В-третьих, выявленные выше негативные тенденции изменения структуры сельских домашних хозяйств в большинстве своём являются разнонаправленными в сравнении с городскими домашними хозяйствами (в которых за аналогичный период отмечается как рост доли доходов от трудовой деятельности, так и снижение доли полученных трансфертов). Исключение составляет лишь сложившаяся аналогичная тенденция в росте объёма переданных трансфертов, однако темпы их увеличения ниже, чем в сельских домашних хозяйствах.

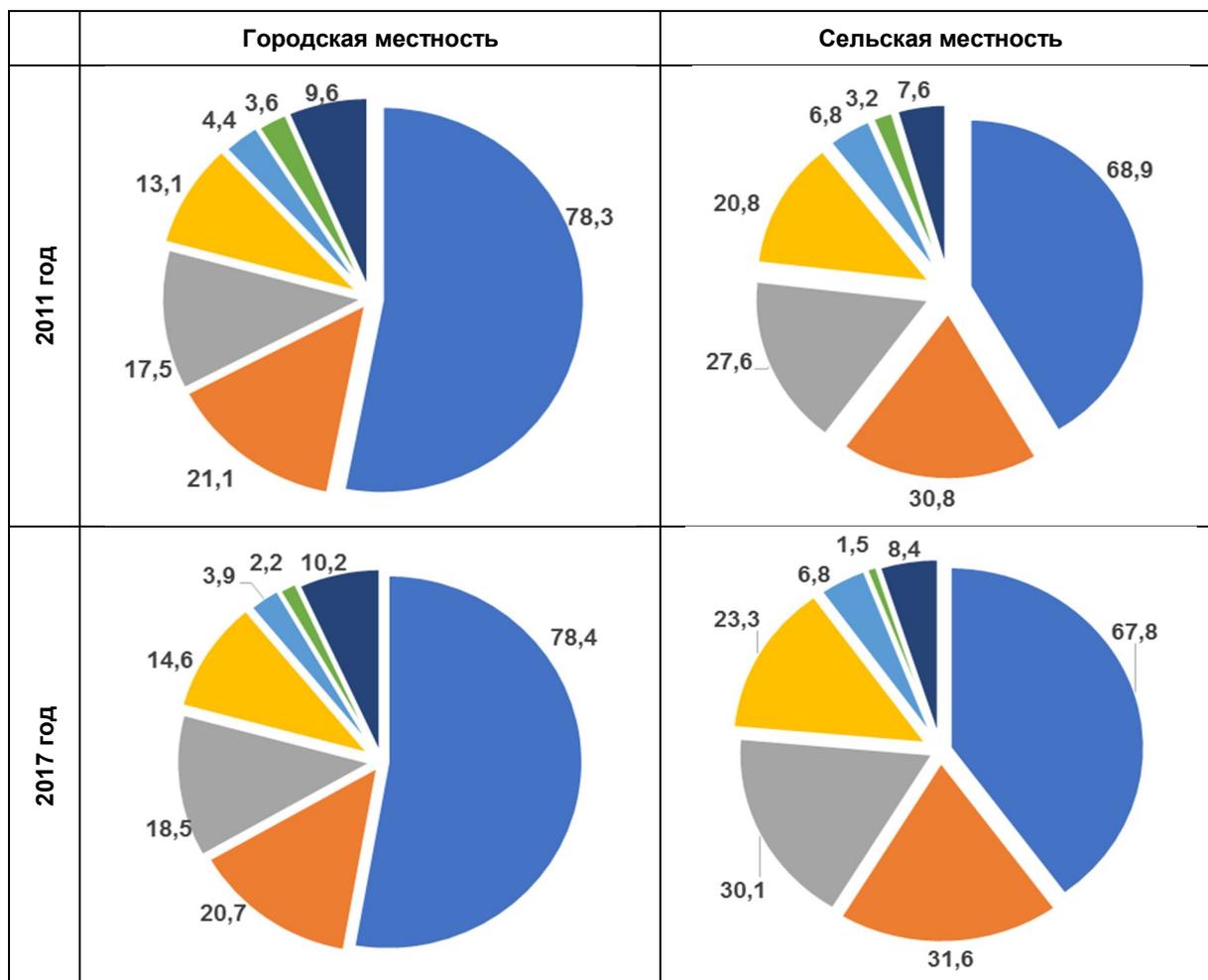


Рис. 3. Структура денежных доходов домашних хозяйств городской и сельской местности, %:

- – доход от трудовой деятельности – всего;
- – трансферты полученные – всего;
- – социальные выплаты;
- – пенсии;
- – пособия, компенсации и другие социальные выплаты;
- – иные денежные поступления от частных лиц и организаций;
- – трансферты переданные – всего

Источник: [12, с. 159; 17, с. 169].

Сложившийся уровень доходов накладывает определённый отпечаток и на структуру потребительских расходов населения Российской Федерации (рис. 4). При этом следует отметить положительную динамику в изменении структуры потребительских расходов. Так, если в 2007 г. доля затрат на продукты питания у сельского населения составляла 44,8%, что выше, чем у городского, на 13,1 п.п., то в 2018 г. эта доля уже составляла 41,9%, а у городского – 33,7%, что выше уже на 8,2 п.п.

Наблюдается увеличение доли затрат на оплату услуг на 4,9 п.п. – с 15,5% в 2007 г. до 20,6% в 2018 г. Однако в абсолютном выражении по-прежнему низкими остаются расходы на компоненты, которые обеспечивают формирование и развитие человеческого капитала, а именно образование, здравоохранение и культурные мероприятия.

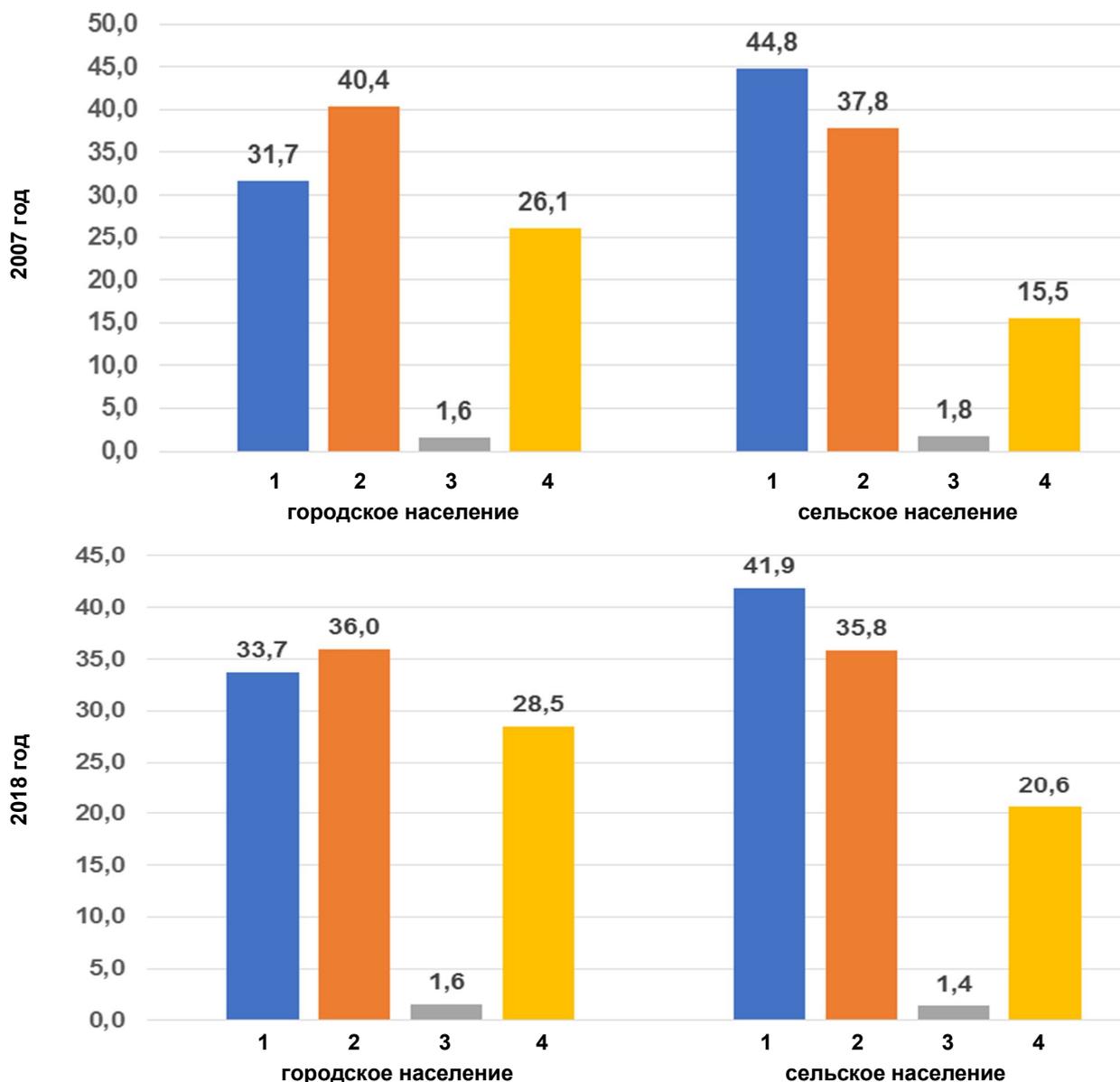


Рис. 4. Структура потребительских расходов населения РФ, %: 1 – продукты питания; 2 – непродовольственные товары; 3 – алкогольные напитки; 4 – оплата услуг

Источник: [8, с. 202; 17, с. 170].

За анализируемый период наблюдается устойчивая тенденция увеличения средней продолжительности жизни населения, характерная для всех групп населения (табл. 7).

Таблица 7. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет

Годы	Всё население			Городское население			Сельское население		
	Всего	М	Ж	Всего	М	Ж	Всего	М	Ж
1990	69,19	63,73	74,30	69,55	64,31	74,34	67,97	62,03	73,95
2000	65,34	59,03	72,26	65,69	59,35	72,46	64,34	58,14	71,66
2001	65,23	58,92	72,17	65,57	59,23	72,37	64,25	58,07	71,57
2002	64,95	58,68	71,90	65,40	59,09	72,18	63,68	57,54	71,09
2003	64,86	58,56	71,86	65,37	59,02	72,21	63,42	57,29	70,86
2004	65,31	58,91	72,36	65,87	59,42	72,73	63,77	57,56	71,27
2005	65,37	58,92	72,47	66,10	59,58	72,99	63,45	57,22	71,06
2006	66,69	60,43	73,34	67,43	61,12	73,88	64,74	58,69	71,86
2007	67,61	61,46	74,02	68,37	62,20	74,54	65,59	59,57	72,56
2008	67,99	61,92	74,28	68,77	62,67	74,83	65,93	60,00	72,77
2009	68,78	62,87	74,79	69,57	63,65	75,34	66,67	60,86	73,27
2010	68,94	63,09	74,88	69,69	63,82	75,39	66,92	61,19	73,42
2011	69,83	64,04	75,61	70,51	64,67	76,10	67,99	62,40	74,21
2012	70,24	64,56	75,86	70,83	65,10	76,27	68,61	63,12	74,66
2013	70,76	65,13	76,30	71,33	65,64	76,70	69,18	63,75	75,13
2014	70,93	65,29	76,47	71,44	65,75	76,83	69,49	64,07	75,43
2016	71,87	66,50	77,06	72,35	66,91	77,38	70,50	65,36	76,07
2017	72,70	67,51	77,64	73,16	67,90	77,96	71,38	66,43	76,66
2018	72,91	67,75	77,82	73,34	68,11	78,09	71,67	66,75	76,93

Источник: [17, с. 104].

С 1990 по 2018 г. продолжительность жизни по всему населению увеличилась до 72,91 лет, или на 3,72 года, а по сравнению с уровнем 2000 г. – на 7,57 лет. Объективно, темпы роста продолжительности жизни при рождении выше у городского населения. Если в 2000 г. продолжительность жизни городского населения составляла в среднем 69,35 лет, то в 2018 г. уже 73,34 года, рост – 7,65 лет, то у сельского населения – соответственно 7,33 и 71,67 лет. С одной стороны, данный факт отражает рост уровня жизни всех категорий населения, а с другой, свидетельствует о том, что изначально более низкий уровень жизни сельского населения изменяется недостаточно быстро.

Исследование продолжительности жизни по категориям населения позволило установить, что наибольшие темпы роста наблюдаются у мужчин: так, к 2000 г. у городского и сельского населения рост составил соответственно 8,76 и 8,61 лет.

Особое место в исследовании количественного воспроизводства человеческого капитала аграрной сферы занимает анализ естественного прироста/убыли сельского населения, а также динамики уровня рождаемости и смертности населения (табл. 8).

Во-первых, несмотря на наблюдаемую естественную убыль населения на протяжении всего анализируемого периода, отмечается положительная динамика в его изменении. Так, с 2000 по 2018 г. естественная убыль сельского населения уменьшилась в 2,5 раза и составила 112,1 тыс. чел.

Во-вторых, к 2018 г. снижается уровень смертности на 3,5 %, а уровень рождаемости растёт на 0,9 %.

В-третьих, ни по одному из анализируемых показателей не был достигнут до-реформенный уровень. Кроме того, с 2013 г. наметилась негативная тенденция в изменении уровня рождаемости и, как закономерный итог, в ухудшении уровня естественного прироста населения.

Таблица 8. Рождаемость, смертность и естественный прирост сельского населения РФ

Годы	Всего, тыс. чел.			На 1000 человек населения		
	родившихся	умерших	естественный прирост	родившихся	умерших	естественный прирост
1990	602,6	515,4	87,2	15,5	13,2	2,3
2000	379,9	661,3	-281,4	9,8	17,1	-7,3
2001	383,0	662,6	-279,6	10,0	17,3	-7,3
2002	398,9	693,5	-294,6	10,5	18,2	-7,7
2003	426,7	708,2	-281,5	11,1	18,4	-7,3
2004	428,2	688,5	260,3	11,2	18,0	-6,8
2005	420,5	708,2	-287,7	11,0	18,6	-7,6
2006	435,1	665,5	-230,4	11,3	17,3	-6,0
2007	489,4	635,0	-145,6	12,8	16,6	-3,8
2008	519,1	632,4	-113,3	13,6	16,6	-3,0
2009	524,1	612,9	-88,8	13,7	16,1	-2,4
2010	525,1	606,8	-81,7	14,0	16,1	-2,1
2011	526,6	569,0	-42,4	14,1	15,2	-1,1
2012	546,4	552,7	-6,3	14,7	14,8	-0,1
2013	538,5	539,3	-0,8	14,5	14,5	0,0
2014	547,8	549,5	-1,7	14,4	14,5	-0,1
2015	485,3	546,7	-61,4	12,8	14,4	-1,6
2016	462,1	536,1	-73,9	12,2	14,2	-2,0
2017	420,8	515,9	-95,1	11,2	13,7	-2,5
2018	399,1	511,2	-112,1	10,7	13,6	-2,9

Источник: [9, с. 95; 10, с. 84; 11, с. 93; 14, с. 84; 17, с. 104].

Наряду с коэффициентом естественного прироста необходимо проследить динамику так называемого истинного коэффициента естественного прироста населения на основе изучения, с одной стороны, длины женского поколения, то есть разности между средним возрастом матерей и средним возрастом их детей, а с другой – валового и чистого коэффициентов возобновления населения (брутто- и нетто-коэффициенты воспроизводства населения), выступающих интегральной оценкой существующих уровней рождаемости и смертности и отражающих потенциальные тенденции в изменении структуры населения на перспективу, при условии сохранения текущего положения в регулировании сложившихся демографических процессов (табл. 9).

Таблица 9. Некоторые компоненты воспроизводства сельского населения РФ

Показатели	Годы							
	2001	2005	2010	2014	2015	2016	2017	2018
Среднее число детей на одну женщину	1,532	1,560	1,999	2,331	2,109	2,046	1,904	1,853
В том числе девочек (брутто-коэффициент воспроизводства)	0,748	0,761	0,975	1,138	1,029	0,998	0,929	0,905
Нетто-коэффициент воспроизводства	0,631	0,598	0,840	1,007	0,879	0,915	0,824	0,739
Длина женского поколения, лет	25,7	26,1	26,7	26,8	27,2	27,1	27,6	27,8
Истинный коэффициент естественного прироста населения, на 1000 человек населения	-17,9	-19,7	-6,5	0,3	-4,8	-3,3	-7,0	-10,9
Коэффициент естественного прироста	-7,3	-7,6	-2,1	14,4	-1,6	-2,0	-2,5	-2,9

Источник: рассчитано автором на основе данных, представленных в Демографических ежегодниках России за ряд лет.

Анализ брутто-коэффициента воспроизводства показал положительную тенденцию в замещении материнского поколения поколением дочерей. Так, с 2001 по 2018 г. отмечается рост на 0,157%, следовательно, в 2018 г. поколение матерей замещалось лишь на 90,5%, что указывает на суженный тип воспроизводства населения. Обозначенная тенденция, с одной стороны, является явно положительной, ввиду её роста, однако, с другой стороны, следует отметить, что в исследуемом периоде этот показатель в отдельные временные промежутки имел более высокие значения: так, с 2011 по 2015 г. его уровень был выше 1, затем последовало определённое снижение. Кроме того, сама методика расчёта брутто-коэффициента предполагает наличие существенных допущений. В частности, не учитывается уровень смертности среди женщин репродуктивного возраста, которые непосредственно участвуют в процессе воспроизводства населения. Данный показатель позволяет только охарактеризовать тип воспроизводства населения как суженное, простое или расширенное, а также с определённой долей вероятности спрогнозировать, как изменится численность населения, если демографическая ситуация не изменится.

Однако по величине брутто-коэффициента воспроизводства населения нельзя однозначно охарактеризовать степень замещения поколения матерей поколением дочерей в силу того, что не все из них доживут до возраста своих матерей. Отмеченный недостаток призван нивелировать нетто-коэффициент воспроизводства населения, который выступает в качестве ключевой характеристики процесса воспроизводства. Проведённый анализ показал, что в 2018 г. нетто-коэффициент составлял 0,739%, это означает, что каждая женщина, дожившая до конца репродуктивного периода жизни, при условии, что на всём протяжении этого периода возрастные коэффициенты рождаемости и смертности оставались неизменными, родила 0,739 девочки, возместив поколение матерей на 73,9%. С каждым новым поколением численность населения будет уменьшаться на 26,1%, что свидетельствует о суженном характере воспроизводства.

Необходимо также отметить, что в сельской местности наметился устойчивый тренд на увеличение среднего возраста матери. Так, если в 2001 г. он составлял 25,7 лет, то в 2018 г. – 27,8 лет.

С использованием нетто-коэффициента воспроизводства населения, а также показателя длины женского поколения был определён истинный коэффициент естественного прироста. В 2018 г. его значение составляло – 10,9%, что на 8,0% выше значений коэффициента естественного прироста, то есть на 8,0% естественная убыль сельского населения была компенсирована благоприятной возрастной структурой населения, в которой большую долю составляли более молодые возрастные группы, и уровень смертности ниже, чем в старших возрастных группах.

Данный факт свидетельствует о том, что реальная возрастная структура сельского населения страны является более молодой, чем возрастная структура соответствующего современным параметрам рождаемости и смертности населения. Благодаря этому у населения накоплен некоторый потенциал роста, или точнее потенциал торможения убыли населения, благодаря которому численность населения России убывает не так быстро, как это было бы в противном случае. Однако данный потенциал роста быстро исчерпывается, что обусловлено вступлением в репродуктивный возраст поколения, родившегося в период спада рождаемости, – с 1990-х по 2000-е гг.

Проведённый анализ позволил установить, что на текущий момент в развитии человеческого капитала аграрной сферы существует несколько разнонаправленных тенденций. Так, с одной стороны, отмечается рост размера номинальной заработной платы работников, занятых в сельском хозяйстве, как в абсолютном выражении, так и в позиционировании со средними значениями по экономике, наблюдается повышение

качественного уровня (уровня образования) работников аграрной сферы, снижение уровня смертности, а также рост средней продолжительности жизни на селе, с другой – сложился устойчивый тренд в снижении численности сельского населения, причём данные темпы значительно опережают темпы снижения общей численности населения, имеет место некоторое ухудшение структуры населения по возрастным группам, снижение количества занятых в сельском хозяйстве работников, а ситуация, сложившаяся в направлении воспроизводства сельского населения, свидетельствует о потенциально катастрофическом развитии количественной составляющей воспроизводства человеческого капитала.

Библиографический список

1. Авдеев Е.В. Тенденции развития человеческого капитала в региональном АПК / Е.В. Авдеев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (46). – С. 203–213.
2. Величина прожиточного минимума на душу населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/3921257/> (дата обращения: 30.08.2020).
3. Демографический ежегодник России. 2019 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2019. – 252 с.
4. Долбик-Воробей Т.А. Статистика населения и демография : + еПриложение: тесты : учебник / Т.А. Долбик-Воробей, О.Д. Воробьева. – Москва : КНОРУС, 2018. – 314 с.
5. Основы демографии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/xl67t29ycm/direct/69628575.pdf> (дата обращения: 30.08.2020).
6. Российский статистический ежегодник. 2003 : стат. сб. / Госкомстат России. – Москва, 2003. – 705 с.
7. Российский статистический ежегодник. 2004 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2004. – 725 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2008 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2008. – 847 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2010 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2010. – 813 с.
10. Российский статистический ежегодник. 2011 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2011. – 795 с.
11. Российский статистический ежегодник. 2012 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2012. – 786 с.
12. Российский статистический ежегодник. 2014 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2014. – 693 с.
13. Российский статистический ежегодник. 2015 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2015. – 728 с.
14. Российский статистический ежегодник. 2016 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2016. – 725 с.
15. Российский статистический ежегодник. 2017 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2017. – 686 с.
16. Российский статистический ежегодник. 2018 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2018. – 694 с.
17. Российский статистический ежегодник. 2019 : стат. сб. / Росстат. – Москва, 2019. – 708 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Евгений Валентинович Авдеев – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 18.08.2020

Дата принятия к печати 26.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Evginiy V. Avdeev, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Received August 18, 2020

Accepted after revision September 26, 2020

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ МОНИТОРИНГА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Серик Магомедович Кусмагамбетов¹
Елена Сергеевна Кусмагамбетова²

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
²Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Чернозёмного района Российской Федерации

В настоящее время особую актуальность приобретают вопросы, связанные с организацией мониторинга человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований. Авторами установлено, что для проведения мониторинга следует разработать организационный механизм, представляющий собой систему отношений между участниками мониторинга по поводу его формирования, обеспечения проведения и координации действий, что позволит создать необходимую базу данных и обобщить информацию о состоянии и динамике развития человеческого капитала на сельских территориях региона. В итоге будет сформирован единый региональный информационный ресурс, обеспечивающий равный и оперативный доступ к информации для всех полноправных потребителей, что станет отправной точкой для совершенствования управления человеческим капиталом сельских территорий. Предложен организационный механизм мониторинга, включающий две основные составные части: теоретическую (совокупность задач, принципов и методов системной оценки состояния сельского человеческого капитала) и прикладную (методико-аналитический, технический, правовой, финансовый и организационный компоненты), которые в совокупности обеспечат результативность его проведения. На практике организационный механизм мониторинга человеческого капитала позволит проводить непрерывное проблемно-ориентированное наблюдение за состоянием сельского человеческого капитала, своевременно выявлять и систематизировать данные о происходящих изменениях, а также предупреждать негативные тенденции путём проведения краткосрочного прогнозирования развития важнейших процессов в этой сфере. Внедрение авторских предложений по организации мониторинга человеческого капитала сельских муниципальных образований в деятельность государственных и муниципальных органов власти будет способствовать повышению объективности и обоснованности принимаемых управленческих решений по вопросам социально-экономического развития как отдельных сельских территорий, так и регионов в целом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельские территории, человеческий капитал, организационный механизм мониторинга, региональный информационный ресурс, управление сельским развитием.

ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR MONITORING HUMAN CAPITAL OF RURAL AREAS

Serik M. Kusmagambetov¹
Elena S. Kusmagambetova²

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great
²Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex
of the Central Chernozem Region of the Russian Federation

Currently, issues related to the organization of human capital monitoring at the level of rural municipalities are of particular relevance. In the course of studying, it was established that for monitoring an organizational mechanism should be developed representing a system of relations between participants with reference to its formation, ensuring the implementation and coordination of actions, which will create the necessary database and summarize information on the state and dynamics of human capital development in rural areas of the region. As a result, a unified regional information resource will be formed in order to provide equal and on-line access to information for all integral partners, which will become the starting point for improving the management of human capital in rural areas. An organizational monitoring mechanism is proposed including two main parts: theoretical (a set of tasks, principles and methods of system assessment of the state of rural human capital) and applied (methodological and analytical, technical, legal, financial and organizational components), which together will ensure the effectiveness of its

implementation. In practice, organizational mechanism for monitoring human capital give the opportunity to conduct continuous problem-oriented monitoring of the state of rural human capital, timely identify and systemize data on current changes, as well as to prevent negative trends through short-term forecasting of the development of important processes in this area. The implementation of the author's proposals on the organization of monitoring of the human capital of rural municipalities in the activities of state and municipal authorities will contribute greatly to increase the objectivity and validity of management decisions on issues of socio-economic development of both certain rural territories and regions as a whole.

KEYWORDS: rural territories, human capital, organizational mechanism for monitoring, regional information resource, rural development management.

Введение

Проведённые в последние годы исследования показывают, что перед Россией стоит задача принятия и реализации стратегии выхода из кризиса, который носит системный характер. На фоне перехода к новым технологическим укладам происходит трансформация самой парадигмы технологического развития и формирование экономики, основанной на знаниях. Это обуславливает необходимость наращивания темпов и улучшения качества преобразований, обеспечивающих развитие экономики нового типа. В этом контексте важнейшее значение приобретает повышение эффективности использования накопленного человеческого потенциала и совершенствование системы формирования человеческого капитала, которая в настоящее время не отвечает потребностям государства.

При этом необходимо учитывать, что на данном этапе развития экономики происходит смещение акцента с выстраивания институтов национального уровня на формирование и развитие региональных институциональных условий, в связи с чем внутрирегиональное управление человеческим капиталом приобретает особую значимость. В то же время возрастает актуальность совершенствования управления человеческим капиталом сельских территорий регионов, то есть там, где отмечается наиболее неблагоприятная ситуация для его развития. Поскольку в современных условиях важно не просто развитие человеческого капитала сельских территорий, а переход к обеспечению инновационной направленности данного процесса, возникает необходимость изучения инструментов, позволяющих проводить оперативную корректировку сельской политики на местном уровне. Одним из таких инструментов является мониторинг человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований.

Результаты и их обсуждение

На наш взгляд, под мониторингом целесообразно понимать специально организованную и постоянно действующую систему учёта, сбора, анализа и распространения информации, проведения дополнительных информационно-аналитических обследований, оценки (диагностики) состояния и тенденций развития.

Для организации мониторинга человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований в первую очередь следует определиться с информационной базой. Это представляется крайне важным, поскольку обоснование системы показателей оценки сельского человеческого капитала является довольно сложным и требует определённой проработки. Информационной базой мониторинга сельского человеческого капитала может выступать комплексная система количественных статистических показателей, включающих данные по элементам человеческого капитала [3, 5, 7].

Для проведения мониторинга следует разработать организационный механизм, представляющий собой систему отношений между участниками мониторинга по поводу его формирования, проведения и координации действий, ресурсного, финансового, информационного и прочего обеспечения, что позволит создать необходимую базу

данных и обобщить информацию о состоянии и динамике развития человеческого капитала на сельских территориях региона. В итоге будет сформирован единый региональный информационный ресурс, обеспечивающий равный и оперативный доступ к информации для всех полноправных потребителей, что станет отправной точкой для совершенствования управления человеческим капиталом сельских территорий.

Организационный механизм мониторинга должен содержать две основные составные части: **теоретическую** (совокупность задач, принципов и методов системной оценки состояния сельского человеческого капитала) и **прикладную** (методико-аналитический, технический, правовой, финансовый и организационный компоненты), которые в совокупности обеспечат результативность его проведения [2, 4, 8].

Рассматривая более подробно **теоретическую составляющую организационного механизма мониторинга**, следует отметить, что его ключевой целью является обеспечение органов государственной власти и местного самоуправления достоверными сведениями, объективно отражающими важные характеристики развития сельского человеческого капитала.

В качестве задач мониторинга следует выделить следующие:

- организацию наблюдения;
- получение достоверной и объективной информации об изменении человеческого капитала сельских муниципальных образований;
- выявление факторов, влияющих на происходящие в обществе процессы;
- разработку предложений и рекомендаций по совершенствованию управления человеческим капиталом.

Прикладная составляющая организационного механизма мониторинга сельского человеческого капитала будет включать такие компоненты, как:

- методико-аналитический;
- технический;
- правовой;
- финансовый;
- организационный.

Методико-аналитический компонент подразумевает разработку и использование определённой методики осуществления мониторинга, которая должна учитывать особенности этой деятельности, включать подбор адекватных методов его проведения, регламентировать правила сбора и предоставления сведений, их дальнейшей обработки и анализа, подготовки итогового документа. По результатам анализа также возможны выработка рекомендаций и принятие решений о внесении изменений в содержание работы или самой стратегии проведения.

Технический компонент предполагает формирование распределённой компьютерной сети при одновременном создании специального программного обеспечения, что позволит любому пользователю, являющемуся субъектом мониторинга, иметь свободный доступ к нужной в данный момент информации. Через автоматизированные системы связи пользователям должен быть обеспечен доступ и организовано совместное пользование аппаратными, программными и информационными ресурсами совместной сети. Посредством этого будет обеспечена необходимая скорость и оперативность сбора, обработки и анализа информации, а также доступность результатов мониторинга как для муниципальной системы управления, так и для региональных и федеральных органов управления. Применение сетевой структуры в процессе реали-

зации мониторинга сельского человеческого капитала также приведёт к такому положительному эффекту, как технологическое развитие отдельных локальных сельских территорий.

Правовой компонент включает правовое обеспечение системы муниципального мониторинга, которое базируется на федеральных и региональных нормативно-правовых актах, а также документах муниципального уровня. Так, ранее были сформулированы действующие принципы среднесрочного финансового планирования в России, ориентированные на рост результативности использования бюджетных средств [10].

Важное значение имеет утверждённое Постановлением Правительства РФ от 22.03.1995 г. № 291 «Положение о Всероссийском мониторинге социально-трудовой сферы», согласно которому «...всероссийский мониторинг социально-трудовой сферы представляет собой государственную систему непрерывного наблюдения за фактическим положением дел в социально-трудовой сфере для своевременного выявления и системного анализа происходящих в ней изменений, предупреждения негативных тенденций, ведущих к формированию и развитию очагов социальной напряжённости, а также для краткосрочного прогнозирования развития важнейших процессов в этой сфере» [6].

Финансовый компонент предопределяет ресурсное обеспечение деятельности в виде бюджета. Здесь закладываются основные источники финансирования и формируется смета расходов. Задача оптимизации финансового обеспечения мониторинга сельского человеческого капитала решается посредством разработки схемы распределения затрат на его реализацию, соответствующей интересам и возможностям всех субъектов мониторинга. Объединение источников финансирования происходит из разных источников (федеральный и региональный бюджеты, бюджеты конкретных сельских муниципальных образований, средства социально ответственных хозяйствующих субъектов, а также прочие источники) и основывается на принципе долевого вклада. Посредством обсуждения вопросов, касающихся значимости и актуальности задач по регулированию процессов развития сельского человеческого капитала, целесообразно принимать согласованные решения о возможности расходования финансовых средств. Каждый цикл мониторинга завершается формированием и представлением финансовой отчетности с обоснованием произведённых затрат [1, 9].

Организационный компонент подразумевает определение субъектов деятельности, распределение между ними полномочий и функций и разработку механизмов их координации. Способы работы и взаимодействия субъектов деятельности закрепляются посредством составления нормативно-правовых документов.

Схема организационного механизма мониторинга человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований представлена на рисунке.

Поскольку организационный механизм мониторинга человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований, по сути, представляет собой систему непрерывного проблемно-ориентированного наблюдения за состоянием сельского человеческого капитала для своевременного выявления и системного анализа происходящих изменений, а также предупреждения негативных тенденций и позволяет сформировать информационную базу для краткосрочного прогнозирования развития важнейших процессов в этой сфере, то на основе результатов мониторинга может проводиться корректировка политики, реализуемой на уровне конкретной территории.

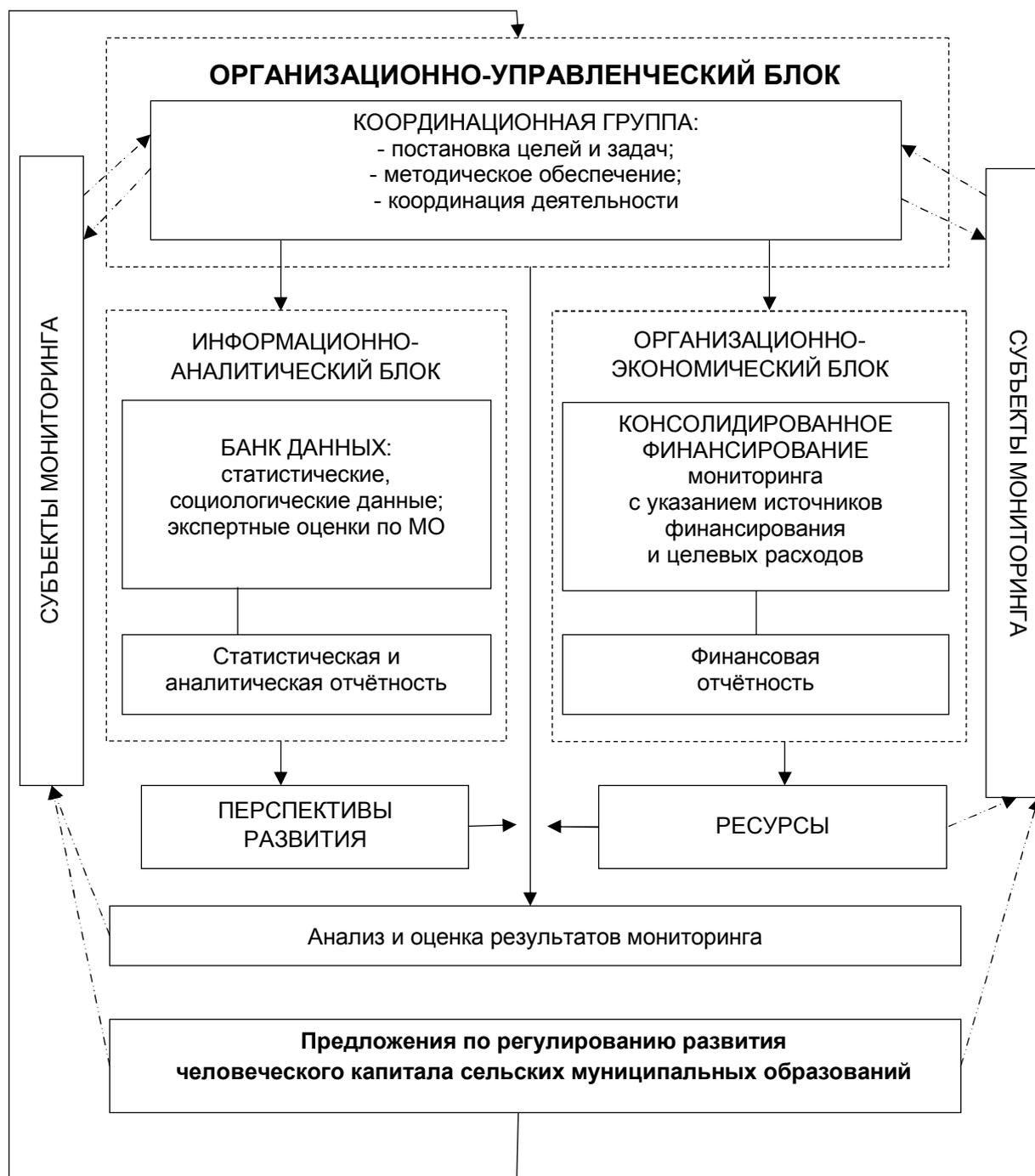


Схема организационного механизма мониторинга человеческого капитала на уровне сельских муниципальных образований

Выводы

На практике организационный механизм мониторинга человеческого капитала позволит:

- проводить непрерывное проблемно-ориентированное наблюдение за состоянием сельского человеческого капитала;
- своевременно выявлять и систематизировать данные о происходящих изменениях;
- предупреждать негативные тенденции за счёт проведения краткосрочного прогнозирования развития важнейших процессов в этой сфере.

Внедрение авторских предложений по организации мониторинга человеческого капитала сельских муниципальных образований в деятельность государственных и муниципальных органов власти будет способствовать повышению объективности и обоснованности принимаемых управленческих решений по вопросам социально-экономического развития как отдельных сельских территорий, так и регионов в целом, что станет начальным этапом совершенствования управления человеческим капиталом на муниципальном и региональном уровнях.

Библиографический список

1. Закшевский В.Г. Модель социального партнерства на сельских территориях / В.Г. Закшевский, И.Н. Меренкова, В.Н. Перцев // АПК: Экономика, управление. – 2015. – № 6. – С. 69–75.
2. Закшевский В.Г. Особенности формирования и использования человеческого капитала сельских территорий / В.Г. Закшевский, З.В. Гаврилова // Научное обозрение: теория и практика. – 2019. – № 2. – С. 43–52.
3. Закшевский В.Г. Теоретико-методологический подход к исследованию жизнеобеспечения сельского населения региона / В.Г. Закшевский И.Н. Меренкова, В.Н. Перцев // Регион: системы, экономика, управление. – 2017. – № 1 (36). – С. 70–76.
4. Макарова М.Н. Мониторинг локальных социально-трудовых систем как инструмент муниципальной социально-экономической политики / М.Н. Макарова // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 10. – С. 28–36.
5. Новикова И.И. Методические подходы к измерению человеческого капитала: сравнительная характеристика, преимущества и недостатки / И.И. Новикова // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 9 (54). – С. 76–81. DOI: 10.33938/199-76.
6. Об утверждении Положения о Всероссийском мониторинге социально-трудовой сферы : Постановление Правительства РФ от 22 марта 1995 г. № 291 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/104135/#ixzz6KWtsqTvQ> (дата обращения: 16.05.2020).
7. Сабетова Т.В. Взаимодействие уровня развития человеческого капитала и социально-экономического развития региона : монография / Т.В. Сабетова, Н.М. Шевцова. – Воронеж : Кварта, 2018. – 186 с.
8. Торбина Е.С. Организационно-экономический механизм стратегического мониторинга / Е.С. Торбина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4. – С. 161–163.
9. Шевченко Л.Н. Инвестиции в человеческий потенциал и развитие сельских территорий / Л.Н. Шевченко, Е.С. Кусмагамбетова // Повышение эффективности АПК в системе социально-ориентированного развития сельских территорий : сб. науч. тр. по результатам межрегиональной науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 09 июня 2015 г.). – Воронеж : ФГБНУ НИИЭОАПКЦЧР России, 2015. – С. 339–341.
10. Шегурова А.Н. Правовые предпосылки формирования мониторинга социальной защиты населения в Республике Мордовия / А.Н. Шегурова, Т.М. Тишина // Проблемы формирования единого экономического пространства и социального развития в странах СНГ : матер. международной науч.-практ. конф. (Россия, Тюмень, 21–22 апреля 2011 г.). – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – С. 203–207.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Серик Магомедович Кусмагамбетов – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: smkus@bk.ru.

Елена Сергеевна Кусмагамбетова – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела управления АПК и сельскими территориями ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Чернозёмного района Российской Федерации», Россия, г. Воронеж, e-mail: eskus@bk.ru.

Дата поступления в редакцию 10.07.2020

Дата принятия к печати 03.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Serik M. Kusmagambetov, Candidate of Economic Sciences, Docent, 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: smkus@bk.ru.

Elena S. Kusmagambetova, Candidate of Economic Sciences, Senior Research Scientist, the Dept. of Management of Agro-Industrial Complex and Rural Territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: eskus@bk.ru.

Received July 10, 2020

Accepted after revision September 03, 2020

ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Елена Васильевна Закшевская

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведённых с целью обобщения и уточнения принципов и механизма функционирования системы антикризисного управления предприятием, элементы которой находятся в тесной взаимосвязи не только между собой, но и зависят от управленческого воздействия антикризисных мер более высокого уровня. Показано, что для нормального функционирования системы антикризисного управления на уровне предприятия важно соблюдать следующие основные принципы: постоянной готовности, предвидения, своевременного и адекватного реагирования, комплексности принимаемых решений, альтернативности действий, адаптивности управления, приоритетности, оптимальности внешней санации и эффективности. Показано, что антикризисное управление необходимо рассматривать как многоплановый комплекс мер, включающий прогнозирование кризисов и их профилактику, разработку антикризисной стратегии и тактики, преодоление негативных последствий кризисных ситуаций на основе программ финансового оздоровления предприятия, а в случаях неизбежности банкротства – цивилизованную ликвидацию. Представлен механизм антикризисного управления предприятием, отличающийся универсальностью и строгой последовательностью этапов реализации. Предлагается для профилактики кризисов руководству предприятий находить рациональное соотношение между: объёмами и качеством ресурсов, текущей и планируемой прибылью, интенсификацией и вовлечением новых ресурсов, между собственным и заёмным капиталом, производительностью труда и заработной платой, основным и оборотным капиталом, рентабельностью и ликвидностью. Отмечается, что в современных рыночных условиях уже недостаточно обладать знаниями организации производства и технологий, важно чётко представлять миссию и стратегию развития предприятия и адекватно реагировать на колебания конъюнктуры аграрных рынков, изменения в законодательной сфере, постоянно сверять затраты и результаты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: риски, кризис, антикризисное управление, принципы и механизм антикризисного управления, этапы антикризисного управления.

CRISIS MANAGEMENT SYSTEM OF AN ENTERPRISE: PRINCIPLES AND MECHANISM OF FUNCTIONING

Elena V. Zakshevskaya

Voronezh State Agrarian University named after the Emperor Peter the Great

The paper presents results of a study conducted to summarize and make specific the principles and mechanism of functioning of the system of crisis management, elements of which are closely related not only with one another but also depend on the managerial impact of anti-crisis measures at a higher level. It is defined that for the normal functioning of the crisis management system at an enterprise level, it is important to observe the following basic principles, i.e. continued readiness, foresight, timely and adequate response, complexity of decisions, alternativeness of actions, adaptability of management, priority, optimality of external sanitation and efficiency. It is shown that crisis management should be considered as a multi-faceted set of measures, including crisis forecasting and prevention, development of anti-crisis strategies and tactics, managing the fallout from the crisis situations on the basis of financial rehabilitation programs, and civilized liquidation in case of the inevitable business bankruptcy. The mechanism of crisis management of an enterprise characterized by universality and strict sequence of implementation stages is presented. To prevent crises, it is suggested that the management of enterprises should find a rational balance between quality and level of resources, between operating and target profit, between intensification and involvement of new resources, between own and borrowed capital, between labor productivity and wages, between fixed and working capital, between profitability and liquidity. It is noted that in modern market conditions it is not enough to have knowledge of production organization and technologies,

it is important to have a coherent idea of the mission and strategy of enterprise development, and respond adequately to agricultural market fluctuations, changes in legislation, constantly compare the costs and benefits.

KEYWORDS: risks, crisis, crisis management, principles and mechanism of crisis management, stages of crisis management.

Антикризисное управление предприятием или антикризисный менеджмент – уже не новое понятие в экономической сфере нашей страны, оно является подвидом управления предприятием наряду с такими подвидами, как управление персоналом, управление инновациями, управление сбытом и т. п. Однако следует обратить внимание на его отличия от вышеназванных подвидов, поскольку в них очевиден один субъект управленческого воздействия (соответственно – персонал, инновации, сбыт и т. п.), а субъектами антикризисного управления одновременно являются персонал, инновации, сбытовая деятельность и другие направления работы предприятия в части предупреждения их кризисного состояния, применения оздоровительных мер либо ликвидационных процедур (в случае, если оздоровительные меры оказались неэффективными).

Одной из предпосылок возникновения и внедрения системы антикризисного управления в рыночной экономике прежде всего является необходимость регулярного осуществления профилактических и оздоровительных мер, в первую очередь в тех отраслях и организациях, которые подвержены систематическим рискам, особенно природным или предпринимательским (которым, например, подвергаются сельскохозяйственные предприятия).

С этих позиций наиболее правильным можно считать определение антикризисного управления, данное А.Г. Грязновой, как «системы управления предприятием, которая имеет комплексный, системный характер и направлена на предотвращение или устранение неблагоприятных для бизнеса явлений посредством использования всего потенциала современного менеджмента, разработки и реализации на предприятии специальной программы, имеющей стратегический характер, позволяющей устранить временные затруднения, сохранить и преумножить рыночные позиции при любых обстоятельствах, при опоре в основном на собственные ресурсы» [1, с. 30].

Э.А. Уткин считает, что главное в антикризисном управлении – «обеспечение условий, когда финансовые затруднения не могут иметь постоянный характер. Речи о банкротстве при таком подходе быть не должно, поскольку должен быть налажен управленческий механизм устранения возникающих проблем до того, пока они не приняли необратимый характер» [9, с. 30].

К сожалению, в наши дни в хозяйственной практике сформировался упрощённый смысл этого понятия на микроуровне, то есть под антикризисным управлением понимают либо управление деятельностью предприятия в состоянии кризиса, либо управление с целью вывода предприятия из этого состояния. По нашему мнению, основной акцент в содержании данного понятия должен быть сделан на осуществлении профилактических мер, предупреждающих кризис в той или иной сфере хозяйственной деятельности, и подготовке «плацдарма» для минимизации последствий в случае его наступления по объективным или другим неизбежным обстоятельствам.

Основной концепцией антикризисного управления является по возможности ранняя идентификация кризисной ситуации с целью адекватного реагирования на негативные тенденции, имеющая большую свободу манёвра и более широкий выбор антикризисных процедур по сравнению с кругом мероприятий, осуществляемых в процессе законодательного антикризисного регулирования.

Система антикризисного управления предприятием должна соответствовать определённым принципам, основные из которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Принципы антикризисного управления предприятием

Принципы	Содержание
Постоянной готовности реагирования	Объективная вероятность возникновения кризисов определяет необходимость поддержания постоянной готовности финансовых менеджеров к возможному нарушению финансового равновесия предприятия на любом этапе его экономического развития.
Предвидения и прогнозирования	Предприятие должно регулярно проводить оценку внешней и внутренней среды, прогнозировать свою финансовую деятельность, что позволит предвидеть и заранее подготовиться к возможным экономическим кризисам.
Своевременного реагирования	Предприятие должно как можно быстрее реагировать на предпосылки (симптомы) развития кризиса, так как чем раньше будут включены антикризисные механизмы по каждому диагностированному кризисному симптому, тем большими возможностями по восстановлению нарушенного равновесия будет располагать предприятие [3].
Адекватности реагирования	Система механизмов по нейтрализации или разрешению кризиса, как правило, связана с затратами финансовых ресурсов или потерями, обусловленными нереализованными возможностями из-за сокращения объемов операционной деятельности, приостановления реализации инвестиционных проектов и т. п., поэтому выбор механизмов нейтрализации угрозы кризиса и его разрешения должен быть обоснован с учётом реального уровня угроз и быть адекватным этому уровню.
Комплексности принимаемых решений	Каждый кризис предприятия по источникам генерирующих его факторов и по формам проявления негативных последствий носит комплексный характер. Аналогичный комплексный характер должна носить и система разрабатываемых и реализуемых антикризисных мероприятий.
Альтернативности действий	Каждое из принимаемых антикризисных решений должно базироваться на рассмотрении ряда альтернативных вариантов действий с определением уровня их эффективности и оценкой затрат.
Адаптивности управления	В процессе возникновения и развития кризиса факторы его возникновения часто подвергаются изменениям. Это обуславливает необходимость высокого уровня гибкости антикризисного управления, его быстрой адаптации к меняющимся условиям внешней и внутренней среды [5].
Приоритетности использования внутренних ресурсов	В процессе антикризисного управления (особенно на ранних стадиях диагностики) невозможно эффективно решить сразу все проблемы предприятия, которые были причиной кризиса и способствуют его развитию. Сначала следует рассмотреть самые критичные и уже потом все остальные, при этом предприятие должно рассчитывать преимущественно на внутренние возможности нейтрализации кризиса.
Оптимальности внешней санации	При выборе форм финансового оздоровления предприятия следует исходить из системы определённых критериев, разрабатываемых в процессе антикризисного управления. Такими критериями могут быть сохранение управления предприятием его первоначальными учредителями, минимизация потери рыночной стоимости предприятия и др. [4].
Эффективности	Поскольку антикризисные меры должны носить комплексный и системный характер, важно оценивать не только эффективность каждой меры (мероприятия), но и синергетический эффект от их реализации, при этом следует обеспечить сопоставление эффективности антикризисного управления и финансовых ресурсов, связанных с реализацией этих мер (мероприятий).

В настоящее время при формировании системы антикризисного управления руководство предприятий в нашей стране сталкивается с большим количеством проблем. Эти проблемы многоаспектны, и для их решения необходимо глубокое рассмотрение не только их сущности, но и источников (или факторов) возникновения.

В частности, существуют проблемы распознавания предкризисных ситуаций. Своевременно предугадать кризис, обнаружить его первые признаки и особенно понять его характер и причины достаточно сложно. Для этого требуется систематический анализ не только внутренней, но и внешней среды предприятия, что предполагает наличие

и использование широкого исследовательского арсенала и высокой квалификации специалистов. Не все предприятия могут это обеспечить, поэтому важно развивать в каждой отрасли сеть консалтинговых служб, регулярно оценивающих и прогнозирующих изменения тех или иных факторов, влияющих на её развитие, и соответственно способных оказывать услуги предприятиям по разработке профилактических антикризисных мер.

Существуют проблемы антикризисного управления, связанные с основными сферами жизнедеятельности предприятия – его целями, специализацией и масштабами производства. Каждое предприятие, формируя свою миссию и стратегические цели, должно опираться на знания и достоверную информацию о соответствующих товарных рынках и, следовательно, определять технологии антикризисного управления с учётом наличия соответствующих ресурсов для специализированного производства, в том числе собственных источников финансирования, достаточного количества целевых потребителей, а также уровня конкуренции.

Проблемы антикризисного управления также связаны с анализом и оценкой рисков ситуаций. В основном это ограничения по времени, ограничения из-за нехватки информации, недостаточной квалификации персонала и др. [8, 13].

Решение вышеназванных проблем в системе антикризисного управления осуществляется субъектами различного уровня:

- на мегауровне – это правительства многих стран, заинтересованные в противостоянии крупным кризисам с помощью скоординированных действий;
- на макроуровне – это правительство конкретного государства, которое реализует государственные программы реструктуризации задолженности предприятий и организаций;
- на мезоуровне – это регионы и города, отрасли экономики, предпринимательские объединения, а также отдельные предприятия и организации;
- на микроуровне – собственники и управленцы предприятий и организаций, а при проведении судебных процедур банкротства – назначенный арбитражным судом соответствующий управляющий.

Примером скоординированных действий правительств на мегауровне являются заседания «большой двадцатки», «большой восьмерки» и др., участники которых обсуждают меры поддержки стран, испытывающих кризис (поддержки банковских систем, отдельных отраслей и др., или национальных экономик в целом) [11].

На макроуровне федеральные органы власти Российской Федерации выступают субъектами антикризисного управления при реализации государственной политики в соответствующих отраслях экономики. В качестве примера можно привести Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, проводимую под контролем Министерства сельского хозяйства России, в которой предусмотрено внесение соответствующих изменений по исключению ускоренного импортозамещения по ряду продуктов (молоку, мясу, овощам открытого и закрытого грунта, семенному картофелю и плодово-ягодной продукции) из целей госпрограммы и введение новых целей, среди которых – «обеспечение населения страны безопасной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием, повышение конкурентоспособности российской сельхозпродукции на внутреннем и внешнем рынках». Кроме того, данный документ направлен на решение такой важной проблемы, как обеспечение «устойчивого развития сельских территорий, занятости сельского населения, повышение уровня его жизни и квалификации, сохранение и воспроизводство используемых для АПК природных ресурсов» [7].

Мезоуровень антикризисного управления можно рассмотреть на примере сельского хозяйства, которое является системообразующей отраслью в России, поскольку каждый работник обеспечивает не менее 6 рабочих мест в смежных отраслях (комбикормовой промышленности, пищевой, химической, тракторном и сельскохозяйственном машиностроении, энергетике и др.). Эта отрасль характеризуется большими объёмами готовой продукции (корма, семена, приплод и др.) и сырья, которые участвуют в последующем цикле производства. Однако главной особенностью сельского хозяйства, требующей сохранения регулирования и господдержки, является высокая капиталоемкость при низкой фондоотдаче, что связано с территориальной рассредоточенностью сельхозугодий и структурных подразделений предприятий, неразвитостью транспортной и логистической инфраструктуры, зависимостью от природно-климатических условий, биологических процессов производства. Кроме того, на предприятиях данной отрасли выручка от реализации продукции поступает неравномерно в течение года, что часто заставляет руководство предприятия брать краткосрочные кредиты на приобретение необходимых оборотных средств и прибегать к тактике перекредитования долгов.

Особенности несостоятельности (банкротства) сельскохозяйственных товаропроизводителей также вытекают из сезонного характера производства, высокого риска непредвиденных расходов (например, при высоком урожае зерновых культур резко увеличиваются затраты на уборочную кампанию на фоне сезонного падения закупочных цен), поэтому к умениям руководителей предприятий данной отрасли предъявляются особые требования. Так, в частности, руководитель должен:

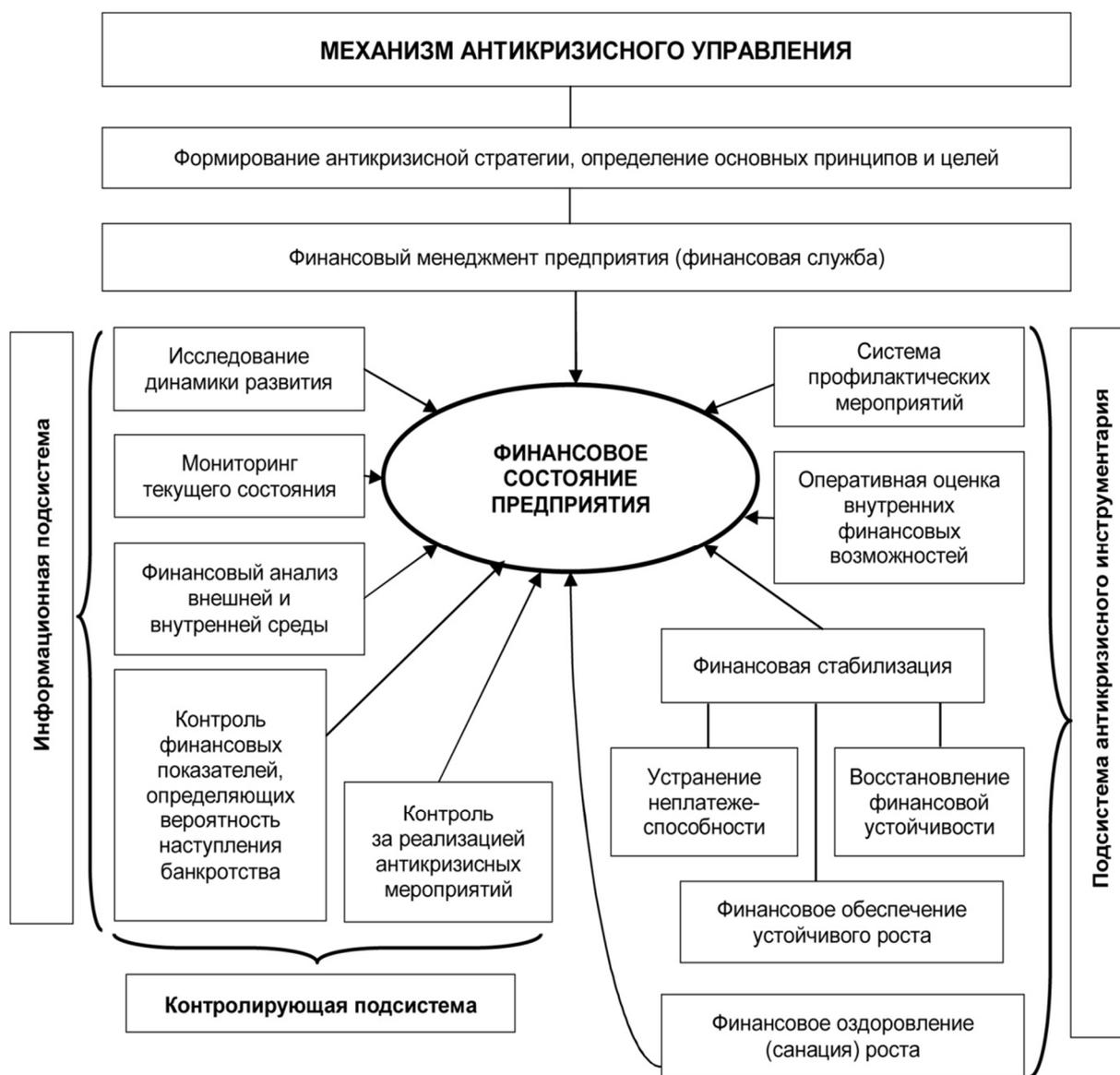
- оптимально сочетать факторы производства;
- опираться на знания специфики и технологии сельхозпроизводства, маркетинговой ситуации на соответствующих аграрно-сырьевом и продовольственном рынках;
- обладать организаторскими способностями для достижения финансовой устойчивости;
- соблюдать севообороты и рациональные масштабы аграрного производства;
- разумно применять средства защиты окружающей среды;
- реализовывать мероприятия, направленные на поддержку занятости сельского населения и др. [2, 12].

В кризисных условиях предприятия не в состоянии максимизировать свою прибыль, их усилия в большей мере направлены на минимизацию затрат. И тем не менее, чтобы выжить и удержаться на рынке, предприятия вынуждены усиливать инвестиционную активность, внедрять новые технологии. Для этого руководству предприятия необходимо найти рациональное соотношение между:

- объёмами и качеством ресурсов;
- текущей и планируемой прибылью;
- интенсификацией и вовлечением новых ресурсов;
- расширением и усилением ассортимента;
- изменением объёмов продаж и величины активов;
- собственным и заёмным капиталом;
- производительностью труда и заработной платой;
- основным и оборотным капиталом;
- рентабельностью и ликвидностью [2, 6, 10].

Для оптимизации функционирования системы антикризисного управления основные элементы, входящие в её состав, целесообразно группировать в отдельные подсистемы, каждая из которых выполняет свою роль, обладает уникальностью и усиливает положительный эффект при комплексном взаимодействии.

Уточнённый механизм антикризисного управления предприятием универсален и схематично представлен на рисунке.



Механизм антикризисного управления предприятием

Таким образом, процесс антикризисного управления на уровне предприятия включает:

- диагностирование финансово-экономического состояния предприятия с определением вероятности банкротства;
- установку антикризисной стратегической задачи для недопущения несостоятельности;
- определение финансовой цели предприятия и тактики финансового менеджмента,
- выбор эффективных методов устранения неплатежеспособности и её причин;
- выработку и реализацию мероприятий по санации предприятия;
- рассмотрение результатов и их корректировку (контроль за реализацией антикризисных мероприятий) [10].

То есть антикризисное управление является многоплановым комплексом мероприятий по прогнозированию возможных кризисов и преодолению потенциальных кризисов, при этом разрабатывается антикризисная стратегия и ликвидируются негативные последствия кризисных ситуаций.

Реализация механизма антикризисного управления на предприятии, по нашему мнению, должна осуществляться в строгой очередности и включать определённый план действий (табл. 2).

Таблица 2. Этапы антикризисного управления предприятием

Название этапа	Содержание
1. Подготовительные работы	Анализируется финансовое состояние предприятия, в процессе которого проводится экспресс- и проблемная диагностика финансового состояния предприятия, рассчитывается вероятность его банкротства разными способами, определяется масштаб угрозы кризиса, выявляются резервы и возможности внедрения антикризисных мероприятий.
2. Разработка мероприятий по повышению эффективности управления	Определяются приоритеты управленческого воздействия, разрабатываются направления совершенствования и конкретные действия (мероприятия), назначаются лица, несущие ответственность за выполнение конкретных работ, определяются затраты на внедрение мероприятий с учётом капитальных вложений. Определяются источники финансирования и сроки выполнения мероприятий, а также планируемое повышение эффективности управления.
3. Внедрение мероприятий	В соответствии с разработанным планом и графиком работ осуществляются все мероприятия, приобретаются необходимые информационные и материально-технические ресурсы, проводится обучение (или переподготовка) кадров.
4. Контроль за выполнением мероприятий	Осуществляется мониторинг антикризисного плана (плана финансового оздоровления), при выявлении отклонений принимаются дополнительные адекватные меры, затем определяется эффект от выполнения заявленных мероприятий.

В настоящее время в сельском хозяйстве требуются и особенно ценятся знания диагностики банкротства, методов стратегического анализа товарного рынка и экономического поведения его основных субъектов, а также умения анализировать собственные возможности по реструктуризации долгов и/или привлечения инвестиций. Уже недостаточно обладать хорошими знаниями технологий и организаторскими способностями, необходимо чётко представлять миссию и стратегию развития предприятия, учитывать закономерности кризисных явлений в экономике, изменения рыночной конъюнктуры и законодательства, постоянно осуществлять мониторинг затрат и результатов.

Система антикризисного управления должна постоянно совершенствоваться на основе учёта отечественного и зарубежного опыта, политических и социально-экономических условий, международной обстановки (в частности, усиления экономических санкций, негативного влияния пандемии на национальные экономики и сдерживания их экспортного потенциала) для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Библиографический список

1. Антикризисный менеджмент : учебник ; под ред. проф. А.Г. Грязновой. – Москва : Ассоциация авторов и издателей «Тандем»; ЭКМОС, 1999. – 368 с.
2. Бланк И.А. Антикризисное финансовое управление предприятием / И.А. Бланк. – Киев : Ника-центр : Эльга, 2006. – 663 с.
3. Болатбекова Г.И. Антикризисное управление как новая парадигма управления / Г.И. Болатбекова // European Scientific Conference : сб. статей VI Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Пенза, 07 сентября 2017 г.). – Пенза : Изд-во «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 79–82.
4. Ермоленко П.А. Антикризисное управление, или методы выхода из корпоративного кризиса / П.А. Ермоленко // Управление корпоративной культурой. – 2014. – № 1. – С. 26–30.
5. Кравцов А.О. Управление изменениями как антикризисное управление / А.О. Кравцов // Менеджмент XXI века: антикризисные стратегии и управление рисками : сб. научных статей по материалам XV Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Санкт-Петербург, 24–26 ноября 2015 г.). – Санкт-Петербург : Изд-во Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, 2015. – С. 42–46.
6. Мирошниченко Е.Е. Управление рисками в АПК / Е.Е. Мирошниченко, М.В. Коршикова // Производственные, инновационные и информационные проблемы развития региона : матер. Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Ставрополь, 16–17 октября 2014 г.). – Ставрополь : Изд-во «АГРУС», 2014. – С. 174–176.
7. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (с изменениями на 16 июля 2020 года) : Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 05.07.2020).
8. Ряховская А.Н. Антикризисное управление в современных условиях: проблемы, направления, решения / А.Н. Ряховская // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2013. – № 6 (141). – С. 20–24.
9. Уткин Э.А. Справочник кризисного управляющего / Э.А. Уткин. – Москва : Ассоциация авторов и издателей «Тандем»; ЭКМОС, 1998. – 432 с.
10. Федяева А.Ф. Антикризисное управление как способ повышения эффективности управления предприятием / А.Ф. Федяева, Е.С. Гурова // Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности : сб. статей Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Уфа, 01 октября 2017 г.). – Уфа : ООО «Агентство международных исследований», 2017. – С. 210–215.
11. Хайнал П.И. Группа восьми и Группа двадцати: эволюция, роль и документация / П.И. Хайнал ; пер. с англ. О.А. Якименко ; под науч. ред. Е.М. Горбуновой. – Москва : Логос, 2008. – 350 с.
12. Meat Marketing Planner: Strategic Marketing for Farm-to-Table Meat Enterprises 2013 (the University of Maryland Extension) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (http://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/_docs/EB-403%20Meat%20Marketing%20anner.pdf) (дата обращения: 16.07.2020).
13. Velu H.A.F. The Development Process of the Personally Managed Enterprise / H.A.F. Velu // European Foundation for Management Development's, 10th Seminar on Small Business. – Nottingham : Nottingham Business School, 1980. – Pp. 1–21.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Елена Васильевна Закшевская – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: uprav@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 18.08.2020

Дата принятия к печати 24.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Elena V. Zakshevskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: uprav@agroeco.vsau.ru.

Received August 18, 2020

Accepted after revision September 24, 2020

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ АУДИТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

Сергей Сергеевич Бударин
Юлия Викторовна Эльбек

ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

Согласно данным Росстата за 2019 г., доля населения, проживающего в сельской местности РФ, составляла 25% и за период 2009–2019 гг. уменьшилась с 37,8 до 37,3 млн чел., а численность трудоспособного населения – с 22,7 до 20,1 млн чел. (на 11,5%). В связи с такими демографическими изменениями обеспечение здоровья сельских жителей является важнейшим условием для воспроизводства рабочих кадров, от которых напрямую зависит успешность как сельской экономики, так и экономики страны в целом. Большую роль в решении этой задачи играет качественная организация системы медицинского обслуживания жителей сельской местности. В последние годы принят ряд программ и проектов в сфере здравоохранения, направленных на улучшение медицинского обслуживания сельских жителей. Разработка методов и инструментов контроля за экономным и результативным расходованием бюджетных средств способствует повышению эффективности финансовых вложений в развитие системы здравоохранения в сельской местности. Аудит эффективности использования государственных средств на протяжении десятилетий является видом контроля, который позволяет анализировать деятельность органов исполнительной власти и учреждений, задействованных в реализации программ и проектов за счёт бюджетных средств. Использование основных принципов организации аудита эффективности для оценки качества использования ресурсов и результативности деятельности медицинских организаций является целью настоящего исследования. Представлены результаты применения такого инструмента, как «Дерево вопросов» в качестве основного алгоритма проведения аудита на примере медицинских организаций. Сформированы оценочные показатели, характеризующие качество выполнения отдельных процессов. Показано, что применение элементов методологии аудита эффективности позволяет оценивать деятельность медицинских организаций в разных проекциях, а результаты аудита способствуют принятию мер для повышения качества управления ресурсами в сфере здравоохранения, в том числе в сельской местности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельское здравоохранение, бюджетные средства, аудит эффективности, медицинские организации, бюджетная отчётность, статистическая отчётность, использование ресурсов.

RESOURCE EFFICIENCY AUDIT AND BASIC PRINCIPLES OF ITS ORGANIZING

Sergey S. Budarin
Yuliia V. Elbek

Scientific Research Institute of Healthcare Organization
and Medical Management, Moscow City Healthcare Department

According to the Russian Federal State Statistics Service (Rosstat) data for 2019, the share of the population living in rural areas in the Russian Federation was 25% and for the period 2009–2019 decreased from 37.8 to 37.3 million people, and the number of working-age population decreased from 22.7 to 20.1 million people, or by 11.5%. Due to such demographic changes, ensuring the health of rural residents is an essential factor for the reproduction of manpower, which directly affects the success of both the rural economy and the country's economy as a whole. A high-quality organization of the healthcare system for rural residents plays an important role in solving this problem. In recent years, a number of programs and projects have been adopted in the health sector aimed at improving medical services for rural residents. The development of methods and tools for monitoring economizing and efficient use of budget funds contributes to improving the efficiency of financial investments in the development of the health system in rural areas. Audit of the public funds effective use over the course of decades is a type of control that allows a full display of the activities of executive bodies of state authorities and institutions involved in the implementation of programs and projects out of public funds. The purpose of this study is to use basic principles of performance audit organizing to assess the quality of resource use and performance of medical organizations. The authors present the results of using such a tool as Question Tree as the main algorithm for conducting an audit on the example of medical organizations; develop evaluation indicators that characterize the quality of separate processes showing that the use of elements of the efficiency

audit methodology allows evaluating the activities of medical organizations from different perspectives, and the audit results contribute to the adoption of measures to improve the quality of resource management in the public health system, including in rural areas.

KEYWORDS: rural healthcare, budget funds, efficiency audit, medical organizations, budgetary reporting, statistical reporting, resource use.

Введение

Здоровье населения является важнейшей составляющей национальной безопасности страны и напрямую связано с решением не только экономических, но и социально-политических проблем, стоящих перед обществом. Проведение полномасштабных экономических реформ невозможно без улучшения совокупного общественного здоровья, охрана которого в современных условиях представляет собой государственную проблему, а признание здоровья как высшего национального приоритета государства должно стать необходимым условием формирования и сохранения трудового потенциала как главного критерия эффективности государственного управления.

На протяжении последних десятилетий и до настоящего времени особенно сложной остаётся ситуация со здоровьем населения и системой его охраны в сельской местности в силу сложившихся демографических, экономических, территориальных, культурных, организационно-управленческих факторов сельской жизни.

Проблемы развития системы здравоохранения и медицинского обслуживания в сельской местности являются предметом исследований самых различных специалистов [5–7, 12–15]. Согласно данным Росстата за 2019 г., доля населения, проживающего в сельской местности, составляла 25% и за последнее десятилетие (2009–2019 гг.) уменьшилась с 37,8 до 37,3 млн человек. Численность трудоспособного населения на селе за этот период сократилась с 22,7 до 20,1 млн человек, или на 11,5%. В связи с такими демографическими изменениями обеспечение здоровья сельских жителей является важнейшим условием для воспроизводства рабочих кадров, от которых напрямую зависит успешность как сельской экономики, так и экономики страны в целом. Большую роль для решения этой задачи играет качественная организация системы медицинского обслуживания жителей сельской местности.

В период с 2015 по 2019 г. количество медицинских организаций, расположенных в сельской местности Российской Федерации, уменьшилось на 13%, в том числе в Центральном федеральном округе – на 21,2%. Самое значительное снижение произошло в Калужской области – на 75,0%. В Курской области отмечено увеличение на 12,5%, а в Воронежской области ситуация не изменилась.

Обеспеченность койками на 10 000 сельского населения в России в 2019 г. снизилась по сравнению с 2015 г. на 6,7%, в том числе в ЦФО – на 23,4%, в Калужской области – на 27,5% (максимальное), в Воронежской области – на 7,4%, в Московской области – на 6,3%.

Доля сельских жителей, поступивших в стационары, расположенные в сельской местности, от общего числа поступивших в целом по России в 2019 г. составила 84,4%, что на 3,4% меньше, чем в 2015 г. В регионах ЦФО данный показатель варьировал от 20,0 до 88,7% (минимальное значение соответствует данным Ивановской области, максимальное – Липецкой). В Воронежской области этот показатель с 2015 г. практически не изменился и находился на уровне 87,9%.

Удельный вес посещений амбулаторно-поликлинических учреждений сельскими жителями в среднем по России в 2019 г. составил 21,1% и снизился по сравнению с 2015 г. на 1,9%. В регионах ЦФО этот показатель находился в интервале 13,9–35,2% (минимальное значение соответствует данным Ярославской области, максимальное – Тамбовской). В Воронежской области за 5 лет он практически не изменился и составил 26,0%.

Важным показателем доступности медицинской помощи для сельского населения является обеспеченность врачами и средним медицинским персоналом в расчёте на 10 тыс. населения. Эти показатели в среднем по России в 2019 г. находились на отметке соответственно 14,2 и 51,5.

Уровень обеспеченности врачами в регионах ЦФО в 2019 г. колебался от 5,8 в Брянской области до 18,2 в Курской, где вырос на 53,8% по сравнению с 2015 г. Данные по Воронежской области: уровень обеспеченности врачами – 12,2; уровень обеспеченности средним медицинским персоналом – 49,9 (рост соответственно на 8,3 и 11,1%) [10].

Фактор доступности медицинской помощи населению отражается на региональных медико-демографических показателях (смертность, продолжительность жизни и др.) и показателях, характеризующих уровень выявления первичной заболеваемости населения [6].

В 2019 г. в России показатель регистрации заболеваний у сельских жителей с диагнозом, установленным впервые в жизни, составил 57,9 тыс. случаев на 100 тыс. сельского населения и уменьшился за 5 лет на 3,1%. При этом показатель общей заболеваемости сельского населения за этот же период вырос на 1,0%. В регионах ЦФО показатель регистрации заболеваний, установленных впервые в жизни, колебался от 26,5 тыс. случаев в Липецкой области (увеличение за 5 лет на 1,0%) до 85,0 тыс. случаев в Орловской области (снижение за 5 лет на 9,3%), в Воронежской области этот показатель в 2019 г. был на уровне 29,4 тыс. случаев на 100 тыс. сельского населения (снижение за 5 лет на 14,7%).

Злокачественные новообразования (ЗНО) относятся к социально значимым заболеваниям. Общее число зарегистрированных ЗНО в России в 2019 г. составило 391,9 случаев на 100 тыс. сельского населения и увеличилось на 7,4%. Самое высокое значение этого показателя отмечено среди регионов ЦФО в Ивановской области – 598,8 случаев (рост за 5 лет на 38,5%), а самое низкое – в Костромской области – 218 случаев на 100 тыс. сельского населения (снижение за 5 лет на 36,1%). В Воронежской области в 2019 г. этот показатель составил 431,7 случаев на 100 тыс. сельского населения и вырос за 5 лет на 7,2% [10].

Представленные статистические данные свидетельствуют о важности для регионов наличия высококачественной медицинской помощи для сельского населения, которая в значительной степени зависит от объёмов финансирования системы здравоохранения и качества управления ресурсами медицинских организаций.

Разработка методов и инструментов контроля за экономным и результативным расходованием бюджетных средств, выделенных на оказание медицинской помощи, способствует повышению эффективности финансовых вложений в развитие системы здравоохранения в сельской местности. Аудит эффективности использования государственных средств на протяжении десятилетий является видом контроля, который позволяет анализировать деятельность органов исполнительной власти и учреждений, задействованных в реализации программ и проектов за счёт бюджетных средств.

Использование основных принципов организации аудита эффективности для оценки качества использования ресурсов и результативности деятельности медицинских организаций является целью настоящего исследования.

Анализ данных структуры расходов медицинских организаций показывает, что в общем объёме расходов доля фонда оплаты труда находится в интервале от 55,0% (в больницах) до 85,0% (в амбулаторно-поликлинических учреждениях). Именно поэтому управлению кадровыми ресурсами, достаточности медицинского персонала, его квалификации следует уделять особое внимание [4].

Условия, материалы и методы исследований

Методология аудита эффективности использования ресурсов [11] широко применяется российскими и зарубежными органами внешнего аудита и контроля [2] и предусматривает анализ деятельности объектов аудита по трём направлениям: экономичность, производительность и результативность используемых ресурсов.

Исследование проводилось на основе анализа деятельности медицинских организаций государственной системы здравоохранения Москвы, оказывающих взрослому населению первичную медико-санитарную помощь [1, 8]. Универсальность методологии позволяет применить основные принципы организации аудита эффективности для оценки эффективности использования ресурсов бюджетных учреждений в разных проекциях независимо от их профиля и сферы деятельности.

Одним из основных элементов методологии является такой инструмент, как логическое дерево, или «Дерево вопросов», с помощью которого формируются алгоритм исследования, показатели и критерии их оценки.

Результаты и их обсуждение

Представлены результаты применения «Дерева вопросов» как основного алгоритма проведения аудита на примере медицинских организаций, оказывающих населению первичную медико-санитарную помощь.

«Дерево вопросов» создаётся в соответствии с иерархическим принципом, при котором для получения ответа на вопрос высшего уровня требуется ответить на несколько вопросов более низкого уровня. Это – визуализированная последовательность вопросов (подвопросов), которая создаёт «дорожную карту» анализа.

Предложенная схема формирования «Дерева вопросов» представлена на рисунке. Для наглядности использовали блочную схему построения.

Во главу «Дерева вопросов» поставлен поиск ответа на следующий вопрос: «Обеспечивает ли система управления ресурсами медицинской организации достижение целевых значений оценочных показателей?».

Вопросы первого уровня формулируются по направлениям, предусмотренным методологией аудита эффективности.

Вопрос первого уровня по направлению экономичность сформулирован следующим образом: «Обеспечивается ли качественное управление ресурсами?».

Вопросы второго уровня сформулированы отдельно по каждому виду ресурсов (финансовые, материально-технические и кадровые), и соответственно проводится отдельная оценка экономичности использования ресурсов. Так, например, оценка эффективности использования кадровых ресурсов в медицинской организации формируется на основе одной из ветвей «Дерева вопросов» (см. рис.).

Доступность медицинской помощи зависит от производительности использования ресурсов. Вопрос первого уровня касается изучения процессов, связанных с организацией доступа населения к медицинским услугам, и может иметь следующую формулировку: «Обеспечивается ли доступность медицинской помощи населению в соответствии с требованиями программ и стандартов, предусмотренных нормативными правовыми актами?».

Результативность используемых ресурсов оценивается в двух проекциях: в первой измеряется качество оказываемых населению медицинских услуг, во второй – достижение конечного социально-общественного результата для прикрепленных к медицинской организации граждан.

Вопросы третьего уровня относятся к исследованию конкретных процессов (блоков) деятельности, формирующих факторы эффективности. На основе ответов на вопросы четвертого уровня формулируются оценочные показатели, характеризующие исследуемый процесс.

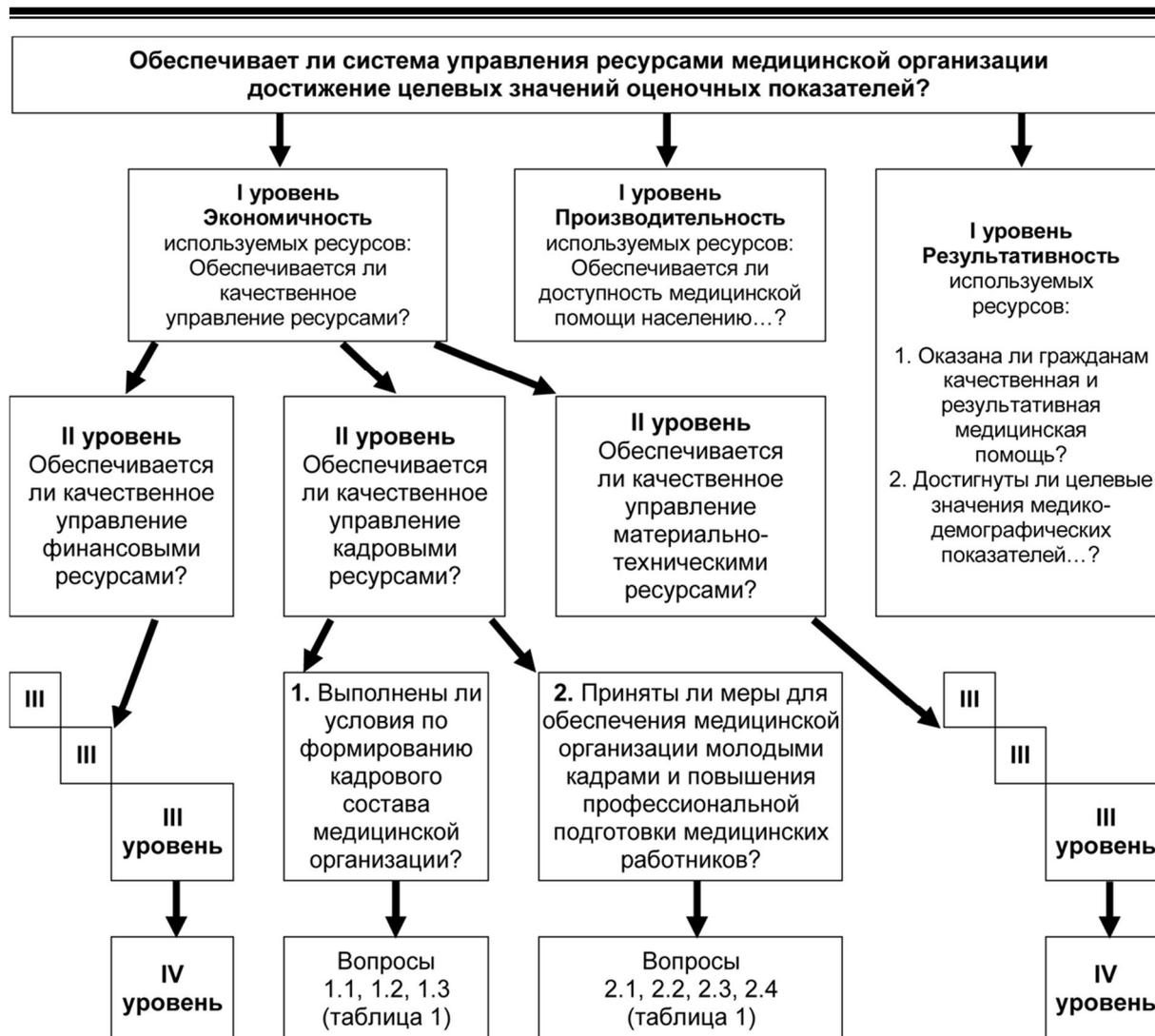


Схема формирования «Дерева вопросов»

Ориентировочный перечень вопросов третьего и четвёртого уровня на примере оценки эффективности управления кадровыми ресурсами по направлению экономичность представлен в таблице 1.

Вопросы 1.1–1.3 позволяют выбрать показатели, которые характеризуют качество подготовки штатного расписания, его структуру и подбор кадров в медицинской организации в соответствии с потребностями населения в оказании медицинской помощи. Это такой фактор эффективности, как «Качество обеспечения медицинским персоналом».

Вопросы 2.1–2.4 позволяют выбрать показатели, которые характеризуют такой фактор эффективности, как «Качество организации мероприятий, способствующих привлечению молодых специалистов и профессиональному росту медицинского персонала».

Аналогичным образом строятся «ветви» «Дерева вопросов» для оценки экономичности использования финансовых и материально-технических ресурсов, а также по направлениям производительность и результативность.

Оценочные показатели формируются исходя из ответов на вопросы четвёртого уровня, с учётом существующих практик оценки кадровых ресурсов медицинских организаций [3, 9], а для расчёта их значений используются данные бухгалтерской и статистической отчётности.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 1. Перечень вопросов III и IV уровня
для оценки эффективности использования кадровых ресурсов**

Вопросы III уровня	Вопросы IV уровня
1. Выполнены ли условия по формированию кадрового состава медицинской организации для оказания населению своевременной и качественной медицинской помощи?	1.1. Обеспечена ли занятость штатных должностей медицинских работников в соответствии со штатным расписанием медицинской организации?
	1.2. Соблюдается ли минимизация уровня совместительства должностей медицинских работников?
	1.3. Обеспечена ли минимальная текучесть кадров в медицинской организации (основного персонала)?
2. Приняты ли меры для обеспечения медицинской организации молодыми кадрами и повышения профессиональной подготовки медицинских работников?	2.1. Соблюдается ли принцип обновления основного персонала медицинской организации молодыми кадрами?
	2.2. Созданы ли в медицинской организации достаточные условия для мотивации медицинских работников повышать свой профессиональный уровень, квалификационную категорию?
	2.3. Соответствует ли доля врачей (среднего медицинского персонала), имеющих высшую (первую) квалификационную категорию, оптимальным значениям?
	2.4. Соответствует ли доля молодых медицинских работников (врачи до 45 лет, средний медицинский персонал до 36 лет), имеющих квалификационную категорию, оптимальным значениям?

В таблицах 2 и 3 представлен предлагаемый перечень показателей для оценки качества управления кадровыми ресурсами по каждому фактору эффективности с указанием источника данных для расчёта значений показателя.

**Таблица 2. Показатели для оценки по фактору эффективности
«Качество обеспечения медицинским персоналом»**

№	Наименование показателя	Источник данных
1	Укомплектованность медицинской организации врачебными кадрами и средним медицинским персоналом, %	Форма ФСН № 30
2	Укомплектованность штатных должностей физическими лицами (врачи/СМП), %	Форма ФСН № 30
3	Кадровая текучесть основного персонала (врачи/СМП), %	Данные кадрового учёта МО

Таблица 3. Показатели для оценки по фактору эффективности «Качество организации мероприятий, способствующих привлечению молодых специалистов и профессиональному росту медицинского персонала, формированию и использованию фонда оплаты труда».
Источник данных – форма ФСН № 30, данные кадрового учёта МО

№	Наименование показателя
1	Доля врачей в возрасте 50 лет и младше в среднесписочной численности врачей, %
2	Доля среднего медицинского персонала (СМП) в возрасте 45 лет и младше в среднесписочной численности СМП, %
3	Доля врачей, зарегистрированных на портале непрерывного медицинского образования (НМО), %
4	Доля СМП, зарегистрированного на портале непрерывного медицинского образования (НМО), %
5	Доля врачей, имеющих высшую/первую квалификационную категорию, %
6	Доля СМП, имеющего высшую/первую квалификационную категорию, %
7	Доля врачей в возрасте 45 лет и младше, имеющих высшую/первую квалификационную категорию, %
8	Доля СМП в возрасте 36 и младше, имеющего высшую/первую квалификационную категорию, %

Укомплектованность штатных должностей следует изучать по основным специальностям врачей (ВОП, терапевт, офтальмолог, хирург, кардиолог и др.), так как данных по общей обеспеченности врачами недостаточно, чтобы оценить возможность предоставления населению своевременной и качественной медицинской помощи.

Одним из важнейших этапов организации аудита эффективности является выбор критериев оценки, т. е. эталона (стандарта), с которым проводится сравнение результатов проверки и оценивается эффективность деятельности по каждому из направлений.

Необходимо также выделить принцип достоверности и надёжности информации, на основе которой формируются выводы и рекомендации по результатам аудита.

Методологией аудита эффективности предусматривается возможность оценки не только на основе данных бухгалтерской, статистической и других видов отчётности. Большое значение имеет независимая оценка, полученная на основе социологического опроса медицинского персонала или населения [5].

Независимая оценка позволяет скорректировать выводы, сделанные на основе значений отдельных оценочных показателей по каждому из направлений (экономичность, производительность и результативность), что повышает объективность выводов, сделанных по результатам проведения аудита.

Метод разделения оценочных показателей на факторы эффективности, характеризующие качество реализации отдельных процессов, позволяет оценивать риски, которые могут повлиять на общий результат деятельности медицинской организации, и способствует своевременному принятию решений по корректировке процедур и процессов управления ресурсами.

Выводы

Представленный алгоритм действий организации аудита, в основу которого положен такой инструмент, как «Дерево вопросов», позволяет подготовить программу исследования и её реализацию с целью оценки эффективности использования имеющихся ресурсов учреждений бюджетной сферы.

Структурные особенности построения «Дерева вопросов» позволяют учесть специфику организации медицинской помощи в сельской местности и сформировать соответствующие показатели и критерии оценки.

Учитывая особенности организации сельского здравоохранения при построении «Дерева вопросов», для проведения аудита следует принять во внимание ограничения, связанные с удалённостью сельских жителей от медицинских центров и регулярностью проведения медицинских осмотров.

Представлены схема формирования «Дерева вопросов» и ориентировочный перечень вопросов и показателей для оценки эффективности использования ресурсов по каждому из направлений аудита эффективности: экономичность, производительность и результативность используемых ресурсов.

Для расчёта значений показателей предлагается использовать данные бухгалтерской и статистической отчётности, а также первичного учёта деятельности медицинских организаций.

Для повышения объективности результатов аудита рекомендуется проведение независимой оценки качества управления ресурсами с использованием таких инструментов, как социологический опрос, анкетирование.

Библиографический список

1. Бойченко Ю.Я. Оценка качества управления ресурсами в амбулаторно-поликлинических учреждениях государственной системы здравоохранения города Москвы / Ю.Я. Бойченко, С.С. Бударин, Е.Л. Никонов // Вестник Росздравнадзора. – 2018. – № 2. – С. 57–64.
2. Бударин С.С. Аудит эффективности в сфере здравоохранения: опыт национального аудиторского управления Великобритании / С.С. Бударин, Ю.В. Эльбек // Вестник АКСОР. – 2017. – № 1 (41). – С. 156–161.
3. Власова О.В. Оптимизация использования ресурсного потенциала медицинских организаций / О.В. Власова // Политика, экономика и инновации. – 2017. – № 5 (15). – С. 13–19.
4. Исаева Н.Ю. Оценка эффективности аудиторских проверок / Н.Ю. Исаева // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – № 10 (304). – С. 38–46.
5. Клейменов М.В. Медицинское обслуживание на селе: проблемы и противоречия / М.В. Клейменов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2017. – Т. 6, № 1 (18). – С. 341–344.
6. Клейменов М.В. Система сельского медицинского обслуживания: основные проблемы функционирования / М.В. Клейменов // Дискуссия. – 2016. – № 6 (69). – С. 72–76.
7. Козырева П.М. Проблемы медицинского обслуживания в сельской местности / П.М. Козырева, А.И. Смирнов // Гуманитарий Юга России. – 2018. – № 7 (4). – С. 33–49.
8. Организация первичной помощи в условиях меняющейся Европы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0005/389579/building-primary-care-rus.pdf (дата обращения: 07.07.2020).
9. Репринцева Е.В. Система показателей, характеризующих ресурсное обеспечение учреждений здравоохранения / Е.В. Репринцева // Иннов: электронный научный журнал. – 2018. – № 2 (35). – С. 15.
10. Сельское здравоохранение России в 2018 году : статистические материалы // Демоскоп : Интернет-портал. – Москва : ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава РФ, 2019. – 83 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mednet.ru/miac/meditsinskaya-statistika> (дата обращения: 06.07.2020).
11. Стандарты ИНТОСАИ. ISSAI 300. основополагающие принципы аудита эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://audit.gov.ru/documents/intosai/> (дата обращения: 06.07.2020).
12. Anderson-Loftin W. Nurse case managers in rural hospitals / W. Anderson-Loftin // Journal of Nursing Administration. – 1999. – Vol. 29, No. 2. – Pp. 42–49.
13. Faragher E.B. The relationship between job satisfaction and health: a meta-analysis / E.B. Faragher, M. Cass, C.L. Cooper // Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2005. – Vol. 62, No. 2. – Pp. 105–112. DOI: 10.1136/oem.2002.006734.
14. Full Scope-of-Practice Regulation is Associated With Higher Supply of Nurse Practitioners in Rural and Primary Care Health Professional Shortage Counties / Y. Xue, V. Kannan, E. Greener, J.A. Smith, J. Brasch, B.A. Johnson, J. Spetz // Journal of Nursing Administration. – 2018. – Vol. 8, No. 4. – Pp. 5–13. DOI: 10.1016/S2155-8256(17)30176-X.
15. Waldman H.B. Rural health issues / H.B. Waldman, S.P. Perlman // ASDC Journal of Dentistry for Children. – 2002. – Vol. 69, No. 1. – Pp. 96–99.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Сергей Сергеевич Бударин – кандидат экономических наук, зав. отделом методологии проведения аудита эффективности деятельности учреждений здравоохранения, ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Россия, Москва, e-mail: BudarinSS@zdrav.mos.ru

Юлия Викторовна Эльбек – научный сотрудник отдела методологии проведения аудита эффективности деятельности учреждений здравоохранения, ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Россия, Москва, e-mail: ElbekYV1@zdrav.mos.ru

Дата поступления в редакцию 05.08.2020

Дата принятия к печати 18.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Sergey S. Budarin, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Methodology for Conducting of an Audit of Healthcare Institutions' Performance, Scientific Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management, Moscow City Healthcare Department, Russia, Moscow, e-mail: BudarinSS@zdrav.mos.ru

Yuliia V. Elbek, Research Scientist, the Department of Methodology for Conducting of an Audit of Healthcare Institutions' Performance, Scientific Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management, Moscow City Healthcare Department, Russia, Moscow, e-mail: ElbekYV1@zdrav.mos.ru

Received August 05, 2020

Accepted after revision September 18, 2020

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В РОССИИ

Юрий Александрович Китаёв

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

Отрасль молочного скотоводства имеет большое значение для обеспечения продовольственной безопасности России, однако в настоящее время ей не уделяется должного внимания. По данным Росстата, производство продукции скотоводства в стране является недостаточным для обеспечения продовольственной безопасности страны. Уровень собственного производства молока составляет около 80%, а среднелюдиное потребление молока и молочных продуктов в 2018 г. составило 229 кг при рекомендованной медицинской норме 325 кг в год. Для определения главных тенденций развития отрасли на основании динамических рядов за 1917–2018 гг. проведён регрессионный анализ, который позволил построить линейные тренды развития молочного скотоводства и получить уравнения, описывающие динамику основных показателей. В результате исследования установлено, что валовое производство молока имеет незначительную динамику роста, несмотря на спад в 1991–2016 гг. Вместе с тем рассчитанный показатель производства молока в расчёте на душу населения в анализируемом периоде показывает тенденцию снижения. Также определено, что в стране наблюдается тенденция снижения поголовья крупного рогатого скота, характеризующаяся средним индексом численности поголовья – 0,99. Динамика молочной продуктивности за исследуемый период как качественный фактор развития молочного скотоводства имеет устойчивую тенденцию роста, носящую линейный характер. В 2018 г. производителями всех категорий в стране отмечен исторический максимум продуктивности коров за исследуемый период – 4920 кг, что в 4,4 раза больше, чем в 1917 г. Таким образом, главной тенденцией развития отрасли молочного скотоводства в Российской Федерации является рост объёмов валового производства молока, который достигается за счёт увеличения молочной продуктивности коров, компенсирующей сокращение поголовья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: молочное скотоводство, валовое производство молока, производство молока на душу населения, динамика поголовья КРС, продуктивность коров, тенденции развития.

DEVELOPMENT TRENDS OF DAIRY CATTLE BREEDING IN THE RUSSIAN FEDERATION

Yury A. Kitaev

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin

It is obvious that dairy cattle industry is of great importance for ensuring food security in Russia, but at present its development is neglected. According to the Russian Federal State Statistics Service (Rosstat) data, the production of livestock products in the country is insufficient to ensure the state food security. The level of own milk production is about 80%, and the average per capita consumption of milk and dairy products in 2018 was 229 kg, whereas the recommended medical norm is 325 kg per year. To determine the main trends in the development of the industry on the basis of dynamic series for 1917–2018, the author performed a regression analysis, built linear trends of the development of dairy cattle breeding and obtained equations describing the dynamics of the main indicators. The study found that gross milk production has a slight growth trend, despite the decline in 1991–2016. However, the calculated indicator of milk production per capita in the analyzed period shows a downward trend. It is also determined that the country has a downward trend in the number of cattle, characterized by an average index of the number of livestock equal to 0.99. The dynamics of milk productivity over the studied period as a qualitative factor in the development of dairy cattle breeding has a stable linear growth trend. In 2018, producers of all categories in the country marked the historical maximum productivity of cows for the study period equal to 4920 kg, which in 4.4 times exceed indicators of 1917. Thus, the main trend in the development of the dairy cattle industry in the Russian Federation is the growth of gross milk output achieved by increasing milk productivity of cows compensating for livestock reduction.

KEYWORDS: dairy cattle breeding, gross milk output, milk production per capita, dynamics of cattle population, cow productivity, development trends.

Введение

Молоко и молочные продукты традиционно имеют большое значение в рационе питания населения России. Данный вид сельскохозяйственной продукции относится к продуктам первой необходимости и входит в перечень индикаторов, определя-

ющих уровень продовольственной безопасности государства, приведённый в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации [3]. Вместе с тем отрасль молочного скотоводства в настоящее время не относится к приоритетным и ей не уделяется должного внимания [1, 2, 10]. Наряду с хлебом, картофелем, мясом и овощами молоко и молочные продукты занимают значительную долю в рационе питания россиян. Многие аналитики молоко и говядину считают продуктами первой необходимости, поэтому основной задачей является формирование такой экономической ситуации в стране, при которой будут достигнуты рекомендованные Министерством здравоохранения нормы потребления молочной и мясной продукции.

По данным Росстата, производство продукции скотоводства в России является недостаточным для обеспечения продовольственной безопасности страны. Так, уровень собственного производства молока составляет около 80%, что меньше определённого в Доктрине продовольственной безопасности [3]. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2018 г. среднедушевое потребление молока и молокопродуктов россиян составило 229 кг при рекомендованной медицинской норме 325 кг в год. [7].

Материалы и методы

Исследование тенденций развития молочного скотоводства в Российской Федерации проводилось на основе исторических динамических рядов, представленных в открытом доступе Федеральной службой государственной статистики с применением корреляционно-регрессионного анализа. Достоверность описательных уравнений регрессии определялась путём расчёта величины достоверности аппроксимации.

Результаты и их обсуждение

Анализ динамики производства молока за столетний период с 1917 по 2018 г. свидетельствует о росте валового производства всего на 72,0%. В 2018 г. абсолютный объём производства молока составил 30,6 млн т. Тренд объёма производства молока в РФ носит линейный характер и может быть представлен в виде уравнения $y = 0,142x + 30,71$ (рис. 1).

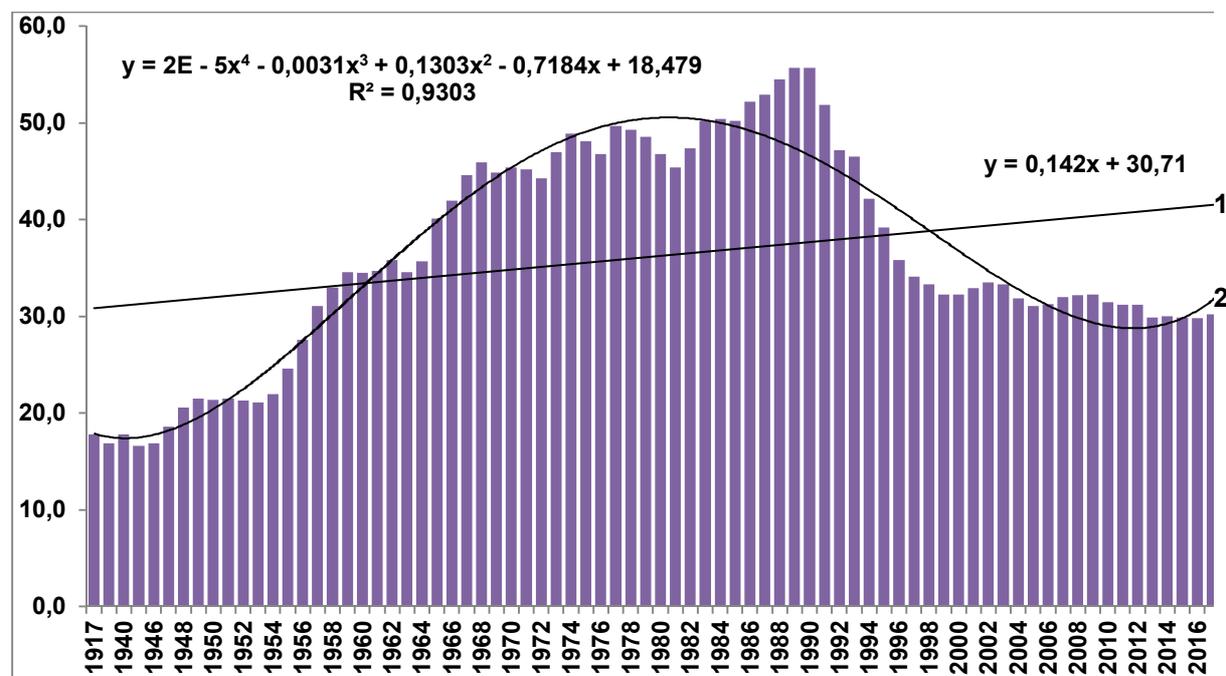


Рис. 1. Динамика валового производства молока в РФ в 1917–2018 гг., млн т [5]:

■ — производство молока, млн т; 1 — линейная; 2 — полиномиальная

Рассмотренная динамика производства молока в России за 1917–2018 гг. с высокой статистической достоверностью может быть описана уравнением, имеющим вид: $y = 2E - 5x^4 - 0,0031x^3 + 0,1303x^2 - 0,7184x + 18,479$, что позволяет сделать вывод о значительных разнонаправленных изменениях объёма производства на протяжении исследуемого периода. Так, с 1945 года объём производства молока стабильно растёт и достигает максимального значения в 1989–1990 гг., когда в стране ежегодно производилось 55,7 млн т, что в 3,1 раза больше, чем в 1917 г., и на 82,0% больше, чем в 2018 г. Начиная с 1991 года, ознаменовавшегося значительными институциональными преобразованиями, отмечается снижение объёмов производства молока до уровня 29,8 млн т в 2016 г., после чего негативная тенденция была преодолена. Вместе с тем достигнутый в стране в 2018 г. уровень производства молока соответствует значениям всего лишь 1957 г. Следует отметить, что абсолютные показатели, характеризующие объёмы производства молока, не могут дать полного и объективного представления о степени развития отрасли молочного скотоводства в стране. В связи с этим за аналогичный период 1917–2018 гг. рассчитан среднедушевой объём производства молока, который имеет негативную тенденцию, описываемую уравнением: $y = -2,694x + 353,71$ (рис. 2).

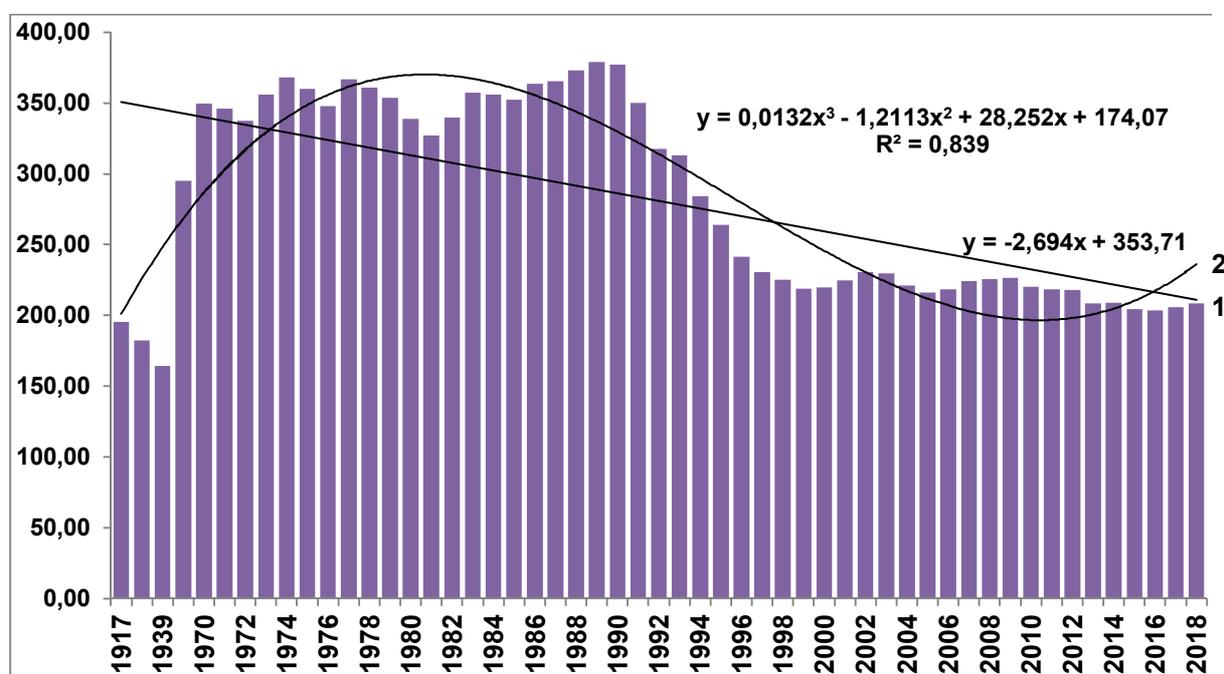


Рис. 2. Динамика производства молока в расчёте на душу населения в РФ в 1917–2018 гг., кг [5, 6, 7]:
 – производство молока на душу населения, кг; 1 – линейная; 2 – полиномиальная

Максимальный уровень производства молока на душу населения отмечается в 1989 г. и составляет 378,9 кг, что больше значения 2018 г. на 82,0%. Динамика удельного производства молока в России может быть описана уравнением, имеющим вид: $y = 0,0132x^3 - 1,2113x^2 + 28,252x + 174,07$. Выявленная негативная тенденция связана с тем, что в 1959–1993 гг. наблюдался высокий уровень среднедушевого производства молока, превышающий 350 кг в расчёте на душу населения, в то время как в 1996–2018 гг. производство молока в среднем не превысило 220 кг в расчёте на одного человека.

На основании данных, приведённых на рисунках 1 и 2, можно сделать вывод, что значительный спад производства молока, в том числе среднедушевой, приходится на период 1991–1993 гг., характеризующийся значительными политическими и социально-экономическими преобразованиями, которые негативно сказались на развитии как агропромышленного комплекса в целом, так и отрасли молочного скотоводства в частности [4, 8, 9].

Для данного периода характерна гиперинфляция, уровень которой в 1992 г. достигал уровня 2508,8%, что оказалось критическим для сельскохозяйственного производства, имеющего длительный производственный цикл. Повсеместный рост цен на ресурсы вызвал резкое повышение цен на корма растительного происхождения, которые в значительной мере определяют себестоимость молока. Как следствие, многие сельскохозяйственные предприятия, имеющие основную производственную специализацию, ориентированную на молочное скотоводство, вынуждены были существенно сокращать поголовье крупного рогатого скота, в том числе и дойного стада.

Проведённый анализ динамики поголовья крупного рогатого скота в России показывает, что в 2018 г. численность КРС была минимальной за последнее столетие – 18,2 млн гол. При этом описываемый уравнением $y = -0,1568x + 44,867$ линейный тренд свидетельствует об общей тенденции снижения поголовья крупного рогатого скота в стране в 1915–2018 гг. Максимальная численность КРС отмечена в 1984 г. и достигла 60,0 млн гол., из которых 22,0 млн гол. – коровы дойного стада.

Динамика поголовья КРС в исследуемом периоде изменялась нелинейно и может быть с высокой статистической достоверностью описана полиномиальной зависимостью четвёртой степени: $y = 4E - 5x^4 - 0,0055x^3 + 0,2475x^2 - 2,7593x + 35,377$ (рис. 3).

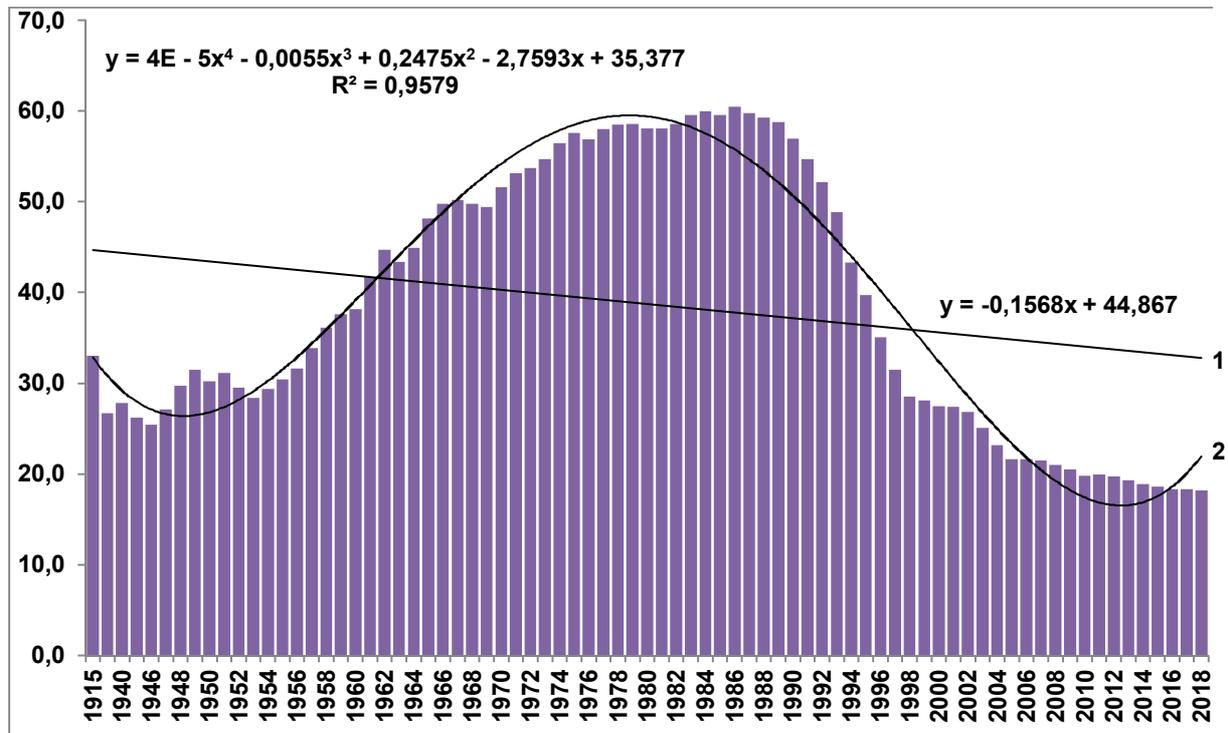


Рис. 3. Динамика поголовья крупного рогатого скота в РФ в 1915–2018 гг., млн гол. [5]:
 — поголовье крупного рогатого скота, млн гол.; 1 – линейная; 2 – полиномиальная

Вторым существенным фактором, определяющим эффективность отрасли молочного скотоводства и отражающим её качественное развитие, является молочная продуктивность коров. Данный показатель зависит от множества организационно-технологических параметров и в целом может косвенно служить интегральной величиной, отражающей уровень развития технологий в молочном скотоводстве.

На основе проведённого анализа динамики молочной продуктивности коров в Российской Федерации в 1917–2018 гг. можно отметить, что в 2018 г. достигнут исторический максимум продуктивности за исследуемый период – 4920 кг, что в 4,4 раза больше, чем в 1917 г. (рис. 4).

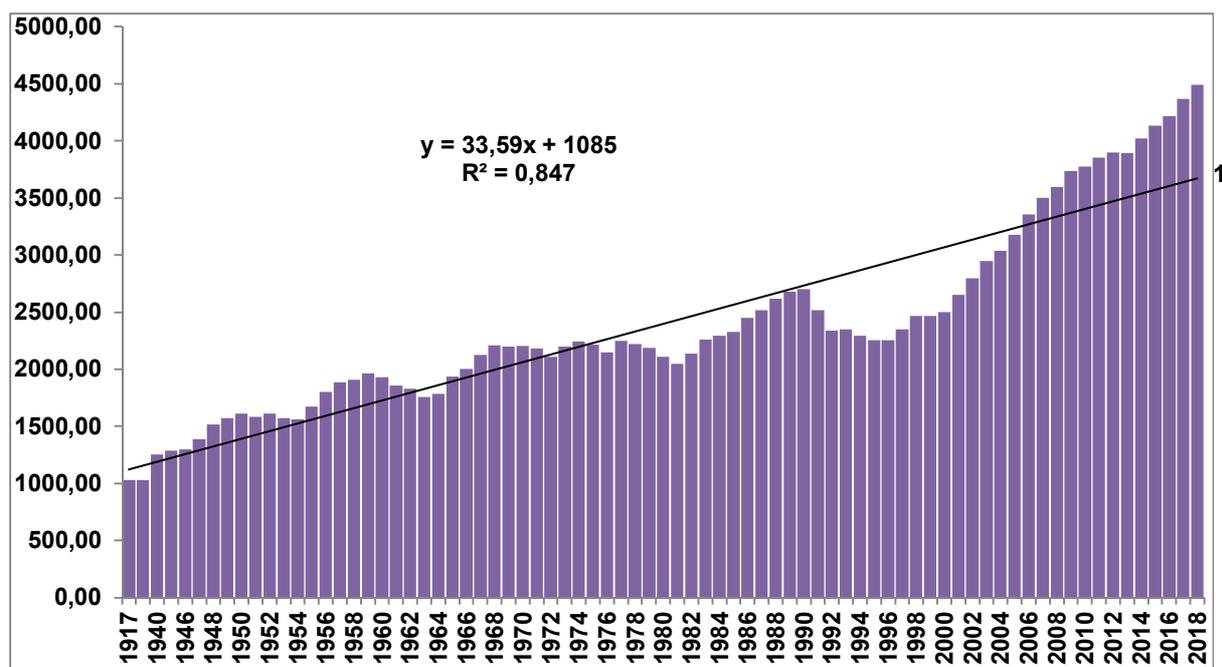


Рис. 4. Динамика молочной продуктивности коров в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий в 1917–2018 гг., кг [5]:

■ – молочная продуктивность коров, кг; 1 – линейная

Ступенчатый рост продуктивности коров соответствует этапам технологического развития отрасли молочного скотоводства. В целом за весь период наблюдается устойчивая динамика роста, которая носит практически линейный характер. Линейный тренд динамики молочной продуктивности коров в России может быть описан уравнением $y = 33,59x + 1085$, при этом величина достоверности аппроксимации составляет $R^2 = 0,847$, что характеризует достаточно высокую точность описания динамики приведённым уравнением.

Отмеченное выше уменьшение поголовья крупного рогатого скота стало главной причиной снижения как валового производства молока, так и производства молока в расчёте на душу населения.

Расчитанные коэффициенты парной корреляции по данным 1917–2018 гг. свидетельствуют о том, что между валовым объёмом производства молока и поголовьем КРС в России существует высокая теснота связи ($r = 0,89439$), а между производством молока на душу населения и поголовьем КРС коэффициент корреляции составляет $r = 0,958871$, что также подтверждает очень высокую тесноту связи между исследуемыми величинами.

Таким образом, можно утверждать о наличии естественно-исторической закономерности в отрасли молочного скотоводства, согласно которой на современном этапе дальнейшее развитие исследуемой отрасли зависит, прежде всего, от численности поголовья крупного рогатого скота.

Выводы

Проведённое исследование позволило выявить ряд тенденций и закономерностей развития отрасли молочного скотоводства в Российской Федерации.

На основе использования метода регрессионного анализа установлено, что в 1917–2018 гг. отмечается незначительный рост валового производства молока, однако удельное производство молока в расчёте на душу населения за тот же период имеет тенденцию снижения.

Анализ временных рядов, характеризующих динамику поголовья скота, свидетельствует о значительном сокращении поголовья КРС, начиная с 1991 г. и в целом за период исследования.

В результате применения корреляционного метода выявлена естественно-историческая закономерность, характеризующая зависимость развития молочного скотоводства в России, прежде всего, от численности поголовья крупного рогатого скота.

Главной тенденцией развития отрасли молочного скотоводства в Российской Федерации является рост объёмов валового производства молока, который достигается за счёт увеличения молочной продуктивности коров, компенсирующей сокращение поголовья.

Библиографический список

1. Зимняков В.М. Состояние производства молока в России / В.М. Зимняков, А.А. Курочкин // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 2 (38). – С. 100–106.
2. Китаёв Ю.А. Молочное скотоводство Белгородской области: проблемы и перспективы / Ю.А. Китаёв, О.В. Китаёва // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее : матер. XXIII международной научно-производственной конференции (Россия, п. Майский, 28–29 мая 2019 г.). – п. Майский : Изд-во Белгородского ГАУ, 2019. – Т. 2. – С. 230–231.
3. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 17.07.2020).
4. Плаксиева С.В. Развитие молочно-продуктового подкомплекса Белгородской области на кластерной основе / С.В. Плаксиева, Д.Ю. Чугай, Е.В. Нежелъченко // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 3-2 (80). – С. 370–374.
5. Российский статистический ежегодник. 2019. Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 18.07.2020).
6. Россия в цифрах. 2020. Крат. стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12993> (дата обращения: 18.07.2020).
7. Сельское хозяйство в России. 2019. Стат. сб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13226> (дата обращения: 22.07.2020).
8. Терновых К.С. Организационно-экономические аспекты развития молочного скотоводства : монография / К.С. Терновых, Ю.А. Пименов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 186 с.
9. Терновых К.С. Прогнозирование параметров развития молочного скотоводства в регионе / К.С. Терновых, И.И. Дубовской, Ю.А. Пименов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (55). – С. 193–201.
10. Холодова М.А. Перспективы развития отечественной отрасли молочного животноводства: прогнозы и тренды / М.А. Холодова, О.А. Холодов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки. – 2020. – № 1. – С. 30–42.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Юрий Александрович Китаёв – кандидат экономических наук, зав. кафедрой экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Россия, г. Белгород, e-mail: Kitaev_YA@bsaa.edu.ru.

Дата поступления в редакцию 18.08.2020

Дата принятия к печати 26.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Yury A. Kitaev, Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of Economic Theory and Economics of Agriculture, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Belgorod, e-mail: Kitaev_YA@bsaa.edu.ru.

Received August 18, 2020

Accepted after revision September 26, 2020

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕХНИКОЙ НА РОСТ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ АПК АРМЕНИИ)

Арам Цолакович Оганнисян

Национальный аграрный университет Армении

Сельское хозяйство играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности Республики Армения. Однако сложившиеся на сегодняшний день темпы роста производственных и экономических показателей агропродовольственной системы в республике не способствуют повышению доходов и уровня жизни сельского населения, сокращению бедности. В условиях технологического прогресса и ограниченности ресурсов в РА основным способом достижения наилучших результатов является индустриализация производства. Исследования показали, что уровень индустриализации с.-х. производства остаётся низким, не достигнут устойчивый рост производительности труда, которая отражает степень эффективности усилий работников по выпуску аграрной продукции и оказанию услуг. По данным 2018 г. производительность труда в сельском хозяйстве была ниже, чем в сфере переработки сельхозпродукции и промышленности в целом, соответственно в 4,1 и 4,9 раза. На необходимость индустриализации в АПК указывает и тот факт, что земельные ресурсы в республике используются крайне неэффективно, о чём свидетельствует выявленная негативная тенденция. В 2018 г. из 446,0 тыс. га пашни в сельском хозяйстве были задействованы только 242,3 тыс. га, уровень целевого использования пахотных земель составил 54,3%. В качестве важнейших направлений развития сельского хозяйства РА предлагается применение инновационных и креативных подходов в процессе индустриализации. Обоснована необходимость индустриализации сельского хозяйства, проведён комплексный анализ обеспеченности техникой товаропроизводителей, выявлена прямая зависимость между наличием работоспособных с.-х. машин и снижением издержек производства. Значение рассчитанного коэффициента корреляции близко к среднему (в пределах 0,3–0,7), что свидетельствует о положительном влиянии данного компонента индустриализации на рост объёмов производства валовой продукции и её доходности. Товаропроизводителям рекомендовано участие в госпрограммах индустриализации сельского хозяйства для обновления изношенной сельскохозяйственной техники и машин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: индустриализация, сельское хозяйство, производительность труда, самообеспеченность, степень изношенности техники.

IMPACT OF THE LEVEL OF SUFFICIENCY IN MACHINERY AND EQUIPMENT ON TOTAL GROSS PRODUCTION OF AGRICULTURE (IN THE CONTEXT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF ARMENIA)

Aram C. Hovhannisyan

Armenian National Agrarian University

Agriculture plays an important role in ensuring food security of the Republic of Armenia. However, the current growth rates of production and economic indicators of the agri-food system in the Republic do not contribute to increasing the income and living standards of the rural population and reducing poverty. In the context of technological progress and limited resources in the Republic of Armenia, the main way to achieve the best results is industrialization of production. Studies have shown that the level of industrialization of the agricultural production remains low, and a steady increase in labor productivity has not been achieved, which reflects the degree of efficiency of workers efforts to produce agricultural products and provide services. According to 2018 data, labor productivity in agriculture was by 4.1 and 4.9 times lower than in processing of agricultural products and industry as a whole, respectively. The need for industrialization in the agricultural sector is also indicated by the fact that land resources in the Republic are used extremely inefficiently, as evidenced by the identified negative trend. In 2018, out of 446.0 thousand hectares of arable land only 242.3 thousand hectares were used in agriculture, the level of targeted use of arable land was 54.3%. Application of innovative and creative approaches in the process of industrialization is proposed as the most

important directions of development of agriculture in the Republic of Armenia. The author substantiated the necessity of industrialization of agriculture, conducted an integrated analysis of sufficiency in machinery and equipment, defined direct correlation between workable agricultural machinery supply and production costs reduction. The value of the calculated correlation coefficient is close to the average and is in the range of 0.3-0.7, which indicates a positive impact of this component of industrialization on the growth of gross output and profitability. Producers are recommended to participate in state programs of agricultural industrialization to upgrade worn-out agricultural machinery and equipment.

KEYWORDS: industrialization, agriculture, labour productivity, self-sufficiency, worn-out state of machinery.

Сельское хозяйство является жизненно необходимой отраслью экономики, так как продукция этой отрасли способствует удовлетворению потребностей населения в питании, а промышленности в сырье. Уровень развития сельскохозяйственного производства в значительной степени определяет уровень экономической безопасности страны в целом. Проблемы в сфере сельского хозяйства приводят к социальной напряжённости и нестабильности в обществе, поэтому его развитие контролируется во всех развитых странах мира.

В условиях технологического прогресса и ограниченности ресурсов в Республике Армения основным способом достижения наилучших результатов является индустриализация производства, что особенно необходимо сельскому хозяйству. Однако малые размеры фермерских хозяйств в республике и высокая раздробленность земельных участков (более 3000 фермерских хозяйств, в которых занято около 1/3 всего населения страны) создают серьёзные трудности для использования интенсивных технологий [13]. Недостаточное количество и высокая степень изношенности сельскохозяйственной техники и оборудования, с одной стороны, и их неэффективное использование в небольших фермерских хозяйствах и организациях – с другой, создают препятствия для повышения уровня интенсивности производства.

В Республике Армения, принимая во внимание роль и значение сельского хозяйства в экономике (на долю сельского хозяйства приходится около 18% от удельного веса всего ВВП), жизненно важно повысить производительность труда путём раскрытия и использования резервов индустриализации. Насущной проблемой является пересмотр традиционных подходов к управлению процессом повышения производительности труда в отрасли. В этих условиях, помимо анализа уровня производительности труда, необходимо изучить факторы, влияющие на этот показатель.

В сельском хозяйстве основным средством производства является земля. Результаты производства зависят от качества земли, её плодородия, расположения, поэтому при вложении одного и того же объёма трудозатрат на разных участках может быть получена неравная отдача, что и необходимо учитывать при реализации мер государственной поддержки отрасли [1].

Средства производства в сельском хозяйстве настолько особенные, что большую часть технических средств, предназначенных для производства какого-то одного вида продукции, невозможно использовать для производства другого вида (например, свеклоуборочные комбайны не могут использоваться для уборки зерновых культур или подсолнечника). При этом фермерские хозяйства, сельскохозяйственные организации и кооперативы, как правило, производят самую разнообразную продукцию, что обусловлено необходимостью ведения научно обоснованного землепользования и соблюдения севооборотов [5, 14].

В современных условиях развития рыночной экономики комплексные исследования по выявлению экономических проблем индустриализации и поиску путей их решения в сельском хозяйстве Республики Армения не проводились.

Сельское хозяйство играет важнейшую роль в формировании внутреннего валового продукта, в обеспечении занятости населения республики, в развитии сельских

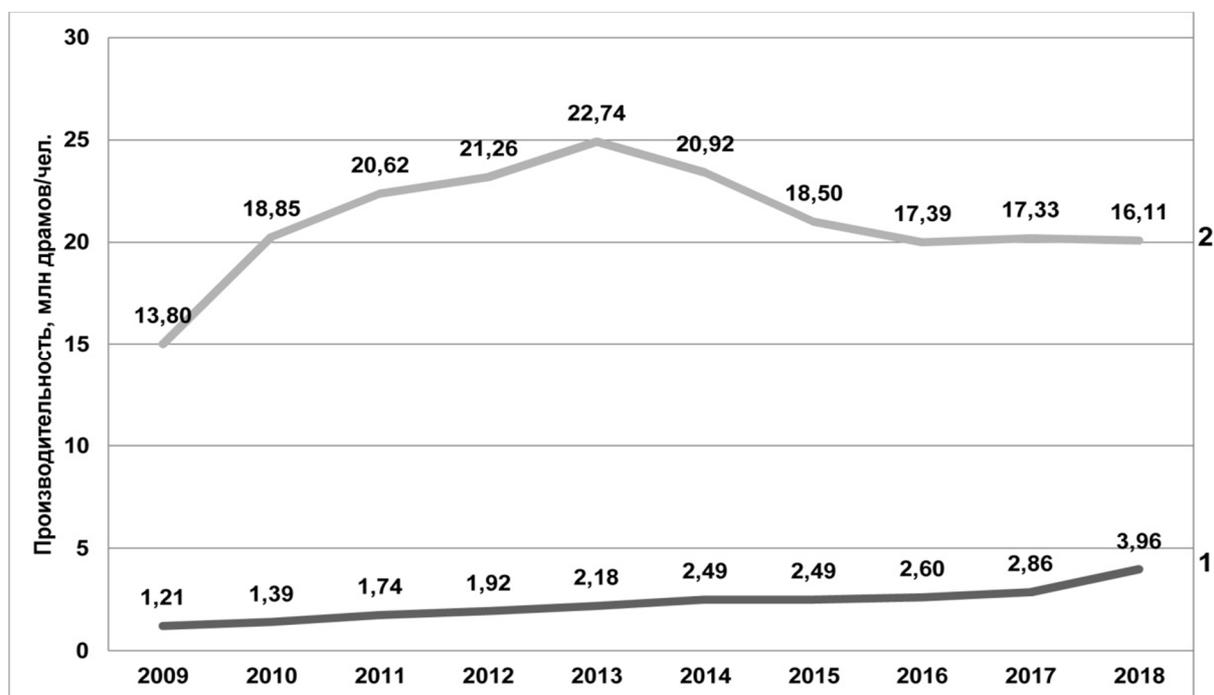
территорий, а самое главное, в обеспечении продовольственной безопасности страны. Сложившиеся на сегодняшний день темпы роста производственных и экономических показателей агропродовольственной системы Республики Армения, к сожалению, не способствуют повышению доходов и уровня жизни крестьянских хозяйств, сокращению бедности, обеспечению высокого уровня продовольственной безопасности [3, 13].

Основная экономическая проблема, с которой сталкивается любое общество, – противоречие между неограниченной потребностью людей в благах и ограниченностью ресурсов, необходимых для производства этих благ [15].

В частности, ограниченность материально-технических ресурсов является одной из причин низкой эффективности сельскохозяйственного производства страны. В сельскохозяйственных организациях и крестьянских хозяйствах отсутствует достаточное количество техники и оборудования для обеспечения всех технологических процессов. Низкий уровень механизации сельскохозяйственного производства является причиной существенной доли ручного труда в общем объеме работ. Чрезвычайно медленными темпами внедряются современные технические и технологические достижения, которые, как известно, создают необходимые условия для повышения производительности труда и индустриализации сельского хозяйства [6].

Производительность труда отражает степень эффективности усилий работников по непосредственному выпуску продукции, оказанию услуг и выполнению работ для сторонних организаций. При этом чаще всего производительность труда определяется как отношение результатов производственной деятельности (т. е. объема выпущенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг) к затратам рабочего времени или численности работников. Всякий рост производительности труда, в конечном счете, означает экономию труда, сбережение рабочего времени [5].

Для оценки уровня индустриализации сельского хозяйства Республики Армения автором сопоставлена производительность труда в разных сферах деятельности. Результаты сравнения представлены в графической форме (см. рис.).



Динамика производительности труда в 2009–2018 гг.: 1 – сельское хозяйство; 2 – перерабатывающая пищевая промышленность

Источник: рассчитано автором по данным [10, 11].

Как следует из данных, представленных на рисунке, производительность труда в сельскохозяйственном производстве находится на низком уровне и с 2013 г. имеет тенденцию к дальнейшему снижению, в отличие от перерабатывающей пищевой промышленности, где наблюдается устойчивый рост данного показателя. Так, в 2018 г. производительность труда в сельском хозяйстве была ниже, чем в перерабатывающей пищевой промышленности и промышленности в целом, соответственно в 4,1 и 4,9 раза.

На необходимость индустриализации указывает и тот факт, что в последние годы в сельском хозяйстве снижается эффективность использования земельных ресурсов. Согласно земельному балансу за 2018 г. сельскохозяйственные угодья насчитывали 2044,5 тыс. га, из них 445,6 тыс. га приходилось на пахотные земли, при этом было использовано только 242,3 тыс. га [11]. Иными словами, уровень целевого использования пахотных земель составил 54,3%, что является очень низким показателем, а одним из направлений исправления данной ситуации, по нашему мнению, и должна стать индустриализация сельского хозяйства. В частности, использование средств механизации и замена имеющихся в отрасли средств производства более совершенными будут способствовать улучшению использования земельных ресурсов.

Необходимость индустриализации сельского хозяйства республики обусловлена также тем, что продовольственная безопасность является важной составляющей экономической безопасности страны.

По данным национального продовольственного баланса республики за 2017 г. уровень самообеспеченности по наиболее важным видам продовольствия, оценённый по их энергетической ценности, составляет 53,7% [9]. Если рассмотреть уровень самообеспеченности по отдельным видам продукции и выделить наиболее проблемные из них, то картина выглядит следующим образом:

- по пшенице – 33,2%;
- по кукурузе – 17,6%;
- по зернобобовым культурам – 49,7%;
- по растительному маслу – 4,3%;
- по свинине – 58,0%;
- по мясу птицы – 22,5% [2].

Необходимо отметить, что индустриализация сельского хозяйства оказывает наиболее сильное влияние на повышение самообеспеченности всеми видами продовольствия. В частности, организация свиноводства и птицеводства на промышленной основе будет способствовать значительному увеличению производства мясной продукции. Индустриализация окажет непосредственное влияние также на увеличение объёмов производства других стратегически важных продуктов питания и на повышение уровня самообеспеченности ими.

Одним из важнейших направлений развития АПК республики является применение инновационных и креативных подходов, которые широко используются в процессе индустриализации. Мировой опыт научно-технического прогресса в сельском хозяйстве показывает, что аграрный сектор располагает значительным инновационным потенциалом [4, 8].

Важным элементом индустриализации является обеспеченность процесса производства сельскохозяйственной техникой. Для выявления характера связи между работоспособной сельскохозяйственной техникой и стоимостью валовой продукции сельского хозяйства мы предлагаем использовать ряд коэффициентов.

В качестве переменных приняты число работоспособных тракторов – x_i (единиц) и стоимость валовой продукции сельского хозяйства – y_i (млрд драмов). Исходные данные для расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные по определению коэффициента связи между количеством работоспособных тракторов в Республике Армения и стоимостью валовой продукции сельского хозяйства

Год	Количество работоспособных тракторов (по состоянию на 1 января), единиц (x_i) [7]	Валовая продукция сельского хозяйства, млрд драмов (y_i) [10, 11]
2009	11 596	552,1
2010	11 692	636,7
2011	11 633	795,0
2012	11 327	841,5
2013	11 625	919,1
2014	11 656	983,0
2015	11 862	945,4
2016	11 891	878,5
2017	11 960	908,1
2018	12 085	889,7

Отклонение одной или нескольких переменных от среднего значения положено в основу определения корреляционной зависимости. Для линейной связи сила последней измеряется коэффициентом парной линейной корреляции, который рассчитывается по следующей формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Когда коэффициент корреляции больше 0, то связь прямая ($r_{xy} > 0$), а когда коэффициент корреляции меньше 0 ($r_{xy} < 0$), то в этом случае связь обратная.

Коэффициент парной корреляции варьирует от -1 (случайная полная обратная связь) до 1 (полная прямая связь). Его абсолютная величина: $0 \leq |r_{xy}| \leq 1$.

Чем ближе коэффициент r_{xy} к 1, тем связь сильнее, чем ближе коэффициент r_{xy} к 0, тем связь слабее. Когда $|r_{xy}| < 0,30$, связь считается слабой, при $|r_{xy}| = 0,3-0,7$ – средней, а при $|r_{xy}| > 0,7$ – сильной [12].

На основании данных таблицы 1 рассчитан коэффициент парной корреляции между числом работоспособных тракторов и стоимостью валовой внутренней продукции сельского хозяйства (табл. 2).

Таблица 2. Расчёт коэффициента парной корреляции между числом работоспособных тракторов и стоимостью валовой внутренней продукции сельского хозяйства Армении

Год	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
2009	-136,70	-282,81	38660,127	18686,890	79981,496
2010	-40,70	-198,21	8067,147	1656,490	39287,204
2011	-99,70	-39,91	3979,027	9940,090	1592,808
2012	-405,70	6,59	-2673,563	164592,490	43,428
2013	-107,70	84,19	-9067,263	11599,290	7087,956
2014	-76,70	148,09	-11358,503	5882,890	21930,648
2015	129,30	110,49	14286,357	16718,490	12208,040
2016	158,30	43,59	6900,297	25058,890	1900,088
2017	227,30	73,19	16636,087	51665,290	5356,776
2018	352,30	54,79	19302,517	124115,290	3001,944
Σ	-	-	84732,23	429916,100	172390,389

Подставив расчётные данные в формулу (1), получим:

$$r_{xy} = \frac{84732,23}{\sqrt{429916,1 \cdot 172390,39}} = \frac{84732,23}{272237,8} = 0,311.$$

Значение полученного коэффициента корреляции показывает, что зависимость между количеством работоспособных тракторов и стоимостью валовой внутренней продукции сельского хозяйства является прямой, близкой к средней (в пределах 0,3–0,7).

Квадрат коэффициента корреляции является коэффициентом детерминации [12].

Коэффициент детерминации может быть выражен в процентах. В нашем случае это выглядит следующим образом: $r^2 = 0,097$, или 9,7%.

Коэффициент детерминации находится в интервале 0–1, и в нашем примере это означает, что увеличение стоимости валовой сельскохозяйственной продукции в стране на 9,7% обусловлено увеличением количества работоспособных тракторов.

Для повышения эффективности использования земельных ресурсов следует улучшить состояние имеющейся техники, а также её производственно-техническое обслуживание. Для этого необходимо предоставлять фермерским хозяйствам, кооперативам и иным объединениям современные образцы сельскохозяйственных машин и оборудования на приемлемых с экономической точки зрения условиях, что в рамках государственной программы вполне реально.

Выводы

Проведённые исследования и расчёты выявили положительное влияние рассмотренного компонента индустриализации на валовой объём сельскохозяйственной продукции, что является подтверждением необходимости индустриализации отрасли.

Необходимость в индустриализации очевидна, так как она направлена на эффективное использование основных ресурсов сельского хозяйства и обеспечение продовольственной безопасности страны. Индустриализация сельского хозяйства, обусловленная особенностями сельского хозяйства и свойствами самого рассматриваемого процесса, представляет собой сложный, всеохватывающий комплекс действий и изменений, неизбежно требующий существенных финансовых вложений.

Низкий уровень производительности труда в сельском хозяйстве республики является следствием того, что производственные процессы главным образом осуществляются традиционными методами, а уровень индустриализации аграрной сферы недостаточен для формирования условий роста её эффективности.

В настоящее время в Республике Армения реализуется ряд программ финансирования внедрения новейших технических средств и систем, которые преследуют такие стратегические цели, как повышение уровня обеспечения сельского хозяйства материально-техническими ресурсами, переход к сберегающему и эффективному использованию имеющихся природных ресурсов, увеличение доходов сельского населения и др.

Выделяемые средства предоставляются в качестве кредита, однако значительная часть процентной ставки возмещается государством, что представляется теми самыми экономически приемлемыми условиями, на которых аграрные товаропроизводители республики могут ими воспользоваться. Рекомендуется расширить перечень реализуемых программ такого типа с целью охвата процессами индустриализации всех подотраслей сельского хозяйства и обновления всех типов используемой в них сельскохозяйственных машин и оборудования, что в конечном итоге будет способствовать ускоренному развитию аграрного сектора экономики Республики Армения.

Библиографический список

1. Аграрная экономика : учебник ; под общ. ред. М.Н. Малыша. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2002. – 688 с.
2. Бедность и продовольственная обеспеченность. 2019 : Статистический комитет Республики Армения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armstat.am/ru/?nid=82&id=2213> (дата обращения: 11.09.2020).
3. Восканян А.Е. Государственное регулирование и новые подходы политики развития сельского хозяйства Республики Армения / А.Е. Восканян, К.Л. Карапетян, Г.В. Восканян // Российская экономическая модель – 3: Институты развития : сб. материалов Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Анапа, 14–18 мая 2014 г.). – Краснодар : Фонд «Образование. Наука. Инновации», 2014. – С. 61–65.
4. Инфраструктура агропродовольственного рынка: теория, анализ, концепция : монография / О.Г. Чарыкова, Е.В. Закшевская, Е.В. Сальникова и др. – Воронеж : ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2019. – 141 с.
5. Коновалова С.Н. Значение инновационной деятельности в управлении производительностью труда // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. – 2015. – № 6. – С. 41–43.
6. Оганнисян А.Ц. Некоторые вопросы решения основных проблем индустриализации в области сельского хозяйства Республики Армения / А.Ц. Оганнисян, Э.С. Казарян // Эпомен. – 2020. – № 39. – С. 95–102.
7. О наличии сельскохозяйственной техники и её исправности. 2009–2018 гг. по состоянию на 1 января : Статистический комитет Республики Армения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armstat.am/ru/?nid=82&id=1875> (дата обращения: 11.09.2020)
8. Сигарев М.И. Стимулирование производства сельскохозяйственной продукции на основе инновационного развития: опыт зарубежных стран / М.И. Сигарев, А.С. Нарынбаева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 9 (131). – С. 156–160.
9. Социально-экономическое положение Республики Армения. 2018 г. : Статистический комитет Республики Армения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armstat.am/ru/?nid=82&id=2299> (дата обращения: 14.06.2020).
10. Статистический ежегодник Армении. 2013 : Статистический комитет Республики Армения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armstat.am/file/doc/99477273.pdf> (дата обращения: 14.06.2020).
11. Статистический ежегодник Армении. 2018 : Статистический комитет Республики Армения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armstat.am/file/doc/99510953.pdf> (дата обращения: 10.06.2020).
12. Статистика : учебник для академического бакалавриата / И.И. Елисеева и др. ; отв. ред. И.И. Елисеева. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2019. – 572 с.
13. Стратегия устойчивого развития села и сельского хозяйства Республики Армения на 2010–2020 гг. : Приложение № 1 к Постановлению Правительства РА № 1476-Н от 4 ноября 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/sensitive_products/Documents...%D0%BB3.pdf (дата обращения: 14.06.2020).
14. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса : в 2 кн. Кн. 1. Методологические основы экономики организаций общепромышленного характера / В.Г. Гусаков и др.; под ред. акад. В.Г. Гусакова. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 891 с.
15. Экономическая теория : учеб. пособие ; под ред. проф. Г.Е. Киракосяна, проф. И.Е. Хлгатына. – Ереван : Экономист, 2009. – 539 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Арам Цолакович Оганнисян – аспирант кафедры аграрной экономики Национального аграрного университета Армении, Республика Армения, г. Ереван, e-mail: ar.hovhannisyan@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 26.08.2020

Дата принятия к печати 29.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Aram C. Hovhannisyan, Postgraduate Student, the Dept. of Agrarian Economics, Armenian National Agrarian University, Republic of Armenia, Yerevan, e-mail: ar.hovhannisyan@mail.ru.

Received August 26, 2020

Accepted after revision September 29, 2020

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Тыргоот Жумадиевич Чортонбаев
Нурила Мукашевна Ибраева
Улан Тыргоотович Чортонбаев
Шарабидин Базарбаевич Аमतов

Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина

В современных рыночных условиях производители предъявляют особые требования к повышению качества транспортных услуг и совершенствованию технологической и технической базы транспортной логистики. Представлены результаты исследований, проведённых с целью поиска наиболее эффективных способов перевозки сельскохозяйственной продукции в транспортно-логистической системе Кыргызской Республики. Выполнен анализ текущего состояния перевозок грузов всеми видами транспорта в КР. Выявлено, что в настоящее время в КР доминируют автомобильные грузоперевозки (86%). Показано, что основным критерием при выборе сельхозтоваропроизводителями способа перевозки является сохранность продуктов питания при их перемещении от производителя до потребителя. Наиболее востребованными являются виды транспорта и перевозчики, которые предлагают широкий спектр услуг, основанных на принципах доставки грузов «от двери до двери» и «точно в срок», то есть унимодальные (прямые) перевозки. Кроме того, стоимость унимодального способа перевозки ниже, чем стоимость смешанного, интермодального способов, а также контейнерных перевозок. Для унимодальных перевозок использование системы GPS позволяет определить оптимальные маршруты для перевозки сельскохозяйственной продукции. В современных экономических условиях КР для более эффективного использования наземного транспорта необходимо совершенствовать способы транспортных грузовых перевозок, в том числе унимодальных. Для этого, прежде всего, необходимо улучшить качество дорожного полотна с учётом международного стандарта эксплуатации, разработать карту-схему расположения местных логистических центров, а также планы необходимых подъездных путей от отправителя к получателю груза, исключив дополнительные промежуточные операции складирования и грузообработки. Все эти мероприятия позволят улучшить качество унимодальных грузоперевозок, сократить расходы на транспортировку, ускорить доставку грузов и усилить контроль за отслеживанием движения грузовых потоков по всей стране.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортная логистика, сельскохозяйственная продукция, унимодальная перевозка, стоимость перевозок, эффективность, качество перевозок, инновационные технологии.

EFFICIENCY OF THE UNIMODAL TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN TRANSPORT LOGISTICAL SYSTEM OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Tyrgoot Zh. Chortonbaev
Nurila M. Ibraeva
Ulan T. Chortombaev
Sharabidin B. Amatov

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin

In modern market conditions, manufacturers place special demands on improving the quality of transport services, as well as technological and technical base of transport logistics. The results of research conducted in order to find the most effective ways of agricultural products transportation in transport logistical system of the Kyrgyz Republic are presented. The analysis of the current state of cargo transportation by all modes of transport in the Kyrgyz Republic is performed. It is revealed that currently in the Kyrgyz Republic motor freight transportation prevail (86%). It is shown that the main criterion for choosing type of transportation by agricultural producers is food products preservation and safety when they are transported from the producer to the consumer. The most popular types of transport and carriers are those that offer a wide range of services based on the

principles of door-to-door and just-in-time delivery of goods, i.e. unimodal (direct) transportation. In addition, the cost of the unimodal transportation is lower than the cost of mixed, intermodal types, as well as piggyback and container transportation. For unimodal transportation, the use of the GPS system allows determining the best routes for agricultural products transportation. In the current economic conditions of the Kyrgyz Republic, for more efficient use of surface transport, it is necessary to improve the methods of cargo transportation including unimodal type. For this, it is first necessary to improve the quality of the roadway based on international operating standards, originate layout map of local logistics centres, as well as schemes of necessary access ways from the sender to the consignee, excluding additional intermediate processes of cargo warehousing and handling. All these measures will improve the quality of unimodal cargo transportation, reduce transportation costs, speed up cargo delivery and strengthen control over tracking the movement of cargo flows throughout the country.

KEYWORDS: transport logistics, agricultural products, unimodal transportation, costs of the transportation, efficiency, quality of the transportation, innovative technologies.

Введение

Устойчивое развитие рынка сельскохозяйственной и пищевой продукции возможно при максимально полном удовлетворении потребностей внутреннего рынка в основных видах продовольственных товаров и повышении экспортного потенциала сельскохозяйственной и продовольственной продукции. В мире наблюдается растущая тенденция потребления здоровых пищевых продуктов. Вместе с тем существуют и проблемы сохранения качества пищевых продуктов в процессе их движения от производителя к потребителю в результате отсутствия современных технологий, оборудования, автоматизированных систем транспортировки и хорошо развитой логистической инфраструктуры, что приводит к значительным потерям как количества, так и качества сельскохозяйственной продукции. В связи с этим процесс налаживания перевозок продовольственной и пищевой продукции в кратчайшие сроки и развития транспортной инфраструктуры требует быстрого решения.

Материалы и методы

Представлены результаты исследований, проведённых с целью поиска наиболее эффективных способов перевозки сельскохозяйственной продукции в транспортно-логистической системе Кыргызской Республики.

Изучены работы отечественных и зарубежных учёных в области транспортной логистики и современных способов грузовых перевозок, использованы эмпирические и монографические методы исследования.

Результаты и их обсуждение

Кыргызстан является аграрной страной с уникальными природно-климатическими условиями, благоприятными для производства экологически безопасной и здоровой продукции. Однако, по оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации (FAO), Кыргызстан в 2018 г. вошёл в список стран с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия [9].

По данным Нацстаткома КР, в 2018 г. из девяти основных видов продовольствия полная обеспеченность за счёт собственного производства в стране была достигнута только по трём базовым продуктам:

- картофелю;
- овощам и бахчевым культурам;
- молоку и молочным продуктам.

За счёт собственного производства обеспеченность основными продуктами колеблется от 20 до 77%, в том числе по:

- сахару – 77%;
- мясу и мясопродуктам – 64%;
- яйцу – 47%;
- фруктам и ягодам – 32%;
- маслу растительному – 20% от средней физиологической нормы потребления [8].

В результате роста производства сельхозпродукции импорт базовых видов продовольствия с каждым годом увеличивается. Так, в 2019 г. объём импорта мяса и мясопродуктов в стране увеличился на 39,2 тыс. т, масла растительного – на 47,8 тыс. т, фруктов и ягод – на 109,3 тыс. т. При этом объём импорта некоторых других видов продовольствия (пшеница, сахар) постепенно снижается [8].

Таблица 1. Объём импорта основных видов продовольствия Кыргызской Республики

Наименование продуктов	Годы		
	2017	2018	2019
Пшеница (в весе после доработки), тыс. т	267,6	147	156,6
Мясо и мясопродукты, тыс. т	23,1	28,4	39,2
Яйцо, тыс. шт.	2,07	0,77	2,2
Фрукты и ягоды, тыс. т	84,2	104,8	109,3
Сахар, тыс. т	39,04	44,3	26,26
Масло растительное, тыс. т	45,4	44,8	47,8

Источник: [8].

Низкая продуктивность и конкурентоспособность сельскохозяйственного производства обусловлены его мелкотоварностью. Слабая интеграция сельских товаропроизводителей в кооперативы, отсутствие современной складской и логистической инфраструктуры являются одной из причин недостаточного производства базовых пищевых продуктов.

Обеспечение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции требует совершенствования агропереработки, маркетинга и сбыта сельскохозяйственной продукции, внедрения более эффективных методов в процессы управления аграрным сектором экономики.

Во всём мире постоянно совершенствуются различные способы транспортировки грузовых перевозок сельскохозяйственной и другой продукции за счёт использования современных технологий, которые позволяют сократить сроки перевозок, снизить риски при транспортировке, а также повысить их качество и безопасность. Однако следует отметить, что вопросы выбора и использования эффективных способов перевозки прорабатываются годами.

В области сельского, лесного и рыбного хозяйства КР насчитывается более 419 тыс. мелких товаропроизводителей, крестьянских и фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей, которые производят более 95% продукции и нуждаются в эффективной транспортировке сельскохозяйственной продукции.

В связи с увеличением объёмов производства продукции растёт потребность в транспортно-логистических услугах, в совершенствовании механизмов эффективного использования транспортной логистики, маршрутизации транспортных средств с использованием GPS-навигаторов, что призвано обеспечить стабильность системы транспортировки сельскохозяйственных грузов в республике, повысить её надёжность и экономическую эффективность [7].

Главная задача транспортной логистики заключается в определении оптимального способа перевозки. Перевозки грузов в зависимости от числа используемых видов транспорта могут быть реализованы различными способами:

- унимодальным (перевозка прямым сообщением одним видом транспорта, когда в логистической цепи отсутствуют операции грузообработки и складирования);
- смешанным (перевозка двумя видами транспорта. Так, груз может доставляться железнодорожным транспортом в грузовой терминал, где он перегружается на автомобильный транспорт, возможны и другие сочетания);

- комбинированным (перевозка с использованием более двух видов транспорта, например, когда товар от изготовителя/производителя отправляется на оптовую базу, откуда он поступает в пункты розничной торговли);

- интермодальным (перевозка несколькими видами транспорта, когда груз проходит через один или несколько перевалочных пунктов, при этом за перевозку грузовой единицы несёт ответственность одно лицо);

- мультимодальным (перевозка двумя и более видами транспорта на основании договора мультимодальной перевозки из места в одной стране, где грузы поступают в ведение оператора мультимодальной перевозки, до обусловленного места доставки в другой стране).

Известны также контейнерные (перевозка контейнеров железнодорожным, автомобильным, морским или речным транспортом) и контрейлерные (перевозка на специализированной железнодорожной платформе автопоезда или прицепа с контейнером) перевозки.

Указанные определения в различных публикациях используются одновременно, при этом зачастую одно подменяется другим: во многих научных работах смешанные перевозки по тексту называются как интермодальными, так и комбинированными. Причина этого, на наш взгляд, находится в смешении русского и латинского обозначений видов перевозки (смешанные перевозки в иностранных источниках записываются как *combine* – комбинированные). Также в зарубежной практике чаще всего встречается обозначение – *multimodal* (мультимодальные). Иногда термины «комбинированные перевозки» и «прямые смешанные перевозки» используются как синонимы.

Основным способом перевозки грузов в Кыргызской Республике является унимодальный. При унимодальных транспортных перевозках один автоперевозчик использует одно транспортное средство и обеспечивает гарантированную доставку грузов «от двери до двери», как правило, когда начальные и конечные пункты транспортировки логистической цепи устанавливаются без промежуточных складских и погрузочно-разгрузочных операций. Критериями выбора вида транспорта при такой перевозке обычно являются вид груза, его габариты, объём партии, время доставки потребителю, стоимость перевозки. Например, при крупнотоннажных отправлениях и при наличии подъездных путей в конечном пункте доставки целесообразнее использовать железнодорожный транспорт, тогда как для небольших перевозок на короткие расстояния используется автомобильный транспорт перевозки грузов [1].

При унимодальных транспортных перевозках чаще всего используются автомобили. В настоящее время в Кыргызской Республике доминируют автомобильные грузоперевозки – 86%. Автотранспорт удобен, если расстояние не превышает 3 тыс. км, и используется там, где нет другого вида транспорта. Если есть железнодорожное сообщение, то перевозка поездом будет предпочтительнее [10].

Основным преимуществом унимодальных перевозок принято считать отсутствие множества партнёров и контрагентов, с которыми необходимо сотрудничать, как, например, при мультимодальных перевозках.

К числу преимуществ унимодальных перевозок перед другими видами перевозок грузов можно отнести:

- оперативную доставку грузов без промежуточных операций (погрузка/разгрузка), что снижает вероятность повреждения и порчи перевозимой продукции;
- низкую стоимость услуг в сравнении с другими способами транспортировки;
- гарантию сохранности груза;
- возможность отслеживания транспортного средства с грузом клиентом на всём пути следования до пункта назначения и др. [4].

Данные проведённого анализа современного состояния перевозок грузов всеми видами транспорта в Кыргызской Республике представлены в таблице 2.

Таблица 2. Перевозки грузов по видам транспорта в Кыргызской Республике

Вид транспорта	Годы				
	2014	2015	2016	2017	2018
Транспорт, млн т – всего	28,9	29,7	31,2	31,9	33,0
В том числе:					
наземный					
железнодорожный ¹	1,5	1,3	1,7	1,9	2,3
автомобильный	27,2	28,2	29,3	29,8	30,5
трубопроводный	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
водный, тыс. т ¹	15,0	12,2	2,6	-	-
воздушный, тыс. т	0,2	0,2	0,1	0,3	1,0

Примечание: ¹ – на момент отправления груза.

Источник: [8].

Из таблицы 2 видно, что основные грузоперевозки в КР осуществляются наземным транспортом. За период с 2014 по 2018 г. перевозки грузов автомобильным транспортом увеличились на 3,2 млн т, железнодорожным транспортом – на 0,8 млн т, воздушным транспортом – на 0,8 тыс. т, объём перевозок трубопроводным транспортом не изменился. В целом в общей структуре перевозок грузов автомобильные грузоперевозки составляют 92%.

На текущий период в КР зарегистрировано около 130 тыс. грузовых автомобилей, из них примерно 6 тыс. грузовых автомобилей задействованы на международных грузоперевозках, тогда как значительная часть грузовых транспортных средств задействованы в транспортировке грузов внутри страны [5].

В соответствии с Договором о Евразийском экономическом союзе, международные автомобильные перевозки грузов, выполняемые перевозчиками, зарегистрированными на территории одного из государств-членов ЕАЭС, осуществляются на безразрешительной основе [3].

Автотранспортная сеть общего пользования Кыргызской Республики состоит из 34 000 км автомобильных дорог, из которых 18 810 км обслуживаются дорожными подразделениями Министерства транспорта и дорог КР и 15 190 км – сельскими сообществами.

Протяжённость автомобильных дорог международного значения составляет 4163 км, государственного – 5678 км и местного значения – 8969 км. Протяжённость дорог общего пользования с твердым покрытием составляет 7228 км, с гравийным покрытием – 9961 км, грунтовых дорог – 1621 км [8].

Со дня вхождения Кыргызской Республики в состав ЕАЭС основным приоритетом является поддержание внутренней сети дорог в удовлетворительном состоянии, доступ населения к рынкам сбыта сельхозпродукции.

На техническое оснащение и улучшение транспортной инфраструктуры, ремонт дорог выделяется недостаточно бюджетных средств в связи с малыми поступлениями налогов в местные бюджеты, поэтому в КР внедряется практика содержания сельских дорог силами сельских сообществ, бюджеты которых также ограничены в ресурсах.

В последние 5 лет основное внимание Министерства транспорта и дорог КР сосредоточено на строительстве альтернативной дороги Север-Юг, общая протяжённость

которой составляет 433 км. Дорога Север-Юг призвана повысить транзитный потенциал страны, способствовать интеграции между южным и северным районами страны, что позволит расширить доступ к рынкам сельскохозяйственной продукции, что, в свою очередь, позволит улучшить благосостояние населения республики.

При перевозке наземным транспортом различных грузов, в том числе сельскохозяйственной продукции, производители в Кыргызской Республике сталкиваются с рядом таких проблем, как:

- отсутствие дорожных путей сообщения первого класса;
- небольшое количество местных логистических центров для хранения сельскохозяйственной продукции и продуктов питания;
- недостаточное количество оборудованных транспортных средств (с холодильными установками, позволяющими хранить сельскохозяйственную продукцию во время перевозки);
- слабый контроль с помощью существующих средств при транспортировке больших объёмов, что приводит к перегруженности и износу дорожного полотна.

Грузоподъёмность каждого транспортного средства должна использоваться на 100%, движение вдоль маршрута должно исключать отклонения и нарушения времени прибытия [10]. Внедрение автоматизированных логистических решений по разработке оптимальных маршрутов транспортировки сельскохозяйственной продукции на склад позволяет эффективно использовать существующие ёмкости транспортных средств, своевременно доставлять продукты в пункты назначения, снижать расход топлива.

Для повышения эффективности перевозки грузов необходимо провести оптимизацию маршрутов доставки.

Так, при обслуживании потребителей оптового предприятия можно рассчитать оптимальные маршруты транспортировки сельскохозяйственной продукции путём использования рационального маятникового маршрута с обратным холостым ходом.

Рассмотрим следующий пример, когда из пункта А (оптовая база) груз необходимо доставить в пункты R_1 и R_2 (гипермаркеты). После доставки груза автомобиль должен вернуться в пункт В – гараж (см. рис.).

Известны расстояния между базой, пунктами назначения и гаражом:

$$AR_1 = 10 \text{ км};$$

$$AR_2 = 17 \text{ км};$$

$$R_1B = 8 \text{ км};$$

$$R_2B = 9,5 \text{ км};$$

$$AB = 15 \text{ км}.$$

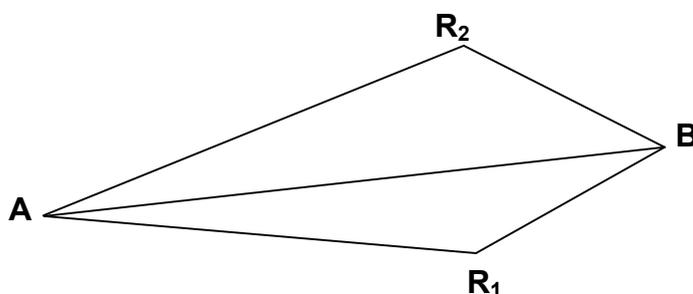


Схема размещения пунктов

Составим рациональный маршрут движения автомобиля и рассчитаем коэффициенты использования пробега в каждом из вариантов.

Вариантов может быть два.

Вариант 1. Продукция поставляется сначала в пункт R_2 , затем в пункт R_1 , откуда автомобиль направляется в гараж.

Автомобиль может выполнить по две поездки в каждый пункт по следующему маршруту:

$B \rightarrow A \rightarrow R_2 \rightarrow A \rightarrow R_2 \rightarrow A \rightarrow R_1 \rightarrow A \rightarrow R_1 \rightarrow B$.

Пробег общий: $l_{общ} = 15 + 17 + 17 + 17 + 17 + 10 + 10 + 10 + 8 = 121$ км.

Пробег с грузом: $l_{груз} = 17 + 17 + 10 + 10 = 54$ км.

Пробег порожний: $l_{порож} = 15 + 17 + 17 + 10 + 8 = 67$ км.

Коэффициент использования пробега $K_{пр} = 54/67 = 0,80$.

Вариант 2. Продукция поставляется сначала в пункт R_1 , затем в пункт R_2 , откуда автомобиль направляется в гараж.

Автомобиль может выполнить по две поездки в каждый пункт по следующему маршруту:

$B \rightarrow A \rightarrow R_1 \rightarrow A \rightarrow R_1 \rightarrow A \rightarrow R_2 \rightarrow A \rightarrow R_2 \rightarrow B$.

Пробег общий: $l_{общ} = 15 + 10 + 10 + 10 + 10 + 17 + 17 + 17 + 9,5 = 115,5$ км.

Пробег с грузом: $l_{груз} = 10 + 10 + 17 + 17 = 54$ км.

Пробег порожний: $l_{порож} = 15 + 10 + 10 + 17 + 9,5 = 61,5$ км.

Коэффициент использования пробега $K_{пр} = 54/61,5 = 0,88$.

Коэффициент использования пробега во втором варианте выше, чем в первом, следовательно, эффективность использования транспорта по второму варианту выше.

На фоне негативных общемировых тенденций и стагнации рынка представители бизнес-сообществ проводят исследования с целью оптимизации логистических процессов на основе использования высоких технологий, способных обеспечить непрерывность поставок. Так как доставка связана с постоянным обменом информацией между участниками логистического процесса, без применения IT-технологий сложно гарантировать её своевременность. На помощь бизнесу приходят компании-разработчики специализированных программных решений для логистики, позволяющие автоматизировать процесс управления доставкой грузов на всех этапах [2].

Программное обеспечение позволяет получать самую разнообразную информацию, касающуюся процесса перевозки (скорость движения транспортного средства, общее время вождения и отдыха водителя, время работы оборудования, установленное на транспортном средстве, температура в холодильнике и другие параметры). Системные серверы архивируют все данные, полученные от транспортных средств.

С помощью таких сервисов, как Navizog.com., можно получать информацию о качестве дорожного покрытия, проводить анализ местоположения каждой точки сбора продукции, определять расстояние между ними, грузоподъемность конкретных транспортных средств, возможные маршруты и оптимальное время доставки.

Используя инновационные логистические решения и системы GPS мониторинга, можно контролировать передвижение любого транспортного средства в реальном времени и своевременно реагировать на значительные задержки или отклонения от маршрута, планировать сбор и транспортировку сельскохозяйственной продукции с полей на склады с учётом важных этапов технологических процессов и погодных условий. Как известно, в среднем 6,6% потерь сельскохозяйственной продукции происходит во время сбора и транспортировки урожая. Мировой опыт показывает, что использование информационных технологий в сельском хозяйстве позволяет экономить до 20% незапланированных расходов [6].

Спутниковая система слежения за автотранспортными средствами даёт возможность осуществлять постоянную защиту транспортных средств и перевозимых грузов. При этом GPS система обеспечивает непрерывную передачу данных для обнаружения любых попыток нарушить связь и позволяет предпринять немедленные действия со стороны центра мониторинга предприятия. Спутниковая система мониторинга транспортных средств составляет основу современных логистических решений, повышает безопасность транспортных перевозок, грузов и водителей. Это облегчает принятие правильных решений и их исполнение, а также значительно снижает эксплуатационные расходы.

Выводы

В современных экономических условиях Кыргызской Республики для более эффективного использования наземного транспорта необходимо совершенствовать способы транспортных грузовых перевозок, в том числе унимодальных. Для этого, прежде всего, необходимо улучшить качество дорожного полотна с учётом международного стандарта эксплуатации и нагрузки для перевозки:

- не более 10 т груза для дорог республиканского значения;
- не более 3–5 т груза для дорог городского значения.

Следует разработать карту-схему расположения местных логистических центров для рационального и эффективного передвижения наземного транспорта.

Также следует разработать планы необходимых подъездных путей от отправителя к получателю груза при отсутствии дополнительных промежуточных операций складирования и грузообработки.

Все эти мероприятия позволят улучшить качество унимодальных грузоперевозок, сократить расходы на транспортировку, ускорить доставку грузов и усилить контроль за отслеживанием движения грузовых потоков по всей стране.

Библиографический список

1. Беляев В.М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособие / В.М. Беляев. – Москва : МАДИ, 2014. – 204 с.
2. Десять причин использовать IT в аграрном секторе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://forbes.kz/process/technologies/10_prichin_ishpolzovat_it_v_agrosetkore (дата обращения: 12.06.2020).
3. Договор о Евразийском экономическом союзе от 29.05.2014 (г. Астана) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pavlodar.com/zakon/index.html?dok=05649&oraz=11&noraz=24> (дата обращения: 12.06.2020).
4. Интермодальные и унимодальные перевозки: в чем отличие? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ukr-china.com/blog/poleznaya-informacziya/intermodalnyie-i-unimodalnyie-perevozki> (дата обращения: 20.06.2020).
5. Камбарова Ж.У. Торгово-логистические центры Кыргызской Республики в Евразийской экономической интеграции / Ж.У. Камбарова, А.К. Исагалиева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 5-1. – С. 112–116.
6. Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.president.kg/sys/media/download/52135/> (дата обращения: 12.06.2020).
7. Об утверждении Основных направлений создания и развития системы торгово-логистических центров сельскохозяйственной продукции в Кыргызской Республике на 2015–2017 годы : Постановление Правительства Кыргызской Республики от 25 августа 2015 г. № 600 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/97868> (дата обращения: 12.06.2020).
8. Статистический ежегодник Кыргызской Республики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.kg/ru/publications/statisticheskij-ezhegodnik-kyrgyzskoj-respubliki/> (дата обращения: 12.04.2020).
9. Страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия (СНДДП) – список 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/countryprofiles/lifdc/ru/> (дата обращения: 10.05.2020).
10. Это нужно знать о грузоперевозках. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vash-pereezd.com/sovet/gruzoperevozki/> (дата обращения: 12.06.2020).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Тыргоот Жумадиевич Чортонбаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе, Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, Кыргызстан, г. Бишкек, e-mail: tyrgoot@mail.ru.

Нурилла Мукашевна Ибраева – кандидат экономических наук, главный специалист отдела аспирантуры, докторантуры, магистратуры и международных образовательных программ, Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, Кыргызстан, г. Бишкек, e-mail: ibraevanurilla@mail.ru.

Улан Тыргоотович Чортонбаев – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой геодезии и картографии, Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, Кыргызстан, г. Бишкек, e-mail: ulan-chortombaev@mail.ru.

Шарабидин Базарбаевич Ааматов – кандидат технических наук, начальник учебного отдела, Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина, Кыргызстан, г. Бишкек, e-mail: sharab93@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 11.07.2020

Дата принятия к печати 23.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Tyrgoot Zh. Chortonbaev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice Rector for Research, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Kyrgyzstan, Bishkek, e-mail: tyrgoot@mail.ru.

Nurilla M. Ibraeva, Candidate of Economic Sciences, Chief Specialist, Postgraduate, Doctoral & Master's Studies and International Educational Programs Department, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Kyrgyzstan, Bishkek, e-mail: ibraevanurilla@mail.ru.

Ulan T. Chortombaev, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Geodesy and Cartography, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Kyrgyzstan, Bishkek, e-mail: ulan-chortombaev@mail.ru.

Sharabidin B. Amatov, Candidate of Engineering Sciences Head of Education Department, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, Kyrgyzstan, Bishkek, e-mail: sharab93@mail.ru.

Received July 11, 2020

Accepted after revision September 23, 2020

ИННОВАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

**Виктор Дмитриевич Постолов
Лариса Викторовна Брянцева**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Исследованиями подтверждается, что одной из важных стратегических целей в инновационном землеустройстве и землепользовании является эффективное социально-экономическое, а также правовое вовлечение земли и иной недвижимости в рыночный сельскохозяйственный оборот, для чего необходимо стимулирование инновационной деятельности в технологическом обеспечении эффективного управления земельными ресурсами и регулировании земельно-имущественных отношений. Предложен теоретико-методический подход к разработке проекта землеустройства, способствующий решению новых инновационных задач, в том числе и коммерческих, в аграрном землепользовании и землевладении. Предложено усовершенствованное, углублённое и дополненное понятие внутрихозяйственного землеустройства, направленного не только на организацию эффективного землепользования на аграрно-рыночной основе, но и на эколого-экономически устойчивое развитие сельских территорий муниципальных образований в современных условиях экономики региона. Предлагаемый инвестиционный подход позволяет государству, страховым компаниям, банкам и прочим финансово-кредитным учреждениям принимать объективные решения по инвестированию развития аграрного производства. Именно на этой основе должны осуществляться государственный надзор, контроль за использованием земельных ресурсов и соблюдением земельного законодательства (земельная юриспруденция), муниципальный системный земельный контроль. Создание на этой основе достаточно определённой и репрезентативной системы эффективного управления землей как главным богатством, средством производства и ресурсом страны позволит обеспечить не только эффективность землепользования (землевладения), но и эколого-экономически устойчивое развитие сельских территорий. Следовательно, система землеустройства для аграрного производства должна состоять из территориального землеустройства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий (организаций), разработки техно-рабочих проектов для решения современных задач эффективного сельскохозяйственного товаропроизводителя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инновации, землепользование, землеустройство, арендная плата, земельный участок, угодья, собственник.

NEW INNOVATIVE CHALLENGES IN LAND MANAGEMENT AND LAND USE

**Victor D. Postolov
Larisa V. Bryantseva**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Research confirms that one of the important strategic goals in innovative land management and land use is effective socio-economic, as well as legal involvement of land and other real estate in market agricultural turnover, which requires stimulating innovative activities in the technological support of effective land management and regulation of land and property relations. A theoretical and methodological approach to the development of a land management project is proposed, which contributes to solving new innovative problems, including commercial ones in agricultural land use and land ownership. An improved, in-depth and expanded concept of on-farm land management is proposed, which is aimed not only at organizing effective land use on an agrarian-market basis, but also at ecological and economically sustainable development of rural territories of municipalities in the modern conditions of the regional economy. The proposed investment approach allows the state, insurance companies, banks and other financial and credit institutions to make objective decisions on investing in the development of agricultural production. It is on this basis that state supervision, control over the use of land resources and compliance with land legislation (land law), and municipal system land control should be carried out. Creating on this basis a sufficiently defined and representative system of effective land management as the main wealth, means of production and resource of the

country will ensure not only the efficiency of land use (land ownership), but also the ecological and economic sustainable development of rural areas. Consequently, the land management system for agricultural production should consist of territorial land management and land management of agricultural enterprises (organizations), development of technical and working projects to solve modern problems of an effective agricultural producer.

KEYWORDS: innovation, land use, land management, rent, land plot, agricultural area, owner.

В настоящее время в социально-экономических и рыночных условиях в Российской Федерации большое внимание уделяется рациональному использованию и охране земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения. Наиболее подходящим и действенным механизмом управления такого процесса является современное землеустройство.

В проекте (плане) землеустройства должны решаться следующие актуальные вопросы.

1. Формирование земельно-ресурсного комплексного потенциала:

- обоснование размера угодий с учётом бизнес-планов производственной и хозяйственной деятельности;

- определение расположения земельных участков на основании баланса с другими факторами производства и планами его развития;

- установление комплексных мероприятий по восстановлению, охране и улучшению угодий на используемые земельные участки;

- расчёт инвестиций и установление материально-денежных источников их получения;

- определение арендной платы за объекты недвижимости, в том числе земельные участки.

2. Пространственная (территориальная) организация и система использования земельных ресурсов:

- формирование эколого-хозяйственных участков полей;

- установление порядка и последовательности использования угодий;

- размещение инженерной и экологической инфраструктуры для аграрного производства.

3. Формирование и развитие земельных отношений:

- определение характера и порядка взаимодействия товаропроизводителя с собственниками;

- установление порядка, последовательности взаимодействия всех товаропроизводителей с ФНС, Росреестром, Росимуществом и другими государственными структурами;

- установление ограничений и обременение (публичные и частные сервитуты) в использовании угодий;

- определение порядка, последовательности прекращения и (или) изменения условий аренды земли [1, 12].

Если рассматривать структуру проекта землеустройства через призму необходимых компонентов и элементов системы организации использования земельных ресурсов для обеспечения аграрного производства, следует признать, что они по форме и содержанию соответствуют ранее выделяемым при проведении внутрихозяйственного землеустройства. Тем не менее по существу вопросов их содержание на современном этапе имеет некоторые особенности.

Производственно-хозяйственные центры, дороги могут размещаться как на угодьях, находящихся в собственности товаропроизводителя, так и на землях сельских населённых пунктов. Само по себе определение местоположения этого инженерного

объекта недвижимости не решает проблему их фактического формирования. Даже если инженерный объект располагается на земельном участке собственности товаропроизводителя и предназначен для аграрного производства, возникает необходимость трансформации угодья, в том числе сельскохозяйственного, в угодье «под постройками». Это решать собственник без разрешения соответствующих органов государственной власти не вправе [2, 11]. К сожалению, в земельном законодательстве не определён порядок проведения данного мероприятия. Поэтому возникает необходимость обособления данного мероприятия и решения его отдельно, используя такой инструмент, как девелопмент-ленд.

По-другому решается вопрос в случае размещения производственного центра (здания, сооружения) на землях муниципальной собственности (сельский населённый пункт). Трансформации одного вида угодья в другой не требуется. Тем не менее требуется решение органа муниципального управления согласно генплану планировки и застройки. При этом возможен новый тип земель сельского населённого пункта. Заметим также, что порядок осуществления этого варианта сложен и лучше его выделить в особое мероприятие, при выполнении которого лучше проходят процедуры девелопмента-ленда.

Изменение угодий (трансформация, освоение) также напрямую связано с изменением вида угодий и требует компетентного решения органа госвласти. Вместе с тем вопросы улучшения (мелиорации) земель вправе решить собственник участка. Однако если землепользование (землевладение) сформировано из нескольких участков путём аренды, обязательно требуется письменное согласие каждого собственника. В этом случае простое по содержанию землеустроительное действие, касающееся совершенствования состава и структуры земельных угодий, по процедуре становится достаточно сложным [3, 8].

Подобная ситуация возникает при решении вопросов устройства отдельных угодий – пашни, сенокоса, пастбища и др. Наиболее простым является случай, когда угодье целиком находится в собственности конкретного юридического и физического лица. Здесь остаётся правильно (научно обоснованно) решить вопрос инженерного устройства угодий (лесных полос, дорог, полевых станов, летних лагерей, кошаров и т. д.), так как это связано с изменением вида угодья. При наличии нескольких собственников необходимо согласование с каждым из них размещения инженерного объекта. При этом поля, рабочие участки, пастбищные и сенокосные участки не должны пересекать границы и площади других частных участков. При решении данных вопросов с учётом размещения сооружений и производственно-хозяйственных центров следует использовать процедуры девелопмента-ленда.

Одним из важных вопросов организации использования земельных ресурсов в границах землепользования (землевладения) является установление его правового режима. Это непосредственное землеустроительное мероприятие, т. е. процесс определения характера целевого использования каждого земельного участка в пределах землепользования и состыковки его с задачами производственно-хозяйственной деятельности с установлением границ публичных и договорных пунктов сервитутов [4, 9].

Землеустроительное обеспечение процесса аграрного землепользования (землевладения) имеет две главные задачи:

- формирование и функционирование земельных участков для персонализации недвижимого имущества;
- организация земельно-ресурсного комплекса для эффективного обеспечения задач аграрного производства.

Заметим, что первую задачу решает территориальное землеустройство и особенно межевание объектов. Вторая часть, как ранее было уже рассмотрено, включает проблемы не только организации использования земельных ресурсов в пределах территории, объединённой для актуального решения конкретных хозяйственных, производственных задач как юридического, так и физического лица, но и проблемы организации других инженерных объектов производства и имущества, единых объектов недвижимости, а также организации рыночных земельных отношений. Вторая часть часть землеустроительных мероприятий по содержанию выходит за рамки землепользования, поэтому её целесообразнее было бы назвать не внутривладельческим землеустройством, а землеустройством сельскохозяйственных предприятий (организаций) [7].

Таким образом, при решении общей задачи организации использования земли в границах землепользования (землевладения) необходимо не просто наметить местоположение компонентов и элементов (составных частей) проекта организации использования земель, но и реально создать эти компоненты и элементы. Такие задачи землеустройство пока не в состоянии до конца решить. Поэтому необходимо либо пойти на расширение содержания понятия землеустройства с учётом более углублённого и детального обоснования инженерно-строительных мероприятий, либо вместе с землеустроительными процедурами проводить процедуры девелопмента-ленда. Именно в этом состоит главное совершенствование внутривладельческого землеустройства в современных условиях [5, 10].

Разрабатываемый проектный документ землеустройства сельскохозяйственных предприятий (организаций) требует достаточно точных и детальных инженерных проработок, что определяет его долговременный характер, однако необходимость ежегодных рекомендаций по агроэкологии использования земельных ресурсов, что входит в текущее и перспективное планирование аграрного производства, делает предлагаемый документ в один и тот же период планом и проектом.

Назначение и содержание плана-проекта землеустройства необходимо всесторонне поддерживать законодательно, сделать его наличие обязательным при:

- государственном и муниципальном инвестировании по специальным планам программ;
- выделении государственной поддержки в связи со вступлением России в ВТО;
- ипотечном кредитовании (финансировании);
- страховании;
- налогообложении.

Предлагаемый инвестиционный подход позволяет государству, страховым компаниям, банкам принимать объективные решения по инвестированию развития аграрного производства. Именно на этой основе должны осуществляться государственный надзор, контроль за использованием земельных ресурсов и соблюдением земельного законодательства (земельная юриспруденция), муниципальный системный земельный контроль. Создание на этой основе достаточно определённой и репрезентативной системы эффективного управления землей как главным богатством и ресурсом страны позволит обеспечить не только эффективность землепользования (землевладения), но и эколого-экономически устойчивое развитие сельских территорий [6, 11].

Следовательно, система землеустройства для аграрного производства должна состоять из территориального землеустройства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий (организаций), разработки техно-рабочих проектов для решения современных задач эффективного сельскохозяйственного товаропроизводителя.

Библиографический список

1. Алакоз В.В. Использование сельскохозяйственных земель в России и Германии в свете национальных стратегий развития сельских территорий / В.В. Алакоз, Д.А. Овсянников // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2016. – № 8 (139). – С. 5–12.
2. Бухтояров Н.И. К вопросу о сущности механизма регулирования земельных отношений / Н.И. Бухтояров // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2016. – № 4 (12). – С. 30–39.
3. Вершинин В.В. Результаты и перспективы решения современных проблем в области землеустройства и кадастров / В.В. Вершинин, В.А. Петров // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2014. – № 10 (118). – С. 6–10.
4. Волков С.Н. О совершенствовании правового регулирования землеустроительной деятельности (в порядке продолжения обсуждения проекта нового федерального закона «О землеустройстве») / С.Н. Волков // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2019. – № 5 (172). – С. 5–18.
5. Волков С.Н. Правовое и экономическое стимулирование работ по землеустройству в целях освоения, организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения / С.Н. Волков // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2017. – № 4 (147). – С. 6–11.
6. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования / Г.А. Полунин, В.В. Алакоз, С.И. Носов, Б.Е. Бондарев // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2015. – № 5-6 (125). – С. 6–13.
7. Постолов В.Д. О совершенствовании землеустроительного проектирования / В.Д. Постолов, Е.А. Нартова, С.В. Масленникова // *Модели и технологии природообустройства (региональный аспект)*. – 2019. – № 2 (9). – С. 71–74.
8. Рогатнев Ю.М. Новые задачи и содержание землеустройства как механизма управления объектами сельскохозяйственной недвижимости / Ю.М. Рогатнев // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2014. – № 6 (114). – С. 6–12.
9. Рогатнев Ю.М. Новый этап развития землепользования и земельных отношений в пореформенный период / Ю.М. Рогатнев // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2017. – № 8 (151). – С. 5–12.
10. Сущностные и содержательные особенности землеустройства как социально-экономической категории / В.Д. Постолов, Л.В. Брянцева, Е.В. Недикова, Г.А. Кривцова // *Модели и технологии природообустройства (региональный аспект)*. – 2019. – № 2 (9). – С. 60–66.
11. Хлыстун В.Н. Земельная реформа: опыт и задачи по завершению / В.Н. Хлыстун // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2016. – № 10 (141). – С. 5–11.
12. Хлыстун В.Н. О приоритетных направлениях исследований в сфере земельных отношений и управления земельными ресурсами / В.Н. Хлыстун // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2018. – № 8 (163). – С. 5–10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Виктор Дмитриевич Постолов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Брянцева Лариса Викторовна – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: blv2466@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 26.07.2020

Дата принятия к печати 06.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Viktor D. Postolov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Land Management and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Larisa V. Bryantseva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: irimslv@mail.ru.

Received July 26, 2020

Accepted after revision September 06, 2020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗРЕЗЕ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗОН

Кристина Юрьевна Зотова
Николай Иванович Бухтояров
Елена Владимировна Недикова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Выполнен анализ использования сельскохозяйственных угодий Воронежской области в разрезе природно-сельскохозяйственных зон. Зонирование территории области осуществлялось с учётом таких основных факторов производства, как климат, рельеф, относительная влажность воздуха, сумма активных температур, особенности почвообразования и обеспеченность почв необходимыми элементами питания растений и др. В соответствии с выделенными особенностями территория Воронежской области поделена на две зоны: лесостепную, включающую в себя три микрозоны: восточную, центральную, северо-западную, и степную, в которую входят две микрозоны: юго-восточная и юго-западная. Эффективность использования с.-х. угодий определяли на основе анализа основных показателей зонирования: среднегодовое количество осадков, средняя скорость ветра (за период вегетации), период вегетации, сумма активных температур, гидротермический коэффициент. Также были учтены показатели распределения с.-х. угодий по категориям хозяйств области, основные культуры производства и обеспеченность посевных площадей питательными веществами (минеральными и органическими удобрениями). Показано, что распределение с.-х. угодий по зонам является неравномерным: большая часть земель с.-х. назначения (59,2%) находится в лесостепной зоне и по категориям хозяйств – в собственности сельскохозяйственных организаций – 71,3% от общего количества используемых сельхозугодий области, наименьшая доля сельхозугодий принадлежит хозяйствам населения – 4,2%. Выявленные значения показателей использования с.-х. угодий позволили определить эффективность возделывания основных с.-х. культур через показатели урожайности и затрат на 1 га посева, а также рассчитать эффективность с.-х. производства в области растениеводства (зерновые и зернобобовые, сахарная свёкла, подсолнечник) и в области животноводства (мясо, молоко), а также сравнить полученные значения выручки и прибыли на 100 га сельскохозяйственных угодий в разрезе природно-сельскохозяйственных зон.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельскохозяйственные угодья, зонирование, сельскохозяйственные культуры, обеспеченность, эффективность.

EFFICIENCY OF THE USE OF AGRICULTURAL LAND IN VORONEZH OBLAST IN THE CONTEXT OF NATURAL AND AGRICULTURAL ZONES

Kristina Yu. Zotova
Nikolay I. Bukhtoiarov
Elena V. Nedikova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors perform an analysis of the use of agricultural land in Voronezh Oblast in the context of natural and agricultural zones. Zoning of the territory of the region was carried out taking into account the main factors of production, i.e. climate, terrain, relative humidity, the sum of active temperatures, soil formation features and the availability of necessary plant nutrition elements, etc. In accordance with the highlighted features, the territory of Voronezh Oblast is divided into two zones: i) the forest-steppe zone, which includes three microzones (eastern, central and north-western); ii) the steppe zone, which includes two microzones (south-eastern and south-western). The efficiency of agricultural land use was determined on the basis of data analysis of the main zoning indicators, i.e. average annual precipitation, average wind speed (during the growing season), features of the growing season, sum of active temperatures, and hydrothermal coefficient (HTC). The authors also took into account the indicators of distribution of agricultural land by categories of farms in the region, the main growing crops and the availability of

sown areas with nutrients (mineral and organic fertilizers). It is shown that the distribution of agricultural land by zones is uneven: most of agricultural land (59.2%) is located in the forest-steppe zone and is owned by agricultural organizations (71.3% of the total amount of agricultural land used in the region), whereas the smallest share of agricultural land is owned by households (4.2%). Identified values of indicators of agricultural land use allowed determining the efficiency of cultivation of major agricultural crops through the indicators of productivity and costs per 1 ha of sowing, calculating the efficiency of agricultural production of crop growing (cereals and legumes, sugar beet, sunflower) and livestock (meat, milk), as well as comparing the obtained values of profit and farm return per 100 hectares of agricultural land in the context of natural and agricultural zones.

KEYWORDS: agricultural land, zoning, agricultural crops, self-sufficiency, efficiency.

Любая сельскохозяйственная деятельность предполагает использование сельскохозяйственных угодий в процессе производства, при этом эффективность и рациональность их использования зависят от множества факторов.

К основным факторам, оказывающим влияние на эффективность использования сельскохозяйственных угодий в процессе производства, относятся:

- климат;
- рельеф;
- относительная влажность воздуха;
- сумма активных температур;
- особенности почвообразования;
- обеспеченность почв необходимыми элементами питания растений и др.

С учётом перечисленных факторов территория Воронежской области была поделена на природно-сельскохозяйственные зоны, каждая из которых имеет свою специфику использования и воспроизводства земельных ресурсов при осуществлении производственной деятельности [9, 12].

Деление области на природно-сельскохозяйственные зоны подразумевает разграничение территории на лесостепную, включающую в себя три микрзоны: восточную, центральную и северо-западную, и степную, включающую: юго-восточную и юго-западную микрзоны [4].

Каждая природно-сельскохозяйственная зона имеет свои особенности условий производства, которые отличаются по показателям среднегодового количества осадков, суммы активных температур и т. д. Например, лесостепная зона характеризуется большим количеством осадков, меньшей суммой активных температур и более коротким периодом вегетации по сравнению со степной (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика природно-сельскохозяйственных зон Воронежской области

Природно-сельскохозяйственные зоны	Среднегодовое количество осадков, мм	Средняя скорость ветра (за период вегетации), м/с	Период вегетации, дней	ГТК (за период вегетации)	Сумма активных температур (> 10°C)
Лесостепная	544	2,9	158	1,03	2728
В т. ч. микрзоны:					
северо-западная	558	2,8	160	1,08	2693
центральная	542	3,2	160	1,04	2722
северо-восточная	532	2,6	155	0,96	2769
Степная	497	2,8	167	0,88	2856
В т. ч. микрзоны:					
юго-восточная	506	2,6	170	0,87	2904
юго-западная	487	3,0	163	0,89	2808
В среднем	523	2,9	162	1,0	2791

Источник: рассчитано по данным [14].

Следует отметить, что учёт особенностей природно-сельскохозяйственных зон может положительно влиять на эффективность процесса производства, так как позволяет подобрать наиболее приемлемые и выгодные по конкурентоспособности сельскохозяйственные культуры для возделывания [7, 10, 11]. Так, к основным сельскохозяйственным культурам лесостепной зоны относятся: озимая и яровая пшеница, кукуруза на зелёный корм, рожь, гречиха, овес, соя, рапс, подсолнечник, горох, картофель и др. В степной зоне таковыми культурами являются: озимая и яровая пшеница, кукуруза на зерно, рожь, рапс, подсолнечник, горох, свёкла, просо, картофель и др. [5].

Благоприятные условия ведения сельскохозяйственного производства, оптимальное соотношение культур, наличие плодородных земель положительно влияют на осуществление производства в хозяйствах всех категорий, основными из которых на территории области являются сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения (табл. 2).

Таблица 2. Распределение сельскохозяйственных угодий Воронежской области в соответствии с природно-сельскохозяйственным зонированием по категориям хозяйств

Зоны	Всего сельхозугодий, га	Из них приходится на			В том числе всего пашни, га	Из них приходится на		
		сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства	хозяйства населения		сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства	хозяйства населения
Распределение сельскохозяйственных угодий, га								
Лесостепная	2 099 147	1 491 376	493 212	114 559	1 789 849	1 264 295	444 757	80 797
В т. ч. микрзоны:								
северо-западная	529 479	410 098	81 420	37 960	444 234	347 079	71 084	26 071
центральная	1 046 999	753 388	241 134	52 476	898 913	640 521	220 755	37 637
северо-восточная	522 669	327 889	170 658	24 122	446 701	276 695	152 918	17 088
Степная	1 445 803	1 036 057	350 284	59 463	1 154 451	810 196	302 337	41 917
В т. ч. микрзоны:								
юго-восточная	699 166	479 381	187 106	32 678	578 875	394 721	161 773	22 381
юго-западная	746 638	556 675	163 178	26 785	575 576	415 475	140 565	19 537
В среднем	3 544 950	2 527 432	843 496	174 021	2 944 300	2 074 491	747 094	122 714
Распределение сельскохозяйственных угодий, %								
Лесостепная	100,0	71,0	23,5	5,5	100,0	70,6	24,9	4,5
В т. ч. микрзоны:								
северо-западная	100,0	77,4	15,4	7,2	100,0	78,1	10,0	5,9
центральная	100,0	72,0	23,0	5,0	100,0	71,2	24,6	4,2
северо-восточная	100,0	62,7	32,7	4,6	100,0	62,0	34,2	3,8
Степная	100,0	71,7	24,2	4,1	100,0	70,2	26,2	3,6
В т. ч. микрзоны:								
юго-восточная	100,0	68,6	26,7	4,7	100,0	68,2	28,0	3,8
юго-западная	100,0	74,6	21,8	3,6	100,0	72,2	24,4	3,4
В среднем	100,0	71,3	23,8	4,9	100,0	70,5	25,3	4,2

Источник: рассчитано по данным [8].

Сравнение распределения сельскохозяйственных угодий в соответствии с природно-сельскохозяйственным зонированием Воронежской области позволяет отметить, что оно является неравномерным. Так, большая часть земель сельскохозяйственного назначения (59,2%) находится в лесостепной зоне. Что касается распределения земель по категориям хозяйств, то большая часть сельхозугодий находится в собственности сельскохозяйственных организаций – 71,3% от общего количества, меньшая доля принадлежит хозяйствам населения – 4,2%. Аналогичное соотношение можно отметить и по пашне. Для осуществления эффективного производственного процесса в хозяйствах всех категорий важно учитывать почвенное плодородие и содержание питательных веществ в почве каждой зоны. Плодородие может быть естественным (природным) и искусственным. Естественное плодородие почвы создаётся в результате длительного почвообразовательного процесса и в настоящее время практически не встречается из-за долгосрочности воспроизводства почвенного покрова. Что же касается искусственного плодородия, то оно наблюдается повсеместно, так как является «ускорителем» производственного процесса и способствует более быстрому восстановлению земель с помощью активной деятельности человека [1, 2, 6, 15].

Проведённый анализ сравнительных показателей балла бонитета и удобренности посевных площадей минеральными и органическими удобрениями позволяет выделить северо-западную микрозону, где общее значение показателей удобренности посевных площадей составляет 97,5%, что значительно выше среднего областного показателя – 75,0% (табл. 3).

Таблица 3. Обеспеченность посевной площади питательными веществами, 2019 г.

Зоны	Балл бонитета	Посевная площадь пашни, га	Площадь, удобренная минеральными удобрениями		Площадь, удобренная органическими удобрениями	
			га	%	га	%
Лесостепная	75,1	1 611 667	851 836	52,9	356 597	22,1
В т. ч. микрозоны:						
северо-западная	74,3	396 101	261 838	66,1	124 465	31,4
центральная	78,6	822 823	440 676	53,6	186 110	22,6
северо-восточная	72,4	303 774	149 322	49,2	46 022	15,2
Степная	67,0	1 025 815	591 265	57,6	241 793	23,6
В т. ч. микрозоны:						
юго-восточная	70,4	515 819	278 385	54,0	113 003	21,9
юго-западная	63,5	509 996	312 880	61,3	128 790	25,3
В среднем	71,9	2 638 513	1 443 101	54,7	598 390	22,7

Источник: рассчитано по данным [3].

В степной природно-сельскохозяйственной зоне значение показателя удобренности в среднем по области выше, чем в лесостепи, – 81,2%. Это свидетельствует о существовании нескольких факторов:

- большей заинтересованности хозяйств степной зоны в поддержании почвенного плодородия используемых земель, что связано с показателями балла бонитета, который в степной зоне значительно ниже (67,0), чем в лесостепной зоне (75,1);
- необходимости поддержания воспроизводственного процесса земельных ресурсов для осуществления непрерывного производства сельскохозяйственной продукции;
- понимании важности развития сельскохозяйственного производства в каждой микрозоне области.

Как показывают исследования, в лесостепной зоне сельскохозяйственные угодья используются более эффективно, о чем свидетельствует урожайность основных сельскохозяйственных культур, которая в лесостепной зоне выше, чем в степной:

- зерновых и зернобобовых – на 4,7 ц/га;
- подсолнечника – на 34,8;
- сахарной свёклы – на 1,8 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность возделывания основных сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях Воронежской области в среднем за 2015–2019 гг.

Зоны	Урожайность, ц/га			Затраты на 1 га посева, тыс. руб.		
	Зерновые и зернобобовые	Сахарная свёкла	Подсолнечник	Зерновые и зернобобовые	Сахарная свёкла	Подсолнечник
Лесостепная	40,1	448,6	29,6	23,5	74,6	29,6
В т. ч. микрозоны:						
северо-западная	42,1	393,8	31,4	25,8	67,5	31,3
центральная	44,2	497,5	30,7	26,3	85,2	31,0
северо-восточная	34,4	463,0	26,6	18,8	71,8	26,6
Степная	36,0	403,9	28,1	20,6	66,5	26,9
В т. ч. микрозоны:						
юго-восточная	36,0	402,0	27,7	20,3	68,3	26,8
юго-западная	35,9	415,8	28,4	20,8	62,5	27,1
В среднем	38,4	424,3	28,9	22,1	70,0	28,3

Источник: рассчитано по данным [13].

Наилучшие показатели урожайности основных сельскохозяйственных культур отмечаются в лесостепной зоне области, где по уровню урожайности зерновых и зернобобовых культур и сахарной свёклы выделяется центральная микрозона, подсолнечника – северо-западная микрозона. Несмотря на благоприятные условия производства наибольшие затраты на 1 га посева наблюдаются в лесостепной зоне области, а именно в центральной микрозоне, где на 1 га зерновых и зернобобовых затраты составляют 26,3 тыс. руб., сахарной свёклы – 85,2 и подсолнечника – 30,1 тыс. руб.

Показатели эффективности сельскохозяйственного производства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области приведены в таблице 5.

Таблица 5. Эффективность сельскохозяйственного производства в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, в среднем по зонам за 2015-2019 гг.

Показатели	Всего	В том числе	
		лесостепная	степная
Получено на 100 га пашни, ц :			
зерновых и зернобобовых	2165,7	2123,4	2233,0
сахарной свёклы	1697,2	1928,9	1413,7
подсолнечника	465,3	452,9	497,1
Получено на 100 га с.-х. угодий, ц:			
молока	341,9	384,5	276,2
мяса	12,8	14,6	10,1
товарной продукции, тыс. руб.	3591,8	3841,4	3178,6
прибыли, тыс. руб.	917,0	955,7	852,8
Уровень рентабельности, %	34,3	33,1	36,7

Источник: рассчитано по данным [13].

Что касается эффективности производства зерна и подсолнечника, то она выше в степной природно-сельскохозяйственной зоне, где на 100 га пашни произведено зерновых 2233,0 ц, подсолнечника – 497,1 ц, что превышает значения лесостепной зоны соответственно на 109,6 ц и 44,2 ц. Это обусловлено более высоким удельным весом посевных площадей зерновых и зернобобовых культур и подсолнечника в структуре посевов в степной природно-сельскохозяйственной зоне по сравнению с лесостепной. Так, в 2019 г. в степной природно-сельскохозяйственной зоне зерновые и зернобобовые культуры занимали около 62% посевной площади, подсолнечник – 17%, что соответственно на 9 и 1,8 п.п. выше, чем в лесостепной зоне.

В отрасли животноводства в лесостепной зоне на 100 га сельхозугодий произведено молока и мяса соответственно на 76,1 и 3,3 ц больше, чем в степной. Как следствие, прибыль от сельскохозяйственного производства в лесостепной зоне выше: в расчёте на 100 га сельскохозяйственных угодий она составила 955,7 тыс. руб., что на 102,9 тыс. руб. больше по сравнению со степной зоной области.

Таким образом, для эффективного использования сельскохозяйственных угодий важно учитывать основные факторы производства в соответствии с природно-сельскохозяйственным зонированием, к которым относятся:

- природно-климатические особенности производства;
- сочетание естественных условий производства с искусственными факторами воздействия;
- поддержание обеспеченности почвы питательными веществами;
- оптимизация структуры посевных площадей;
- рациональное распределение затрат на производство.

Библиографический список

1. Бухтояров Н.И. Анализ состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения Воронежской области / Н.И. Бухтояров, К.С. Терновых, К.Ю. Зотова // *International Agricultural Journal*. – 2020. – Т. 63, № 2. – С. 11. DOI: 10.24411/2588-0209-2020-10154.
2. Бухтояров Н.И. Механизмы регулирования земельных отношений в аграрной сфере : тенденции, направления, эффективность : монография / Н.И. Бухтояров. – Орел : ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2019. – 227 с.
3. Внесение удобрений и проведение работ по химической мелиорации земель за 2019 год : Стат. бюл. / Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Воронежской обл. – Воронеж : Воронежстат, 2020. – 29 с.

4. Волков С.Н. Землеустройство : учебник : в 9-ти т. / С.Н. Волков. – Москва : Колос, 2001. – Т. 1 : Теоретические основы землеустройства. – 495 с.
5. Жуков В.Д. Повышение эффективности систем земледелия в Краснодарском крае / В.Д. Жуков, З.Р. Шеуджен // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 151. – С. 104–115. DOI: 10.21515/1990-4665-151-010.
6. Зотова К.Ю. Особенности влияния природно-климатических зон Воронежской области на эрозийное состояние территории / К.Ю. Зотова, Е.В. Недикова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : матер. международной науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов (Россия, г. Воронеж, 26–27 ноября 2015 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. IV. – С. 128–132.
7. Ибрагимов К.Х. Соотношение земельного права и экономики в сфере рационального использования земель сельскохозяйственного назначения / К.Х. Ибрагимов // Бизнес в законе. – 2006. – № 1. – С. 184–187.
8. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Воронежской области. Площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений : Стат. бюл. / Федеральная служба гос. статистики, Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Воронежской области. – Воронеж : Воронежстат, 2018. – 186 с.
9. Костин С.И. Основы метеорологии и климатологии : учебник / С.И. Костин. – 2-е изд. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1949. – 372 с.
10. Маркс К. Сочинения : в 30-ти т. / К. Маркс, Ф. Энгельс. – Изд. 2-е. – Москва : Госполитиздат, 1960. – Т. 23. – 907 с.
11. Минаков И.А. Экономика сельского хозяйства : учеб. пособие / И.А. Минаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 350 с.
12. Овчинникова Н.Г. Организационно-территориальные аспекты использования земельных ресурсов / Н.Г. Овчинникова // Инженерный вестник Дона. – 2011. – № 3. – С. 236–240.
13. Отчёт о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства и животноводства за 2019 год : Стат. бюл. / Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Воронежской обл. – Воронеж : Воронежстат, 2020. – 193 с.
14. Саприн С.В. Оценка экологической устойчивости агроландшафтов Воронежской области : дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.26 / С.В. Саприн. – Москва, 2017. – 156 с.
15. Терновых К.С. Состояние воспроизводства инвестиционной деятельности в РФ / К.С. Терновых, Д.В. Чернов // Развитие аграрного сектора экономики в условиях глобализации : матер. международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 19–20 июня 2013 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 181–187.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Кристина Юрьевна Зотова – ассистент кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kristina-zotova26@rambler.ru.

Николай Иванович Бухтояров – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: morjkn@vsau.ru.

Елена Владимировна Недикова – доктор экономических наук, зав. кафедрой землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 01.08.2020

Дата принятия к печати 15.09.2020

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Kristina Yu. Zotova, Assistant, the Dept. of Land Management and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kristina-zotova26@rambler.ru.

Nikolay I. Bukhtoiarov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Management and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: morjkn@vsau.ru.

Elena V. Nedikova, Doctor of Economic Sciences, Head of the Dept. of Land Management and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Received August 01, 2020

Accepted after revision September 15, 2020

**СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ,
СОЗДАНИЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I**

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют три диссертационных совета:

Д 220.010.02, Д 220.010.03 и Д 220.010.04.

Диссертационный совет Д 220.010.02 принимает к защите диссертации на соискание учёной 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 Семёнович, 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.

Учёный секретарь – Агибалов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, зав. кафедрой финансов и кредита.

Диссертационный совет Д 220.010.03 принимает к защите диссертации на соискание учёной 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 кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Заместитель председателя – Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Учёный секретарь – Ващенко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий.

Диссертационный совет Д 220.010.04 принимает к защите диссертации на соискание учёной 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 – Орбинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Заместители председателя:

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики;

Тарасенко Александр Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Учёный секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики.

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 незавершённых, но уже давших определённые результаты, научных работах.

Предлагаемые к опубликованию материалы должны соответствовать научным специальностям и отраслям наук, по которым журнал включён в Перечень рецензируемых научных изданий.

Статьи принимаются объёмом 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 объёмом от 200 до 250 слов (не более 2000 знаков с пробелами), который представляет собой краткое, точное изложение статьи в соответствии с её 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, учёная степень, учёное звание, должность, полное название места работы или учёбы (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 приведён 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 чёрно-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 **С.А. Дубова, Т.А. Абдулаева**
Компьютерная вёрстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 20.10.2020 г.

Подписано в печать 30.09.2020 г. Формат 60x84¹/₈
Бумага офсетная. Объём 26,88 п.л. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 1100 экз. Заказ № 21224
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

