

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

Издается с 1998 года

Периодичность – 4 выпуска в год

**Том 12,
выпуск 1 (60)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.1

ВОРОНЕЖ
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
2019

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – проректор по научной работе
доктор технических наук **В.А. Гулевский**

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

проректор по учебной работе доктор технических наук, профессор **Н.М. Дерканосова**
проректор по информатизации, международным связям и управлению качеством
кандидат технических наук, доцент **Ю.В. Некрасов**

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), рег. № ПИ № ФС77-73529 от 24 августа 2018 г.
(выписка из реестра зарегистрированных СМИ № 112954-сми от 31.07.2018 г.)

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

**В соответствии с распоряжением Минобрнауки России от 28 декабря 2018 г. № 90-р
на основании рекомендаций Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России
с учетом заключений профильных экспертных советов ВАК Вестник включен в Перечень
рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук (№ 205 по состоянию на 28.12.2018)**

**Научные специальности и соответствующие им отрасли науки,
по которым издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий:**

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

Ерохин Михаил Никитьевич, доктор технических наук, академик РАН, профессор, научный руководитель Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, профессор кафедры «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».

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

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

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

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

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, заведующий кафедрой «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».

Бесхмельницкий Михаил Иванович, доктор политических наук, заслуженный экономист РФ, председатель попечительского совета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

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

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

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

Сироткина Наталья Валерьевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика и управление организациями» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор, заведующий кафедрой «Организация производства и предпринимательской деятельности в АПК» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

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

Широбоков Владимир Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

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

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

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

Журнал включен в базу данных международной информационной системы AGRIS, а также в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

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.: +(473) 253-81-68
E-mail: vestnik@srd.vsau.ru

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019

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 Agro-Industrial Complex),
ways of solution are published in the journal*

Published since 1998
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 12,
Issue 1 (60)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.1

VORONEZH
Voronezh SAU
2019

EDITOR-IN-CHIEF – Vice-Rector for Research,
Doctor of Engineering Sciences **V.A. Gulevsky**

DEPUTY CHIEF EDITORS

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

Vice-Rector for Information Technology, International Cooperation and Quality Management,
Candidate of Engineering Sciences, Docent **Yu.V. Nekrasov**

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media

The Mass Media Registration Certificate ПИ № ФС77-73529 dated August 24, 2018
(Extract from the Mass Media Register № 112954-сми dated July 31, 2018)

Subscription index is 45154 in the United Catalogue of Periodicals ‘Pressa Rossii’

In accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of December 28, 2018 № 90-p, pursuant to the Recommendations of the Higher Attestation Commission under the Russian Ministry of Education and Science based on the findings of relevant expert councils, Vestnik is included in the List of Russian peer-reviewed scientific journals and periodicals in which it is recommended to publish basic scientific results of candidate and doctoral dissertations (No. 205 as at December 28, 2018)

Vestnik is included in the List of peer-reviewed scientific journals in the following scientific specialties and corresponding branches of knowledge:

- 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 (according various branches of economy and fields of activities) (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 State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural 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 State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

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

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

Vladimir I. Orobinskiy, Doctor of Agricultural Sciences, 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 and Machinery, 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.

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. Zhuzhhalova, 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 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, Head of 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.

Vasiliy 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.

Mikhail I. Beskhamelnitsin, Doctor of Political Sciences, Honoured Economist of the Russian Federation, Chairman of the Guardian Council of Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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.

Natalia V. Sirotkina, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Professor at the Department of Economics and Organization Management, Voronezh State University.

Konstantin S. Ternovykh, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

Valentina G. Tkachenko, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Rector of 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.

Vladimir G. Shirobokov, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Head of 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 placed on the Internet site at this address: <http://vestnik.vsau.ru>

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

The journal is included in the global public domain database of the International System
for Agricultural Science and Technology (AGRIS), as well as in the bibliographic database
of scientific publications Russian Science Citation Index (RINTS)

ISSN 2071-2243

No fee is charged from postgraduate students for publications

Founder: Voronezh SAU

Address: 1 Michurina street, Voronezh, 394087, Russia
Tel. number: +(473) 253-81-68
E-mail: vestnik@srd.vsau.ru

© Voronezh SAU, 2019

ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.
Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ AGRICULTURAL SCIENCES

Илларионов А.И., Женчук А.В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ
ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Illarionov A.I., Zhenchuk A.V.

THE EFFICIENCY OF TANK MIXTURES OF PESTICIDES
AND AGROCHEMICALS IN INTEGRATED PROTECTION
OF WINTER WHEAT FROM HARMFUL ORGANISMS.....

13

Леонов Н.Н., Сокирко В.П., Мелькумова Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОФУНГИЦИДОВ НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA HARZIANUM* RIFAI
ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВ В НАСАЖДЕНИЯХ АЛЫЧИ

Leonov N.N., Sokirko V.P., Melkumova E.A.

THE APPLICATION OF BIOFUNGICIDES CONTAINING *TRICHODERMA HARZIANUM* RIFAI
FOR SOIL IMPROVEMENT UNDER CHERRY PLUM PLANTINGS

24

Мысник Е.Н., Захаров В.Л., Щучка Р.В., Сотников Б.А., Кравченко В.А.

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ РУДЕРАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА
АГРОЭКОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Mysnik E.N., Zakharov V.L., Shchuchka R.V., Sotnikov B.A., Kravchenko V.A.

WEED PLANTS OF THE RUDERAL COMPONENT OF AGROECOSYSTEMS
IN THE SOUTH-EAST OF LIPETSK OBLAST.....

31

Бондарчук О.В., Житин Ю.И., Ткачева О.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ
В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Bondarchuk O.V., Zhitin Yu.I., Tkacheva O.A.

OBTAINING OF ENVIRONMENTALLY SAFE AGRICULTURAL PRODUCTS
IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS IN VORONEZH OBLAST

40

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ENGINEERING & INDUSTRIAL TECHNOLOGY SCIENCES

Гиевский А.М., Чернышов А.В., Маслов Д.Л., Мильгунов В.Ю.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ СОИ

Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Maslov D.L., Milgunov V.Yu.

PROVISION OF A RATIONALE FOR THE MODE OF OPERATION OF THE THRESHING
AND SEPARATING DEVICE OF THE COMBINE AT SOYBEAN HARVESTING.....

50

Завражнов А.И., Беляев А.Н., Михеев Н.В. ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МТА НА БАЗЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА Zavrzhnov A.I., Belyaev A.N., Mikheyev N.V. ENHANCEMENT OF STABILITY OF CURVILINEAR MOTION OF THE COMBINED MACHINE AND TRACTOR UNIT ON THE BASIS OF THE INTEGRATED GENERAL PURPOSE ROW CROP WHEEL TRACTOR.....	57
Савин В.Ю. К ВЫБОРУ ПРОФИЛЯ ГРЕБЕНКИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА Savin V.Yu. RATIONALE FOR CHOOSING THE PROFILE OF STRIPPING FINGERS OF THE STRIPPING CYLINDER.....	67
Гулевский В.А., Вертий А.А. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУБЫХ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ С ШАРНИРНО ПОДВЕШЕННЫМИ КОМБИНИРОВАННЫМИ НОЖАМИ Gulevsky V.A., Vertij A.A. IMPROVEMENTS OF TECHNOLOGY OF ROUGH STALK FORAGE GRINDING BY CHOPPER EQUIPPED WITH FREE-SWINGING COMBINED KNIVES	73
Казakov Ю.Ф., Мазяров В.П., Батманов В.Н. ПОДПОКРОВНЫЙ РЫХЛИТЕЛЬ С ПРУЖИННЫМ КРОТОВАТЕЛЕМ Kazakov Yu.F., Mazyarov V.P., Batmanov V.N. SUBSOILER WITH SPRING-TYPE MOLE PLOW	82
Краснов И.Н., Краснова А.Ю., Мирошникова В.В. ОРГАНИЗАЦИЯ МОЛОКОПРИЕМНЫХ ПУНКТОВ ПРИ МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЕ Krasnov I.N., Krasnova A.Yu., Miroshnikova V.V. ARRANGEMENT OF MILK COLLECTING STATION ON A COMMERCIAL DAIRY FARM.....	90
Завражнов А.И., Матушкин П.А. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МОЙКИ МОЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Zavrzhnov A.I., Matushkin P.A. SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WASHING PROCESS OF MILKING EQUIPMENT USED IN AGRICULTURAL INDUSTRY	100
Андрианов Е.А., Шацкий В.П., Андрианов А.А., Тертычная Т.Н. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МАГНИТНОГО КЛАПАНА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА Andrianov E.A., Shatsky V.P., Andrianov A.A., Tertychnaya T.N. SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE SWITCHING DEVICE OF MAGNETIC VALVE OF MULTIFUNCTION MILKING MACHINE UNIT	108
Остриков В.В., Сазонов С.Н., Забродская А.В., Афоничев Д.Н. ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОБАВКА К ПРИРАБОТОЧНЫМ МАСЛАМ Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Zabrodskaya A.V., Afonichev D.N. BREAK-IN OILS POLYFUNCTIONAL ADDITIVE.....	116
Панов Р.М., Прибылова Н.В., Филонов С.А. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ Panov R.M., Pribylova N.V., Filonov S.A. FREQUENCY CONVERTER USED FOR POWER SUPPLY OF THREE-PHASE AC INDUCTION MOTOR FROM SINGLE-PHASE NETWORK	122
Картавец В.В., Афоничев Д.Н. ВНУТРЕННИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И СИСТЕМА ИХ ОГРАНИЧЕНИЯ Kartavtsev V.V., Afonichev D.N. LIMITING SYSTEM FOR INTERNAL OVERVOLTAGES IN RURAL ELECTRICAL NETWORKS.....	128

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
ECONOMIC SCIENCES

Терновых К.С., Кучеренко О.И. СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СВИНИНЫ В РЕГИОНАЛЬНОМ АПК Ternovykh K.S., Kucherenko O.I. THE STATUS AND EFFICIENCY OF ORGANIZATION OF PORK PRODUCTION IN THE REGIONAL AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX	135
Улезько А.В., Рябова Е.П. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАРАЩИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ СКОТОВОДСТВА Ulez'ko A.V., Ryabova E.P. PRIORITY DIRECTIONS OF EXPANDING THE POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF CATTLE BREEDING	142
Ляшко С.М. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В ООО «ЭкоНиваАгро» ЛИСКИНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ Lyashko S.M. INNOVATIVE DEVELOPMENT OF DAIRY CATTLE BREEDING IN ООО EKO NIVA Agro IN LISKINSKY DISTRICT OF VORONEZH OBLAST	153
Буяров В.С., Юшкова Ю.А., Буяров А.В. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА Buyarov V.S., Yushkova Ju.A., Buyarov A.V. WAYS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF COMMERCIAL FISH FARMING	161
Улезько А.В., Жукова М.А. ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Ulez'ko A.V., Zhukova M.A. DIGITALIZATION AS A STAGE OF EVOLUTION OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS	169
Меделяева З.П., Трунова Е.Б., Широбоков В.Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ОРГАНИЗАЦИИ Medelyaeva Z.P., Trunova E.B., Shirobokov V.G. IMPROVEMENT OF MANAGEMENT ACCOUNTING AS AN ELEMENT OF COST MANAGEMENT SYSTEM OF THE ORGANIZATION	180
Лойко В.И., Барановская Т.П. АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК НА ОСНОВЕ ПОТОКОВЫХ МОДЕЛЕЙ СТОИМОСТИ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ Loiko V.I., Baranovskaya T.P. ANALYSIS OF INTERACTIONS BETWEEN AGRICULTURAL AND PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ON THE BASIS OF FLOW-ORIENTED COST ESTIMATION MODELS IN THE TRANSIENT OBJECT OPERATION MODE	193
Ерохин Г.Н., Сазонов С.Н. МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КРЕСТЬЯНСКОМ (ФЕРМЕРСКОМ) ХОЗЯЙСТВЕ Erokhin G.N., Sazonov S.N. THE MODEL OF USING COMBINE HARVESTERS DURING GRAIN CROP HARVESTING IN PEASANT FARM ENTERPRISES	201
Улезько А.В., Демидов П.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА Ulez'ko A.V., Demidov P.V. OPTIMIZATION OF USING THE PRODUCTIVE AGRICULTURAL LANDS	207

Павлюченко Т.Н. НАЛОГОВЫЙ АУДИТ – КОНКУРЕНТОСПОСОБНАЯ АУДИТОРСКАЯ УСЛУГА Pavluchenko T.N. TAX AUDIT AS A COMPETITIVE AUDITING SERVICE.....	218
Панин Е.В., Яурова И.В., Харитонов А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ Panin E.V., Iurova I.V., Kharitonov A.A. IMPROVEMENT OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF MANAGEMENT OF LAND RESOURCES AND REGULATION OF LAND AND PROPERTY RELATIONS	226
Постолов В.Д., Барышникова О.С. ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ Postolov V.D., Baryshnikova O.S. THE EXPERIENCE OF DESIGNING ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE AGRICULTURAL LANDSCAPES	234

**НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ
SCIENTIFIC ACTIVITIES**

СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ, СОЗДАННЫЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I DOCTORAL AND CANDIDATE SCIENCE-DEGREE COUNCILS OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY	239
НАШИ ЮБИЛЯРЫ ANNIVERSARY CELEBRANTS	240
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ INFORMATION FOR AUTHORS	243

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Александр Иванович Илларионов¹
Андрей Викторович Женчук²

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
²ИП К(Ф)Х Ульянич В.А. Усманского района Липецкой области

В условиях лесостепи Центрального Черноземья изучали влияние применения баковых смесей пестицидов и агрохимикатов на изменение фитосанитарного состояния и урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56. Исследования проводили в 2015–2017 гг. на полях ИП К(Ф)Х Ульянич В.А. Усманского района Липецкой области. Биологическая эффективность баковой смеси препаратов Кинто-Дуо, КС + Тиара, КС (350 г/л) при обработке семенного материала составила в отношении фитофагов 100%, а против фитопатогенов – 92–97%. Отмечена 100% эффективность в отношении клопа вредной черепашки, полосатой хлебной блошки и красногрудой пьявицы опрыскивания растений озимой пшеницы баковой смесью препаратов Фастак, КЭ (100 г/л) + Прима, СЭ + Стимунол в фазе кущения после весеннего возобновления вегетации культуры. Эффективность этой смеси против сорных растений находилась в пределах 83–95%. Опрыскивание растений в фазе флагового листа баковой смесью препаратов Клотиамет, ВДГ (500 г/кг) + Абакус, СЭ + Карбамид обеспечивало снижение численности злаковых тлей, пшеничного трипса и личинок клопа вредной черепашки на 100%, а также сдерживание развития бурой ржавчины и септориоза – на 89–97%. Эффективность баковой смеси препаратов Эфория, КС + Карбамид против жука-кузьки составила 100%. Величина сохраненного урожая при использовании баковых смесей пестицидов и агрохимикатов составила 7,9 ц/га. При производстве зерна озимой пшеницы по технологии с применением баковых смесей средств защиты растений и агрохимикатов снижается себестоимость продукции и возрастает уровень рентабельности по сравнению с контролем. В среднем за три года на варианте применения баковых смесей на 1 рубль затрат было получено 413 руб. чистой прибыли при себестоимости продукции, равной 389,9 руб./ц (на контроле – соответственно 391,5 руб. и 406,9 руб./ц).
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: озимая пшеница, баковые смеси, пестициды, агрохимикаты, фитофаги, фитопатогены, сорные растения.

THE EFFICIENCY OF TANK MIXTURES OF PESTICIDES AND AGROCHEMICALS IN INTEGRATED PROTECTION OF WINTER WHEAT FROM HARMFUL ORGANISMS

Aleksandr I. Illarionov¹
Andrey V. Zhenchuk²

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great
²IP K(F)KH Ulyanich V.A., Usmansky District, Lipetsk Oblast

In the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region the authors studied the effect of the use of tank mixtures of pesticides and agrochemicals on changes in plant health status and yield of winter wheat of the Moskovskaya 56 variety. Studies were conducted in 2015–2017 in the fields of IP K(F)KH Ulyanich V.A. in Usmansky district of Lipetsk Oblast. The biological efficiency of tank mixture of Kinto-Duo SC + Tiara SC (350 g/L) preparations in the treatment of seeds was 100% against phytophages, and 92–97% against phytopathogens. Spraying of winter wheat plants with the tank mixture of Fastac EC (100 g/L) + Prima SE + Stimunol preparations in the tillering phase after spring regrowth of the crop provided 100% efficiency against the sunn pest, barley flea beetle and cereal leaf beetle. The efficiency of this mixture against weeds was within the range of 83–95%. Spraying of plants in the flag leaf phase with the tank mixture of Clothiamet WG (500 g/kg) + Abacus SE + Carbamide preparations reduced the number of English grain aphids, wheat thrips and sunn pest larvae by 100%, and also retarded the development of

brown rust and septoriosiis by 89-97%. The efficiency of tank mixture of Eforia CS + Carbamide preparations against the wheat chafer was 100%. The amount of crop yield preserved by application of tank mixtures of pesticides and agrochemicals was 7.9 c/ha. The technology of producing winter wheat grain using tank mixtures of plant protection products and agrochemicals reduces the cost of production and increases the level of profitability compared to control. According to the average data over three years, in the variant with tank mixtures 1 ruble of expenses yielded 413 rubles of net profit, while the production costs were equal to 389.9 rubles/c (compared to 391.5 and 406.9 rubles/c, respectively, in the control variant).

KEYWORDS: winter wheat, tank mixtures, pesticides, agrochemicals, phytophages, phytopathogens, weeds.

Введение

Необходимость совершенствования защитных мероприятий при возделывании озимой пшеницы обусловлена повреждением культуры различными видами фитофагов [2, 7, 8, 10, 15–19 и др.], фитопатогенов [7, 11, 15–19 и др.], конкуренцией за важнейшие факторы жизни сорными растениями [1]. Одни из них приурочены в своем развитии к конкретным этапам органогенеза культуры со сравнительно непродолжительным периодом нанесения повреждений, другие заселяют и питаются на культуре в течение всего периода вегетации, захватывая несколько этапов органогенеза растений.

Целью представленных исследований являлось совершенствование тактики применения химических средств защиты растений и агрохимикатов при интегрированной защите озимой пшеницы от вредных организмов.

Методика экспериментов

Исследования проводили в условиях крестьянского (фермерского) хозяйства индивидуального предпринимателя Ульянич В.А. на территории Усманского района Липецкой области. Почва опытного участка представлена черноземом типичным.

Опыты по изучению эффективности применения баковых смесей пестицидов и агрохимикатов против вредных организмов осуществляли на участках производственного посева озимой пшеницы сорта Московская 56.

Учеты численности вредителей, развития и распространенности болезней проводили по общепринятым методикам [14].

Принцип выбора препаратов для ограничения численности и вредоносности фитофагов на озимой пшенице описан ранее [3, 4]. При этом использовали информацию о регламентах применения пестицидов [12].

Оценку биологической эффективности применения баковых смесей в отношении фитофагов, фитопатогенов и сорных растений на посевах озимой пшеницы проводили по формулам, представленным в учебно-методическом пособии для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химические средства защиты растений» [6].

Опрыскивание растений химическими средствами защиты растений осуществляли опрыскивателем марки Amazone UG с емкостью бака 3000 л при норме применения рабочей жидкости из расчета 250 л/га.

Учет урожая осуществляли сплошным методом. Урожайные данные статистически обрабатывали дисперсионным методом [9].

Результаты и их обсуждение

Фитосанитарное благополучие агроценоза озимой пшеницы определяется не только выполнением приемов и применением необходимых средств оперативного плана при достижении численности вредных видов организмов до уровня ЭПВ в период вегетации культуры, но и задолго до этого. Поэтому еще до посева культуры выполнялся целый комплекс мероприятий, направленных на создание благоприятных усло-

вий для активного роста и развития культурных растений и неблагоприятных для сообществ вредных организмов. К числу таких мероприятий относятся:

- соблюдение севооборота, размещение культуры по лучшим предшественникам (черный пар, горох, многолетние бобовые травы) и исключение из числа предшественников зерновых колосовых культур;
- посев очищенными и сортированными семенами;
- качественная подготовка почвы, накопление и сохранение в ней запасов влаги, достаточной для дружного появления и развития всходов;
- внесение полной дозы удобрений под основную обработку почвы и в рядки при посеве.

Эти мероприятия носят профилактический характер. Они не всегда приводят к снижению численности и вредоносности отдельных видов фитофагов, фитопатогенов и сорных растений до экономически незначимых пределов, но, тем не менее, они могут существенно повышать компенсаторные свойства и выносливость растений к повреждениям [5].

Результаты обследований посевов озимой пшеницы в течение трех лет исследований показали, что в агроценозе исследуемой культуры в хозяйстве постоянно присутствует достаточно широкий спектр видов вредных организмов (табл. 1), отличающихся биологическими параметрами в развитии и требованиями к факторам внешней среды.

Группа фитофагов представлена многоядными и специализированными видами вредителей. Уже сразу после посева культуры семена, находящиеся в почве, их проростки и всходы повреждают почвообитающие виды насекомых: проволочники – личинки жуков-щелкунов (*Elateridae, Coleoptera*), ложнопроволочники – личинки жуков-чернотелок (*Tenebrionidae, Coleoptera*). С появлением всходов озимой пшеницы культуре наносят повреждения гусеницы подгрызающей совки – озимой совки *Scotia (Agrotis) segetum* Schiff. (*Noctuidae, Lepidoptera*).

Из специализированных фитофагов озимой пшеницы, начиная с фазы 2–3 листьев культуры, выявлены виды злаковых мух. В условиях хозяйства наносят повреждения пшеничная муха *Phorbia secures* Tiensuu, (*Muscidae, Diptera*), шведские мухи *Oscinella frit* L. и *Oscinella pusilla* Mg. (*Chloropidae, Diptera*), гессенская муха *Mayetiola destructor* Say (*Cecidomyiidae, Diptera*).

С началом весенней вегетации озимой пшеницы ее заселяют перезимовавшие клопы вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (*Scutelleridae, Hemiptera*), а также полосатая хлебная блошка *Phyllotreta vittula* Redt. (*Chrysomelidae Coleoptera*). Кроме того, в период вегетации озимой пшеницы растения повреждаются личинками и жуками обыкновенной (красногрудой) пьявицы *Lema melanopus* L. (*Chrysomelidae Coleoptera*), пшеничным трипсом – *Haplothrips tritici* Kurd. (*Phloeothripidae, Thysanoptera*).

В период с фазы кущения – выхода в трубку растения озимой пшеницы заселяют злаковые тли. Из злаковых тлей в хозяйстве наносят повреждения большая злаковая тля *Sitobion avenae* F. (*Arhididae, Homoptera*) и обыкновенная злаковая тля *Schiraphis graminum* Rond. (*Arhididae, Homoptera*). На завершающих стадиях развития озимой пшеницы посевы заселяют и повреждают хлебный жук-кузька *Anisoplia austriaca* Hrbst. и жук-крестоносец – *Anisoplia agricola* Poda (*Scarabaeidae, Coleoptera*).

В разные фазы развития культуры выявляли растения с симптомами инфекционных болезней. На посевном материале обнаруживали возбудителей таких корневых гнилей, как фузариозная – *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc и гельминтоспориозная – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc), (Syn. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke, *H. sorokiniana* Sacc, *Drechslera sorokiniana* (Sacc, Subram).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Таблица 1. Видовой состав вредных организмов, их численность и развитие на посевах озимой пшеницы (средние данные за 2015–2018 гг.)

Виды вредных организмов	Численность	ЭПВ [20]
Фитофаги		
Проволочники	4 экз./м ²	<i>До посева – 3–5 личинок/м².</i>
Совка озимая	1,8 экз./м ²	<i>2–3 гусеницы/м².</i>
Клоп вредная черепашка	1,1 экз./м ²	<i>Кущение – выход в трубку – имаго 1–2 экз./м². Начало налива зерна – молочная спелость – личинки 1–2 экз./м².</i>
Пьявица красногрудая	3 жука/м ²	<i>Кущение – 40–50 жуков/м². Выход в трубку – колошение – 0,5–0,7 личинок/стебель или 10–15% повреждения листовой поверхности.</i>
Жук-кузья	3 экз./м ²	<i>Цветение – налив зерна – 3–5 экз./м².</i>
Полосатая хлебная блошка	10 экз./м ²	<i>Всходы – 30–40 жуков/м² или на 10 взмахов сачком.</i>
Злаковые тли	5 экз. на колос	<i>Выход в трубку – 10 тлей/стебель. Колошение – 5–10 тлей/колос при заселении 50% колосьев. Формирование зерна – начало молочной спелости – 20–30 тлей/колос при сплошном заселении.</i>
Пшеничный трипс	10 экз./стебель	<i>Выход в трубку – 30 имаго на 10 взмахов сачком или 8–10 имаго/стебель.</i>
Пшеничная муха	50 мух на 100 взмахов сачком	<i>Всходы – кущение – 8–10 мух на 100 взмахов сачком.</i>
Шведская муха	30 мух на 100 взмахов сачком	<i>Всходы – кущение – 30–50 мух на 100 взмахов сачком.</i>
Гессенская муха	40 мух на 100 взмахов сачком	
Фитопатогены		
Гельминтоспориозные корневые гнили	9,0% развития	<i>Перед посевом – 10–15% зараженности семян.</i>
Бурая ржавчина	2% развития	<i>Начало вегетации – 3–5% пораженных растений (при прогнозе эпифитотии). Колошение – 10% развития болезни. Молочная спелость – 40% развития болезни.</i>
Твердая головня	<i>Полная спелость – 0,18% пораженных колосьев</i>	<i>Полная спелость – 0,2% пораженных колосьев.</i>
Пыльная головня	0,14% пораженных колосьев	<i>Полная спелость – 0,2–0,3% пораженных колосьев.</i>
Снежная плесень	<i>Кущение весной – 22% пораженных растений</i>	<i>Кущение весной – 20% пораженных растений.</i>
Бурая ржавчина	2% развития	1% развития
Мучнистая роса	<i>Начало вегетации – 3,5% пораженных растений</i>	<i>Начало вегетации – 3–5% пораженных растений (при прогнозе эпифитотии). Колошение – 15–20% развития болезни. Молочная спелость – 40% развития болезни.</i>
Септориоз листьев	<i>Начало вегетации – 0,5% пораженных растений. Выход в трубку – 12% развития болезни. Флаговый лист – 12% развития болезни (в среднем на лист) или 21% – на третьем листе сверху.</i>	<i>Начало вегетации – 3–5% пораженных растений (при прогнозе эпифитотии). Выход в трубку – 10% развития болезни. Флаговый лист – 15–20% развития болезни (в среднем на лист) или 30% – на третьем листе сверху.</i>
Септориоз колоса	<i>Колошение – 10% развития болезни</i>	<i>Колошение – 10% развития болезни.</i>
Сорные растения		
Осот полевой	2 экз./м ²	2–3 экз./м ² .
Вьюнок полевой	2 экз./м ²	8–10 экз./м ² .
Подмаренник цепкий	3 экз./м ²	4–6 экз./м ² .

В период вегетации на растениях диагностировали:

- септориоз – *Septoria tritici* Roberge in Desmaz, *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. In Cohn.;
- мучнистую росу – *Erysiphe graminis* Blumeria graminis (DC.) Speer f. sp. tritici March;
- ржавчину бурую – *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.f. sp. tritici;
- пыльную головню – *Ustilago tritici* (Pers) C.N. Jensen, Kellerm. & Swingle.;
- твердую головню – *Tilletia caries* Tul. (= *T. tritici* Wint.), или *Tilletia laevis* Kuehn (= *T. foetida* Liro).

В агроценозе озимой пшеницы обнаруживали различные виды сорных растений. Наибольшее распространение имели: вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis* L., осот желтый – *Sonchus arvensis* L., подмаренник цепкий *Gallium aparine* L.

При сравнении фактической плотности популяций отдельных видов вредных организмов с соответствующими показателями экономического порога вредоносности (ЭПВ) каждого из них видно, что большинство видов организмов не только достигают этого порога, но и превышают его. Плотность популяции других видов, например полосатой хлебной блошки, не достигает даже нижнего предела ЭПВ. Общий же уровень численности вредных организмов по отдельным фазам развития культуры угрожает снижением урожая и вызывает необходимость проведения активных защитных мероприятий культуры.

Для оздоровления достаточно сложной фитосанитарной ситуации, сложившейся в агроценозе озимой пшеницы, необходимо выполнение оперативных защитных мероприятий в соответствии с существующей парадигмой. Современная защита растений от сообществ вредных организмов должна отвечать триединству требований – высокой эффективности, энерго- и ресурсосбережения и экологической сбалансированности. В этой связи нами разработана и осуществлена тактика применения химических средств защиты культуры от вредных организмов, которая заключалась в использовании не отдельных химических препаратов для ограничения численности и вредоносности по видам вредных объектов, а применении баковых смесей высокоэффективных, малостабильных в окружающей среде, малоопасных для нецелевых организмов токсикантов. Их применение обеспечивает расширение спектра действия отдельных препаратов, увеличивает биологическую эффективность за счет аддитивного и/или синергетического эффектов, снижает кратность обработок.

С учетом наличия фитопатогенов на семенном материале (по данным фитоэкспертизы семян) и в почве – видов возбудителей корневых гнилей, септориоза, видов головни, а также присутствия в пороговой численности почвообитающих вредителей, видов злаковых мух, гусениц озимой совки составлена баковая смесь препаратов для ограничения развития и нанесения повреждений культуре этими видами вредных организмов. В состав баковой смеси взят комбинированный протравитель на основе *триптиконазола* и *прохлораза* при соотношении компонентов соответственно 20 + 60 г/л в форме препарата Кинто-Дуо, КС и норме применения 2,5 л/т. *Прохлораз* проявляет локально-системное действие. Его действующее вещество способно неглубоко проникать внутрь семени и дезинфицировать его от возбудителей болезней, заселившихся в кроветворные ткани семян и алейроновый слой. *Триптиконазол* подавляет возбудителей болезней как на их поверхности, так и глубоко внутри семян. Два действующих вещества (*прохлораз* и *триптиконазол*) взаимно дополняют друг друга и проявляют ярко выраженный синергизм. Препарат подавляет возбудителей болезней не только на семенном материале, но и в почве вокруг семени, обеспечивая высокую эффективность защиты культуры от болезней, которые поражают зерновые культуры на ранних фазах развития. Предназначен препарат для ограничения вредоносности видов головни, корневых

и прикорневых гнилей, снежной плесени, септориоза проростков. Вторым компонентом был взят инсектицид с системными свойствами *тиаметоксам* в форме препарата Тиара, КС (350 г/л) при норме применения 0,8 л/т для ограничения численности и вредоносности почвообитающих вредителей, личинок злаковых мух, полосатой хлебной блошки, гусениц озимой совки, способных заселять и наносить повреждения как семенному материалу, так и всходам растений. *Тиаметоксам*, обладая контактно-кишечным действием в отношении фитофагов с выраженными системными свойствами, способен предотвращать повреждения растений почвообитающими вредителями – проволочниками, ложнопроволочниками, гусеницами подгрызающей озимой совки. Одновременно, проникая через корневую систему и перемещаясь по сосудам ксилемы в надземные органы, *тиаметоксам* выполняет то же самое в отношении личинок злаковых мух, полосатой хлебной блошки. Применение баковой смеси осуществлялось способом обработки семенного материала до посева культуры. Объем рабочей жидкости смеси составлял 10 л/т. Эта обработка семенного материала достаточно надежно обеспечивала защиту культуры от фитофагов и фитопатогенов с момента посева до фазы весеннего возобновления вегетации (табл. 2).

Таблица 2. Биологическая эффективность баковой смеси пестицидов на посевах озимой пшеницы в фазы всходы – кущение, %

Виды вредных организмов	Сutki учета видов вредных организмов после всходов культуры	
	14	28
Контроль		
Проволочники	4 экз./м ²	3 экз./м ²
Совка озимая	2 экз./м ²	2 экз./м ²
Пшеничная муха	50 экз. на 100 взмахов сачком	47 экз. на 100 взмахов сачком
Шведская муха	35 экз. на 100 взмахов сачком	30 экз. на 100 взмахов сачком
Гессенская муха	40 экз. на 100 взмахов сачком	40 экз. на 100 взмахов сачком
Корневые гнили: гельминтоспориозные фузариозные	9,5% развития	11,5% развития
	7,2% развития	8,2% развития
Бурая ржавчина	2% развития	3% развития
Баковая смесь препаратов Кинто-Дуо, КС + Тиара, КС (350 г/л)		
Проволочники	100	100
Совка озимая	100	100
Пшеничная муха	100	100
Шведская муха	100	100
Гессенская муха	100	100
Корневые гнили	92	92
Бурая ржавчина	100	97

С началом весеннего возобновления вегетации и до фазы начала выхода в трубку в посевах озимой пшеницы выявлялись в пороговой численности имаго клопа вредной черепашки, пьявицы красногрудой, полосатой хлебной блошки, а также продолжала активно формироваться сорная компонента агроценоза.

Инсектицид *альфа-циперметрин* в форме препарата Фастак, КЭ (100 г/л) с нормой применения 0,1 л/га был выбран для ограничения численности фитофагов, а для ограничения численности сорных растений – комбинированный гербицид на основе *2,4-Д* и *флорасулама* при соотношении компонентов соответственно 300 + 6,25 г/л в форме пре-

парата Прима, СЭ с максимальной нормой применения 0,6 л/га. Гербицид подавляет не только однолетние, но и многолетние двудольные сорные растения. В качестве стимулятора роста растений, а также для снятия с растений химического стресса от гербицида добавляли в баковую смесь биологический препарат Стимунол с нормой применения 0,02 л/га. Объем рабочей жидкости смеси составил 200 л/га. В результате применения баковой смеси пестицидов и агрохимикатов получен достаточно высокий уровень биологической эффективности в отношении вредных фитофагов и сорных растений (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность баковой смеси пестицидов на посевах озимой пшеницы в фазе кущения, %

Виды вредных организмов	Сутки учета численности вредных организмов			
	3	7	14	21
Контроль				
Полосатая хлебная блошка	10,0	10,1	10,3	10,5
Клоп вредная черепашка	1,0	1,3	1,5	1,5
Пьявица красногрудая	3,0			
Осот полевой	2,0	2,0	2,0	2,0
Вьюнок полевой	2,0	2,0	2,0	2,0
Подмаренник цепкий	3,0	3,0	3,0	3,0
Баковая смесь препаратов Фастак, КЭ (100 г/л) + Прима, СЭ + Стимунол				
Полосатая хлебная блошка	100	100	100	100
Клоп вредная черепашка	100	100	100	100
Пьявица красногрудая	100	100	100	100
Осот полевой	0	0	74,2	90,1
Вьюнок полевой	0	0	65,1	83,2
Подмаренник цепкий	0	0	71,8	95,1

В течение трех недель наблюдений за уровнем численности фитофагов этот показатель не снижался и составлял 100%.

В отношении сорных растений гербицидная активность препарата начинала проявляться только спустя неделю после применения баковой смеси и достигала к концу третьей недели 83–95%. Опрыскивание растений позволило существенно стабилизировать фитосанитарную обстановку озимой пшеницы на данном этапе органогенеза.

Заметный рост численности личинок клопов вредной черепашки, имаго трипсов, тлей, развитие бурой ржавчины, септориоза листьев отмечались к фазе флагового листа. Эта ситуация в агроценозе вызывала необходимость очередного проведения защитных мероприятий на посевах озимой пшеницы. Для их выполнения была составлена баковая смесь препаратов, в состав которой вошли: инсектицид на основе *клотианидина* в форме препарата Клотиамет, ВДГ (500 г/кг) при норме применения 0,04 кг/га для ограничения численности и вредоносности фитофагов; второй компонент – комбинированный фунгицид на основе *пираклостробина* и *эпоксиконазола* при соотношении компонентов соответственно 62,5 + 62,5 г/л в форме препарата Абакус, СЭ для ограни-

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

чения вредоносности бурой ржавчины, септориоза листьев и колоса; третий компонент – карбамид при норме применения 15 кг/га в качестве азотной подкормки растений и усиления биологического эффекта препаратов. Объем рабочей жидкости смеси составил 300 л/га. Применение баковой смеси пестицидов и агрохимикатов показало высокий уровень биологической эффективности как в отношении фитофагов, так и фитопатогенов (табл. 4).

Таблица 4. Биологическая эффективность баковой смеси пестицидов и агрохимиката на посевах озимой пшеницы в фазе флагового листа, %

Виды вредных организмов	Сутки учета численности вредных организмов			
	3	7	14	21
Контроль				
Злаковые тли	5 экз. на стебель	8 экз. на стебель	9 экз. на стебель	12 экз. на стебель
Пшеничный трипс	10 экз. на колос	10 экз. на колос	10 экз. на колос	10 экз. на колос
Клоп черепашка	1 экз./м ²	1 экз./м ²	1 экз./м ²	1 экз./м ²
Бурая ржавчина	2% развития	2% развития	2% развития	2% развития
Септориоз листьев	12% развития	12% развития	12% развития	12% развития
Баковая смесь препаратов Клотиамет, ВДГ (500 г/кг) + Абакус, СЭ + Карбамид				
Злаковые тли	100	100	100	100
Пшеничный трипс	100	100	100	100
Клоп черепашка	100	100	100	100
Бурая ржавчина	100	100	96	90
Септориоз листьев	100	100	97	89

На завершающем этапе органогенеза культуры, а именно в фазу налива зерна заселение растений личинками клопа вредной черепашки и имаго жука-кузьки в пороговой численности вызывала необходимость ограничения их вредоносности. Это выполнялось с помощью комбинированного инсектицида на основе *лямбда-цигатотрина* и *тиаметоксама* при соотношении компонентов соответственно 106 + 141 г/л в форме препарата Эфория, КС при норме применения 0,2 л/га. Вторым компонентом был взят карбамид при норме применения 20 кг/га в качестве азотной подкормки для повышения количества и качества зерна, а также повышения биологической эффективности инсектицида за счет синергетического эффекта. Применение баковой смеси указанного состава позволило снизить численность личинок клопа вредной черепашки и имаго жука-кузьки до уровня 100% (табл. 5).

Таблица 5. Биологическая эффективность баковой смеси инсектицида и агрохимиката на посевах озимой пшеницы в фазе налива зерна, %

Вид вредного организма	Сутки учета численности вредных организмов			
	3	7	14	21
Контроль				
Хлебный жук-кузька	3,0	3,0	3,0	3,0
Баковая смесь препаратов Эфория, КС + Карбамид				
Хлебный жук-кузька	100	100	100	100

Результаты высокой биологической эффективности применения баковых смесей пестицидов и агрохимикатов против вредных организмов на посевах озимой пшеницы отразились и на уровне хозяйственной эффективности (табл. 6). Величина прибавки урожая от применения баковых смесей пестицидов и агрохимикатов достоверно отличается от контрольного варианта. Существенность различий урожайных данных по вариантам опыта подтверждена расчетом наименьшей существенной разности (НСР).

Таблица 6. Хозяйственная эффективность применения баковых смесей пестицидов с карбамидом против вредных организмов на посевах озимой пшеницы

Варианты опыта	Урожайность, ц/га			Среднее значение урожайности, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га
	2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Контроль	38,0	38,6	38,0	38,2	-
Баковая смесь пестицидов и агрохимикатов	42,7	45,5	50	46,1	7,9
НСР ₉₅ = 2,68 ц/га					

Экономическая эффективность применения инсектицидов на озимой пшенице представлена в таблице 7. Расчет экономической эффективности выполнен в соответствии с существующими рекомендациями [13]. Данные таблицы 7 свидетельствуют о том, что применение баковых смесей пестицидов и агрохимикатов для ограничения численности вредных организмов является рентабельным приемом.

Таблица 7. Экономическая эффективность применения пестицидов с агрохимикатами на озимой пшенице

Показатели	Величины показателей	
	контроль	баковые смеси
Урожайность, ц/га	38,2	46,1
Материально-денежные затраты, руб./га	15544,44	17832,2
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	406,9	387,7
Условно чистый доход, руб./га	60855,6	74065,5
Уровень рентабельности, %	391,5	412,9

Несмотря на увеличение материально-денежных затрат при производстве зерна озимой пшеницы по технологии с применением баковых смесей средств защиты растений с карбамидом по сравнению с контролем снижается себестоимость продукции и возрастает уровень рентабельности. Так, на варианте применения баковых смесей пестицидов на рубль затрат было получено почти 413 руб. чистой прибыли при себестоимости основной продукции, равной 387,7 руб./ц, а на контрольном варианте – соответственно 391,5 руб. и 406,9 руб./ц.

Выводы

1. За годы исследований в агроценозе озимой пшеницы ИП К(Ф)Х Ульянич В.А. Усманского района Липецкой области выявлен широкий спектр доминантных и экономически значимых видов вредных организмов: проволочники, озимая совка, клоп вредная черепашка, пьявица красногрудая, жук-кузька, полосатая хлебная блошка, пшеничный трипс, злаковые мухи, злаковые тли, снежная плесень, корневые гнили, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз, осот полевой, вьюнок полевой, подмаренник цепкий.

2. Агротехнические приемы технологии выращивания озимой пшеницы не снижают плотность популяций большинства вредных организмов, и она остается высокой – на уровне и даже выше показателей ЭПВ.

3. Применение баковых смесей пестицидов и агрохимикатов против вредных видов организмов в посевах озимой пшеницы позволило ограничить их численность до экономически незначимых пределов и получить урожай зерна в среднем за три года 46,1 ц/га.

4. Несмотря на увеличение материально-денежных затрат при производстве зерна озимой пшеницы по технологии с применением баковых смесей средств защиты растений и агрохимикатов по сравнению с контролем снижается себестоимость продукции и возрастает уровень рентабельности. В среднем за три года на варианте применения баковых смесей на рубль затрат было получено почти 413 руб. чистой прибыли при себестоимости продукции, равной 387,7 руб./ц, а на контрольном варианте – соответственно 391,5 руб. и 406,9 руб./ц.

Библиографический список

1. Баздырев Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов / Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белошапкина : учеб. пособие. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 302 с.
2. Беляев И.М. Вредители зерновых культур / И.М. Беляев. – Москва : Колос, 1974. – 284 с.
3. Илларионов А.И. Обоснование выбора инсектицида для защиты пшеницы от клопа вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Puton) / А.И. Илларионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – Вып. 2 (53). – С. 31–39.
4. Илларионов А.И. Ресурсосбережение на этапе выбора инсектицидов для защиты озимой пшеницы от злаковых мух / А.И. Илларионов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – Вып. 3 (46). – С. 42–51.
5. 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: 28.11.2018).

6. Илларионов А.И. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химические средства защиты растений» / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 177 с.
7. Лаптев А.Б. Защита растений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А.Б. Лаптев // Фитосанитарное оздоровление экосистем : матер. второго Всероссийского съезда по защите растений (г. Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г.). – Санкт-Петербург : РАСХН, ВИЗР, 2005. – Т. 2. – С. 535–537.
8. Махоткин А.Г. Защита озимой пшеницы / А.Г. Махоткин // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2009. – № 11. – 44 с.
9. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.
10. Павлов И.Ф. Защита полевых культур от вредителей / И.Ф. Павлов. – Москва : Россельхозиздат, 1983. – 224 с.
11. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур / В.Ф. Пересыпкин. – Москва : Колос, 1979. – 279 с.
12. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2018 год : справочное издание // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2018. – № 5. – 816 с.
13. Справочник по защите растений / В.А. Захаренко и др. ; под ред. Ю.Н. Фадеева. – Москва : Агропроиздат, 1985. – 415 с.
14. Фитосанитарная диагностика ; под ред. Ченкина А.Ф. – Москва : Колос, 1994. – 323 с.
15. Фитосанитарный прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в 2014 году и рекомендации по борьбе с ними. Требования к семенам сельскохозяйственных культур ; под ред. Н.Я. Кузнецова. – Воронеж : ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области, 2014. – 152 с.
16. Фитосанитарный прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в 2015 году и рекомендации по борьбе с ними. Требования к семенам сельскохозяйственных культур ; под ред. Н.Я. Кузнецова. – Воронеж : ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области, 2015. – 185 с.
17. Фитосанитарный прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в 2016 году и рекомендации по борьбе с ними. Требования к семенам сельскохозяйственных культур ; под ред. Н.Я. Кузнецова. – Воронеж : ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области, 2016. – 187 с.
18. Фитосанитарный прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в 2017 году и рекомендации по борьбе с ними. Требования к семенам сельскохозяйственных культур ; под ред. Н.Я. Кузнецова. – Воронеж : ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области, 2017. – 196 с.
19. Фитосанитарный прогноз появления и распространения вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в 2018 году и рекомендации по борьбе с ними. Требования к семенам сельскохозяйственных культур. – Воронеж : ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области, 2018. – 192 с.
20. 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.

Андрей Викторович Женчук – агроном ИП К(Ф)Х Ульянич В.А., Россия, Липецкая область, Усманский район, e-mail: 48-555@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 08.02.2019

Дата принятия к печати 22.02.2019

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.

Andrey V. Zhenchuk, Agronomist, IP K(F)KH Ulyanich V.A., Russia, Lipetsk Oblast, Usmansky District, e-mail: 48-555@mail.ru.

Received February 08, 2019

Accepted February 22, 2019

ПРИМЕНЕНИЕ БИОФУНГИЦИДОВ НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA HARZIANUM* RIFAI ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВ В НАСАЖДЕНИЯХ АЛЫЧИ

Николай Николаевич Леонов¹
Виктор Петрович Сокирко²
Елизавета Айрапетовна Мелькумова³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
цветоводства и субтропических культур, г. Сочи

²Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

³Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Для оздоровления бурых лесных почв влажных субтропиков России в насаждениях косточковой культуры алычи изучена перспективность применения биофунгицидов в сравнении с химическими фунгицидами. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в посадках алычи 2000 г. (схема посадки 5 × 4 м, почва бурая лесная) в условиях Краснодарского края, г. Сочи. Микробиота корневой ризосферы алычи в химическом варианте представлена грибами из родов *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Cephalosporium*, *Verticillium*, *Aspergillus*. Из супрессивной микробиоты выделялись грибы рода *Trichoderma* и актинобактерии рода *Streptomyces* sp. Рассмотрена динамика развития почвенной микробиоты в системе «фитопатоген – супрессор». В качестве биофунгицидов применяли трихоцин, СП и глиокладин, Ж, действующим веществом которых являются споры гриба *Trichoderma harzianum*, а в качестве химических фунгицидов – хорус, ВДГ и скор, КЭ с однокомпонентными веществами – соответственно ципродинилом и дифеноконазолом. Большинство выявленных фитопатогенных грибов обладали вирулентными свойствами и относились к классу *Deuteromycetes*. Биологические фунгициды целенаправленно подавляли действие патогенных грибов, способствовали разложению растительных остатков и, как следствие, улучшали структуру почвы. На вариантах применения глиокладина, Ж и трихоцина, СП отмечено повышение урожайности соответственно на 12,0 и 8,0% по сравнению с вариантом применения химических фунгицидов. Агробиологическое оздоровление почвы существенно снижало потенциал грибов-фитопатогенов за счет возрастания количества КОЕ – колониобразующих единиц полезной (супрессивной) микробиоты. Установлено, что наиболее благоприятная обстановка по оздоровлению бурых лесных почв создается при применении глиокладина, Ж.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: косточковые культуры, алыча, биофунгициды, микробиота, оздоровление почвы, триходерма.

THE APPLICATION OF BIOFUNGICIDES CONTAINING *TRICHODERMA HARZIANUM* RIFAI FOR SOIL IMPROVEMENT UNDER CHERRY PLUM PLANTINGS

Nikolay N. Leonov¹
Viktor P. Sokirko²
Elizaveta A. Melkumova³

¹All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi

²Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

³Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors have studied the prospects of using biofungicides compared to chemical fungicides for the reclamation of brown forest soils under the plantings of cherry plum stone fruit in humid subtropics of Russia. Studies were conducted in 2015-2017 in the cherry plum garden planted on brown forest soils in 2000 (planting scheme of 5 × 4 m) in the conditions of Krasnodar Krai in Sochi. The microbiota of the root rhizosphere of cherry plum in the chemical variant was represented by fungi from the genera *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Cephalosporium*, *Verticillium*, and *Aspergillus*. The suppressive microbiota was represented by fungi of the *Trichoderma* genus and actinobacteria of the *Streptomyces* sp. genus. The authors have considered the dynamics of development of soil microbiota in the

system of «phytopathogen – suppressor». Trichocin WP and liquid Gliocladin were used as biofungicides with their active substance being the spores of the *Trichoderma harzianum* fungus. Chorus WG and Score EC with single-component substances (cyprodinil and difenoconazole, respectively) were used as chemical fungicides. Most of the identified phytopathogenic fungi had virulent properties and belonged to the class of Deuteromycetes. Biological fungicides purposefully inhibited the action of pathogenic fungi, promoted the decomposition of plant residues and, as a result, improved the structure of the soil. In the variants where liquid Gliocladin and Trichocin WP were used the yield increased by 12.0 and 8.0%, respectively, compared to the variants where chemical fungicides were used. Agrobiological soil reclamation significantly reduced the potential of phytopathogenic fungi by increasing the number of CFU, i.e. colony forming units of the useful (suppressive) microbiota. It has been established that the most favorable environment for the reclamation of brown forest soils was created when using liquid Gliocladin.

KEYWORDS: stone fruits, cherry plum, biofungicides, microbiota, soil reclamation, trichoderma.

Введение

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства без средств защиты невозможно получить хороший и качественный урожай, поэтому товаропроизводители стали применять все больше пестицидов и других химических средств. Интенсификация сельского хозяйства, основанная на применении минеральных удобрений, химических средств защиты растений, порождает массу проблем, среди которых можно отметить нарастающее загрязнение окружающей среды, почвоуплотнение и деградацию почв – вот далеко неполный список последствий, с которыми столкнулись сельхозтоваропроизводители многих стран мира. Усугубляют эти процессы глобальные климатические изменения [3, 10]. Ученые отмечают резкое увеличение числа вредных объектов – мигрантов из других континентов и зон, на полях появляются новые, ранее отсутствовавшие вредители, сорняки, болезни. Из-за масштабного применения химических пестицидов происходит формирование резистентности вредных объектов к химическим действующим веществам. Чтобы противостоять этим явлениям, ученые все чаще заявляют об обязательном использовании биопрепаратов как элементе интегрированной системы защиты растений и насаждений.

Садоводство является той отраслью, где использование биофунгицидов целесообразно и имеет большие перспективы. В целом в растениеводстве России в XXI в. обозначилась проблема фитотоксикоза почв. В аграрных предприятиях любой принадлежности существуют сады с ежегодным низким урожаем плодовых культур даже на фоне применения минеральных удобрений [7, 10].

В агрономической науке появились новые термины – «эпифитотийные сады», «агрессивный синергизм». Термин «агрессивный синергизм» при фитотоксикозе почв (синергизм – synergism – взаимодействие двух или нескольких организмов, усиливающих негативное воздействие на живой организм) предложен О.Л. Рудаковым [9].

Основными симптомами токсикоза являются снижение урожайности различных культурных растений, высокий процент заражения насаждений корневыми гнилями [10]. Обычно фитотоксикоз возникает при структурной и химической деградации почвы в садах с низким уровнем агротехники, при переувлажнении почв и т. д. По данным О.Л. Рудакова [9], фитотоксикоз усиливается при заселении почвы грибами рода *Fusarium*. При этом происходит разрушение микробных систем, что приводит к изменению структуры микроорганизмов с преобладанием фитопатогенных видов. В таких почвах обычно появляются фузариозные корневые гнили. В дальнейшем создаются оптимальные условия для взаимоотношений грибов рода *Fusarium* с грибами *Aspergillus* и *Penicillium* [2, 8].

Большинство исследований фитотоксикоза проводится в полевых условиях на черноземах выщелоченных [10]. Исследования, которые касались бы взаимодействия фитопатогенной и супрессивной микробиоты в почве ризосферы древесных растений с постоянным многолетним комплексом микробиоты в бурых лесных почвах влажных субтропиков, практически отсутствуют.

Для решения этой проблемы в течение трех лет изучалась динамика накопления конкурентной и патогенной микробиоты в бурых лесных почвах в посадках алычи в условиях Краснодарского края. Определение эффективности применения биофунгицидов в оздоровлении почвы под косточковой культурой (алычой) явилось основной целью исследований.

Материалы и методы

В качестве биофунгицидов применяли трихоцин, СП и глиокладин, Ж, действующим веществом которых являются различные штаммы гриба *Trichoderma harzianum*: Г.30 и 18, полученные из Всероссийского института защиты растений (ВИЗР). Первый препарат представлен в виде смачивающего порошка, второй – в виде жидкости.

Вариант 1 включал применение химических фунгицидов хорус, ВДГ (в виде воднодиспергируемых гранул) и скор, КЭ (в виде концентрата эмульсии) с однокомпонентными действующими веществами – соответственно ципродинилом и дифенокназолом.

Исследования проводились в 2015–2017 гг. в насаждениях косточковой культуры алычи (схема посадки 5 × 4 м, площадь 1 га, сорт Обильная) на базе Государственного унитарного предприятия Краснодарского края совхоза «Октябрьский» г. Сочи.

Закладка и проведение опыта выполнялись в соответствии с общепринятой методикой [5].

Схема опыта по изучению влияния биофунгицидов на оздоровление почвы включала следующие варианты:

- 1) обработка химическими фунгицидами (ХФ): хорус, ВДГ – 0,2 кг/га, скор, КЭ – 0,2 л/га – сравнительный контроль;
- 2) обработка трихоцином, СП – 0,6 кг/га;
- 3) обработка глиокладином, Ж – 2 л/га.

Обработки осуществлялись путем пролива почвы в прикорневой зоне из расчета 2 л рабочего раствора на 1 м², затем отбирались почвенные образцы, которые исследовались в лаборатории почвенного микологического анализа и лаборатории почвоведения Кубанского государственного аграрного университета.

Идентификацию почвенных грибов, их количественный учет осуществляли традиционными микологическими методами (посев на питательные среды и микроскопический анализ) [1, 6].

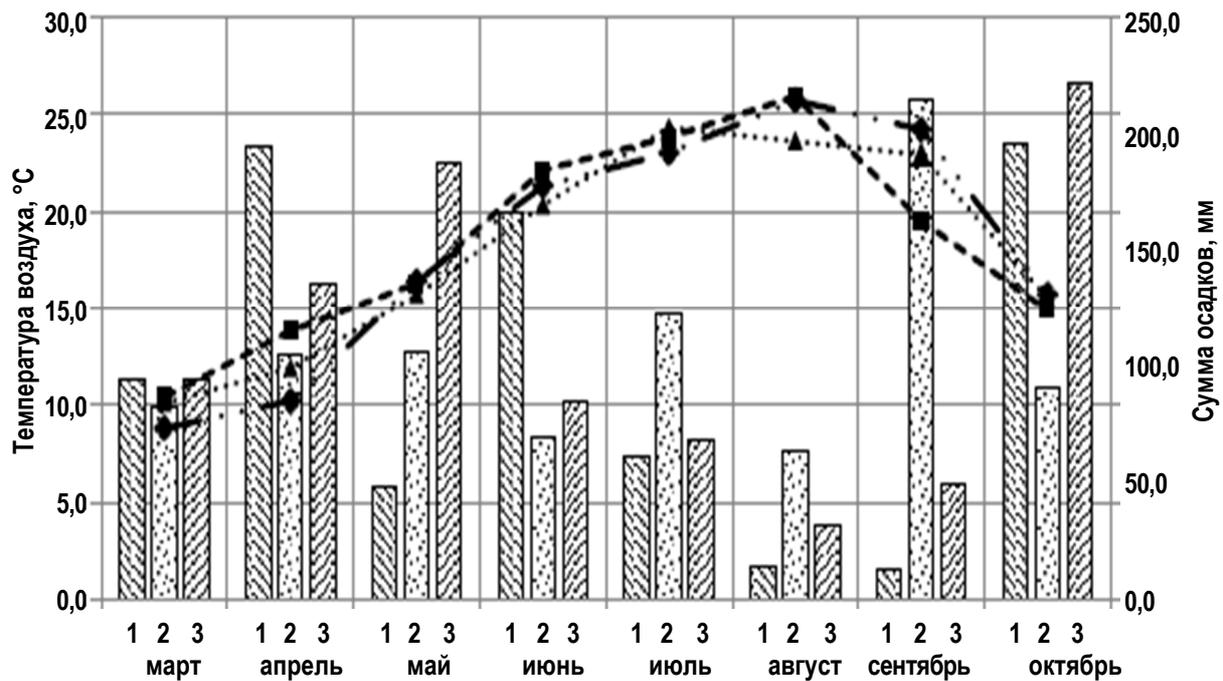
Учитывая тот факт, что биофунгициды подавляют фитопатогенную микробиоту и способствуют разложению растительных остатков, в программу почвенно-агрохимических исследований входило определение следующих показателей:

- рН – потенциометрическим методом;
- плотности почвы – по Качинскому;
- общей пористости – расчетным способом на основании плотности твердой фазы и плотности сложения;
- гранулометрического состава почвы – раствором пиррофосфата натрия;
- гумуса почвы – по методу Тюрина [10].

Статистическую обработку данных, полученных в результате проведенных исследований, проводили с использованием пакета программ Statistica 5.5. Для выявления существенного различия между исследуемыми вариантами использовался критерий Тьюки при достоверности данных $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Влияние биофунгицидов на оздоровление почвы в насаждениях алычи изучали в 2015–2017 гг., метеорологические условия которых были различными. Наиболее существенные отличия отмечены в количестве среднемесячных осадков, что оказало значительное влияние на развитие фитопатогенов в почве опытного участка (см. рис.).



Метеорологические показатели в период применения биофунгицидов в насаждениях алычи, 2015–2017 гг.: температура: 1 – 2015 г.; 2 – 2016 г.; 3 – 2017 г.; сумма осадков: —◆— 2015 г.; —■— 2016 г.; —▲— 2017 г.

Накануне обработки приствольных кругов препаратами в почве были выявлены следующие роды фитопатогенных микромицетов: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Verticillium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus*.

Через 10 дней после внесения глиокладина, Ж и трихоцина, СП в корневой ризосфере растений алычи отмечено следующее процентное соотношение патогенной микробиоты:

- Fusarium* – 32%;
- Aspergillus* – 18%;
- Verticillium* – 14%;
- Alternaria* – 12%;
- Cephalosporium* – 7%;
- Cladosporium* – 7%;
- Penicillium* – 4%.

Динамика развития почвенной микробиоты в химическом варианте в системе «фитопатоген – супрессор» изменялась. Из антагонистической микробиоты выделялись грибы рода *Trichoderma*. Соотношение фитопатоген – супрессор во второй декаде мая составило 2,3 : 1 (табл. 1).

Изменялась микробиота на вариантах применения глиокладина, Ж и трихоцина, СП, при этом *T. harzianum* до июня 2017 г. активно накапливалась. Однако, несмотря на ее значительное развитие, отмечалось усиленное размножение альтернэрии и стабильное нарастание фузариоза. После внесения биофунгицидов глиокладина, Ж и трихоцина, СП фитопатогены продолжали развиваться до тех пор, пока не возрос количественный потенциал полезной микробиоты, угнетающей фитопатогены.

В начале июня 2017 г., на фоне высокой температуры и низкой влажности верхнего слоя почвы, наблюдался спад развития всех патогенных микромицетов, в то время как колонии антагонистов продолжали успешно развиваться. С июня произошло активное нарастание *Trichoderma* sp., что позволило снизить развитие фитопатогенов и уве-

лечить число колоний полезной микробиоты до 26 тыс. пропагул, что свидетельствует о высоком содержании комплексной антагонистической микробиоты.

Таблица 1. Динамика развития микробиоты в почве, КОЕ – тыс./г сух. почвы

Вариант	Fusarium	Cladosporium	Sephalosporium	Verticillium	Penicillium	Alternaria	Aspergillus	Trichoderma (антагонист)	Соотношение патоген – супрессор
Вторая декада мая									
ХФ	9	2	2	4	1	5	5	12	2,3 : 1
Трихоцин, СП	8	1	1	3	0	4	2	12	1,6 : 1
Глиокладин, Ж	8	0	0	2	1	4	0	14	1 : 1
Третья декада мая									
ХФ	24	2	2	4	2	20	7	21	3 : 1
Трихоцин, СП	17	0	0	1	1	18	2	23	1,7 : 1
Глиокладин, Ж	15	0	0	0	0	16	0	24	1,3 : 1
Первая декада июня									
ХФ	11	1	1	2	2	8	6	21	1,5 : 1
Трихоцин, СП	9	0	0	0	0	7	6	25	1 : 1,3
Глиокладин, Ж	8	0	0	0	0	2	5	26	1,3 : 1,7
Третья декада июня									
ХФ	17	0	0	0	0	7	4	22	1,3 : 1
Трихоцин, СП	8	0	0	0	0	6	2	26	1 : 1,6
Глиокладин, Ж	6	0	0	0	0	5	0	29	1 : 2,4

Следовательно, при внесении биофунгицидов в верхний горизонт почвы происходит нарастание колоний антагонистов – триходермы, в результате чего резко снижалось содержание пропагул фитопатогенов (*Fusarium*, *Cladosporium*, *Sephalosporium*, *Verticillium*, *Aspergillus*), что указывает на направленную, биологическую минимизацию инфекционного фона в почве.

В третьей декаде мая в образцах почвы контрольного варианта отмечалось максимальное количество фитопатогенной биоты, что составило (в среднем за три года) 61 тыс. пропагул в 1 г почвы. В образцах почвы варианта с применением биофунгицидов количество фитопатогенной микробиоты снижалось в 2 раза.

В образцах почвы второго варианта обнаружено 37 тыс./г КОЕ, третьего – 31 тыс./г. В фитопатогенной микробиоте преобладали грибы родов *Fusarium* и *Alternaria*.

Установлено, что в образцах почвы контрольного варианта на долю фузариозной инфекции приходилось 39% от выделенных фитопатогенных видов. Количество КОЕ составило 24 тыс. пропагул на 1 г почвы. В образцах почвы второго варианта этот показатель соответствовал 17 тыс. ед., или 28% от общего количества выделенных фитопатогенов. Следует отметить, что преобладала также альтернариозная инфекция, на долю которой приходилось 32,8% от общего количества фитопатогенных микромицетов.

В образцах почвы, отобранных на вариантах применения биофунгицидов, количество КОЕ фузариозной инфекции оказалось ниже альтернариозной. При этом кон-

трольный вариант характеризовался как самый высокий по содержанию КОЕ: для грибов рода *Aspergillus* – 7 тыс. пропагул на 1 г почвы, для грибов рода *Verticillium* – 4 тыс. В образцах почвы контрольного варианта обнаружено присутствие токсинообразующих грибов из родов *Penicillium* и *Cephalosporium*, свидетельствующее о том, что почва нуждается в дальнейшем оздоровлении.

Биофунгициды подавляют фитопатогенную микробиоту и способствуют разложению растительных остатков. Активным конкурентом фитопатогенам в почве является *T. harzianum*, выделяющая антибиотики (глиотоксин, виридин, триходермин), токсины, которые подавляют другие грибы (включая и фитопатогены), проникая в их гифы [4, 11]. Именно в гиперпаразитической активности, в конкуренции за источник питания, в способности образовывать комплекс ферментов и заключается биологический эффект триходермы.

Применение биофунгицидов оказало положительное влияние на структурное состояние бурых лесных почв, о чем свидетельствует увеличение в верхнем слое почвы количества агрономически ценных структурных агрегатов размером 0,25–10 мм (табл. 2). Наибольшее их количество отмечено в образцах варианта применения глиокладина, Ж, где их увеличение составило 10,1% относительно контроля. Аналогичная тенденция прослеживается при применении биофунгицида Трихоцин, СП, где отмечено увеличение ценных структурных агрегатов на 8,8%.

Хорошее гумусовое и структурное состояние почвы благоприятно отражается на ее общих физических свойствах. Установлено, что при применении биофунгицида глиокладина, Ж уменьшается величина плотности почвы на 7,9% относительно контроля. Использование трихоцина, СП снижало уровень плотности на 4,1%, что оказывало существенное влияние на продуктивность исследуемой косточковой культуры – алычи. Об этом свидетельствуют и расчеты общей пористости почвы, величина которой в опытных вариантах превышала контроль соответственно на 2,2 и 3,8%.

Таблица 2. Влияние биофунгицидов на содержание гумуса и структурные показатели бурых лесных почв в посадках алычи, %

Вариант	Легкоокисляемые формы гумуса	Структурные агрегаты размером 0,25–10 мм (+%)	Плотность почвы (-%)
Химические фунгициды	1,9	0	0
Трихоцин, СП	2,6	8,8	4,1
Глиокладин, Ж	3,0	10,1	7,9

Данные, представленные в таблице 2, также свидетельствуют, что внесение биофунгицидов трихоцин, СП и глиокладин, Ж способствовало увеличению количества общего гумуса. Легкоокисляемые формы гумуса в почве контрольного варианта составили 1,9%, во втором варианте этот показатель возрос до 2,6% и в третьем варианте – до 3,0%.

Заключение

Проведенные мероприятия по оздоровлению бурых лесных почв под насаждениями алычи позволили снизить фитопатогенную инфекцию возбудителей корневых гнилей косточковых культур и оптимизировать развитие супрессивных микромицетов. При этом в почве насаждений формируется совокупность биологических, физико-химических и агрохимических свойств, обеспечивающих развитие полезной микробиоты и подавление фитопатогенов.

Анализ действия биофунгицидов на урожайность косточковых культур показал, что приемы по оздоровлению почвы способствовали увеличению урожая плодов алычи. На варианте применения биофунгицида трихоцин, СП урожайность повысилась по

сравнению с вариантом применения химических фунгицидов на 8%. Наибольшая прибавка урожая плодов отмечена на варианте применения глиокладина, Ж – на 12%.

Таким образом, можно сделать вывод, что агробиологическое оздоровление почвы существенно уменьшает потенциал фитопатогенов за счет возрастания количества КОЕ полезной микробиоты. Оздоровление почвы биофунгицидами способствует оптимизации гумусового и структурного состояния бурых лесных почв, что оказывает благоприятное воздействие на их физические свойства и пищевой режим.

Библиографический список

1. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев : Наукова думка, 1978. – 239 с.
2. Биологическая защита растений / Ф.У.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова ; под ред. д-ра биол. наук, проф. М.В. Штерншис. – Москва : КолосС, 2004. – 264 с.
3. Глинушкин А.П. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве / А.П. Глинушкин, М.С. Соколов, Е.Ю. Торопова. – Москва : Агрорус, 2016. – 288 с.
4. Гнеушева И.А. Биологическая активность грибов рода *Trichoderma* и их промышленное применение / И.А. Гнеушева // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3 (24). – С. 36–38.
5. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / В.И. Долженко. – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2009. – 378 с.
6. Кураков А.В. Методы выделения и характеристика комплексов микроскопических грибов наземных экосистем : учебно-методическое пособие / А.В. Кураков. – Москва : МАКС Пресс, 2001. – 92 с.
7. Леонов Н.Н. Эффективность применения Глиокладина в защите алычи от болезней в субтропиках России / Н.Н. Леонов // Современные проблемы инновационного развития сельского хозяйства и научные пути технологической модернизации АПК : матер. Международной науч.-практ. конф. – Махачкала : Дагестанский НИИСХ, 2016. – С. 111–116.
8. Петровский А.С. Микробиологические препараты в растениеводстве : альтернатива или партнерство? // А.С. Петровский, С.Д. Каракотов // Защита и карантин растений. – 2017. – № 2. – С. 14–18.
9. Рудаков В.О. Природа почвенных фитотоксикозов и проблема защиты растений / В.О. Рудаков // Агро XXI. – 2009. – № 13. – С. 11–13.
10. Сокирко В.П. Применение *Trichoderma harzianum* против почвенной фузариозной инфекции / В.П. Сокирко, М.В. Немченко, А.А. Бальян // Материалы 72-й научно-практической конференции преподавателей Кубанского ГАУ (г. Краснодар, 29 марта 2017 г.). – Краснодар : ФГБОУ ВО КубГАУ, 2017. – С. 251–252.
11. Терпелец В.И. Учебно-методическое пособие по агрофизическим и агрохимическим методам исследования почв / В.И. Терпелец, В.Н. Слюсарев. – Краснодар : КубГАУ. – 2010. – 65 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Николай Николаевич Леонов – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Россия, г. Сочи, e-mail: ozt@vniisubtrop.ru.

Виктор Петрович Сокирко – доктор биологических наук, профессор кафедры фитопатологии, энтомологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru.

Елизавета Айрапетовна Мелькумова – 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: botanika@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 12.01.2019

Дата принятия к печати 24.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nikolay N. Leonov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Plant Protection Department, All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Russia, Sochi, e-mail: ozt@vniisubtrop.ru.

Viktor P. Sokirko, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Phitopathology, Entomology and Plant Protection, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: mail@kubsau.ru.

Elizaveta A. Melkumova, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: botanika@agronomy.vsau.ru.

Received January 12, 2019

Accepted February 24, 2019

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ РУДЕРАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА АГРОЭКОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Евгения Николаевна Мысник¹
Вячеслав Леонидович Захаров²
Роман Викторович Щучка²
Борис Александрович Сотников²
Владимир Александрович Кравченко²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений

²Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

Представлены результаты планомерного изучения сорных растений Липецкой области, начатого в 2016 г. с целью выявления и анализа состава видов рудеральной части сорной флоры в агроэкосистемах сельскохозяйственных предприятий на юго-востоке Липецкой области. Внимание уделено разным видам рудеральных мест произрастания сорных растений (полевая дорога, лесная полоса, мусорное место). При проведении исследования применялся стандартный набор методик для исследований данного типа. Это методика обследования рудеральных местообитаний, расчеты и оценка показателей встречаемости видов и коэффициента флористического сходства, метод флористического анализа, метод сравнительного анализа. Ревизия видового состава позволила выявить 140 наименований. Эти виды входят в 107 родов и 31 семейство. Проведено сравнение количественных и качественных показателей, характеризующих видовые составы сорных растений разных типов рудеральных мест и географического выдела в целом. Рассчитанные значения коэффициента флористического сходства Жаккара продемонстрировали достаточно высокое сходство видовых списков по всем сравниваемым парам. Выявлено значительное сходство состава групп ведущих семейств. Продемонстрировано сходство структур видовых составов по долям видов определенных классов постоянства встречаемости. Проанализирован состав групп видов-доминант и сопутствующих видов, определены общие и различные элементы. Выявлено присутствие в составе данных групп для юго-востока региона в целом 87,5% видов, составляющих эти группы на полях. Полученные данные по видовому составу сорной растительности рудеральных мест можно использовать при планировании защитных мероприятий в системе земледелия хозяйств юго-восточной части Липецкой области.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сорное растение, агроэкосистемы, мониторинговые исследования, рудеральный компонент, состав видов, структура, защита растений.

WEED PLANTS OF THE RUDERAL COMPONENT OF AGROECOSYSTEMS IN THE SOUTH-EAST OF LIPETSK OBLAST

Evgeniya N. Mysnik¹
Vyacheslav L. Zakharov²
Roman V. Shchuchka²
Boris A. Sotnikov²
Vladimir A. Kravchenko²

¹All-Russian Institute for Plant Protection

²Bunin Yelets State University

The authors present the results of a systematic study of weed plants of Lipetsk Oblast launched in 2016 with the objective of identifying and analyzing the composition of species of the ruderal part of weed flora in the agroecosystems of agricultural enterprises in the south-east of Lipetsk Oblast. Attention is paid to different types of ruderal sites where weeds grow (e.g. field road, forest belt, waste landfill site, etc.). During the study a conventional set of techniques for this type of research was used. It included the methodology for surveying ruderal habitats, calculation and assessment of parameters of occurrence of species and floristic similarity coefficient, the method of floristic analysis, and the method of comparative analysis. The audit of the species composition allowed identifying 140 items. These species belong to 107 genera and 31 families. The authors have performed a comparison of quantitative and qualitative parameters that

characterize the species composition of weeds at different types of ruderal sites and the geographical unit as a whole. The calculated values of the Jaccard floristic similarity coefficient demonstrated a fairly high similarity of species lists for all the compared pairs. A significant similarity in the composition of groups of the leading families was revealed. The study demonstrates the similarity of structures of species compositions by the shares of species of certain classes of constancy of occurrence. The authors have analyzed the composition of groups of dominant and accompanying species and determined their common and different elements. It was revealed that the composition of these groups in the south-east part of the region as a whole is represented by 87.5% of species constituting these groups in the fields. The obtained data on the species composition of weed plants in ruderal sites can be used when planning the protective measures in the farming system of farms in the south-eastern part of Lipetsk Oblast.

KEYWORDS: weed plant, agroecosystems, monitoring studies, ruderal component, species composition, structure, plant protection.

Введение

Знание особенностей регионального распространения сорных растений имеет как научное, так и практическое значение. Растительные сообщества настолько взаимосвязаны, что виды растений могут переходить с рудеральных мест на поля, поэтому перед тем как начать возделывать то или иное поле, следует узнать видовой состав полевого окружения.

Сорняками называются растения, нежелательные для человека, обитающие на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий, и конкурирующие с культурными растениями. Понятие «сорное растение» – сложное и неоднозначное. Эта категория видов растений занимает промежуточное положение между видами естественных растительных сообществ и культивируемыми с растениями [8]. В последнее время обозначился отход от узкой трактовки данного понятия, которое основывается не на наносимом ущербе культурным растениям, а на учете экологических особенностей видов сорных растений [2, 10]. Также в сторону расширения претерпело изменения и понятие «агроэкосистема» [6], которое объединяет не только поля, но и все остальные компоненты структуры хозяйства, которые их окружают (например, дороги, мелиоративные сети, оросительные сети, межи, рудеральные участки, лесные ветрозащитные насаждения, пастбищные угодья, сенокосные угодья). В совокупности с научными представлениями о сообществах растений и их взаимосвязях [7] одни и те же виды растений могут произрастать как на полях, так и на неполевых компонентах территории сельскохозяйственных предприятий и мигрировать между ними. Поэтому нельзя недооценивать значение рудерального компонента в агроэкосистемах.

Исследования, результаты которых представлены в статье, являются продолжением планомерного изучения сорных растений Липецкой области, начатого в 2016–2017 гг.

Цель проведенных исследований – выявление и анализ состава видов рудеральной части сорной флоры в агроэкосистемах сельскохозяйственных предприятий на юго-востоке Липецкой области.

Материалы и методы

Полевыми обследованиями в 2018 г. была охвачена территория на юго-востоке изучаемого региона (Грязинский, Добринский, Задонский, Усманский, Хлевенский районы). Внимание уделено разным видам рудеральных мест произрастания сорных растений (полевая дорога, лесная полоса, мусорное место), которые присутствуют среди площадей любого сельскохозяйственного предприятия. Соответственно, объектом изучения являются сорные растения указанных выше локалитетов. Ревизия сорной флоры этих мест позволила получить фактический материал для последующей обработки и анализа.

Рудеральные местообитания агроэкосистем обследованы по разработанной для этой цели методике, позволяющей изучать распространенность видов сорных растений [4].

Обработка данных осуществлялась как для выбранной части региона в целом, так и по типам рудеральных местообитаний в отдельности.

Посредством метода флористического анализа выявлены количество и соотношение систематических единиц, качественные различия в таксономической структуре [9].

Оценка сходства видовых составов сорных растений проведена с использованием коэффициента Жаккара [1].

Выполнены расчет и оценка показателей встречаемости для каждого зарегистрированного вида в соответствии с методической разработкой А.С. Казанцевой [3].

Полученные результаты подвергнуты сравнительному анализу. Систематические названия выверены в соответствии с принятыми в современной ботанике наименованиями [5].

Результаты и их обсуждение

В ходе мониторинга территории растениеводческих предприятий юго-востока Липецкой области проведена фиксация видового состава сорных растений на 113 рудеральных местообитаниях.

Общее количество выявленных видов сорных растений составило 140 наименований. Они входят в 107 родов, которые относятся к 31 семейству. Те же систематические единицы были выделены и для видовых составов сорных растений в соответствии с конкретным типом местообитания (табл. 1).

Таблица 1. Таксономические показатели видовых составов сорных растений разных типов рудеральных местообитаний (Липецкая область, 2018 г.)

Тип местообитания	Показатели		
	Количество видов	Количество родов	Количество семейств
Лесные полосы	108	87	27
Полевые дороги	94	90	26
Мусорные места	73	65	23

Как видно из данных таблицы 1, по всем количественным показателям флористическое богатство лесополос и полевых дорог выше, чем мусорных мест. Количество видов больше на 14–35 единиц, 22–25 единиц, семейств – на 3–4 единицы.

Также были рассчитаны средние таксономические показатели по всем позициям сравнения (табл. 2).

Таблица 2. Средние таксономические показатели видовых составов сорных растений разных типов рудеральных местообитаний (Липецкая область, 2018 г.)

Тип местообитания	Показатели		
	Среднее количество видов в роде	Среднее количество видов в семействе	Среднее количество родов в семействе
Без выделения типа местообитания	1,31	4,67	3,57
Лесные полосы	1,24	4,00	3,22
Полевые дороги	1,04	3,62	3,46
Мусорные места	1,12	3,17	2,83

Согласно данным таблицы 2 почти все средние количественные показатели также выше для лесополос и полевых дорог.

Количество видов сорных растений, входящих в разные семейства, различается. Равномерность в их распределении отсутствует. Существенное значение для характеристики видового состава имеет группа семейств, численность которых наиболее высока (ведущие семейства). Традиционно в группу ведущих по численности выделяют первые 10 семейств в ранжированном ряду. Именно в эту группу входит основное количество видов, зарегистрированных при обследованиях (106 видов – без выделения типов местообитания, 84 вида – лесополосы, 72 вида – полевые дороги, 61 вид – мусорные места). Хотя количество видов имеет различия, доля видов сорных растений, входящих в группы ведущих семейств, примерно одинакова (75,71% – без выделения типов местообитаний, 77,78% – лесополосы, 76,60% – полевые дороги), за исключением мусорных мест (83,56 %). Повышенная доля видов данной группы на мусорных местах объясняется более низким общим количеством зарегистрированных видов.

Сопоставление составов групп 10 семейств, ведущих по численности, показало их значительное сходство для разных вариантов сравнения (по типам рудеральных мест и без разделения по типам). Показатели для сравнения представлены в таблице 3.

Таблица 3. Структура групп ведущих по численности семейств сорных растений на рудеральных местообитаниях агроэкосистем хозяйств (Липецкая область, 2018 г.)

Название семейства	Количество видов в семействе			
	Без выделения типа местообитания	Тип местообитания		
		Лесные полосы	Полевые дороги	Мусорные места
Сложноцветные <i>Compositae</i> Giseke	31	27	22	19
Злаки <i>Gramineae</i> Juss.	16	14	13	11
Крестоцветные <i>Cruciferae</i> Juss.	13	11	7	6
Губоцветные <i>Labiatae</i> Juss., nom. altern.	12	7	7	5
Зонтичные <i>Umbelliferae</i> Juss.	7	4	5	5
Бурачниковые <i>Boraginaceae</i> Juss. (incl. <i>Hydrophyllaceae</i> R. Br.)	6	4	3	5
Гречиховые <i>Polygonaceae</i> Juss.	6	5	5	4
Гвоздичные <i>Caryophyllaceae</i> Juss.	5	5	–	2
Бобовые <i>Leguminosae</i> Juss.	5	–	4	–
Розоцветные <i>Rosaceae</i> Adans.	5	4	3	–
Подорожниковые <i>Plantaginaceae</i> Juss.	–	3	3	–
Маревые <i>Chenopodiaceae</i> Vent.	–	–	–	2
Норичниковые <i>Scrophulariaceae</i> Juss. s. l. (incl. <i>Orobanchaceae</i> Vent.)	–	–	–	2

Всего в образовании сравниваемых групп ведущих семейств принимают участие 12 семейств, восемь из которых присутствуют во всех 4 группах. Это семейства Сложноцветные, Злаки, Крестоцветные, Губоцветные, Зонтичные, Бурачниковые, Гречиховые, Гвоздичные. Во всех вариантах позиции с 1-й по 3-ю в ряду семейств занимают Сложноцветные, Злаки, Крестоцветные в указанном порядке. Кроме сходных элементов в структуре групп имеются и различия в зависимости от типа местообитания. Так, для лесополос выявлена замена семейства Бобовые Подорожниковыми, для полевых дорог – семейства Гвоздичные Подорожниковыми, для мусорных мест – семейств Бобовые и Розоцветные Маревыми и Норичниковыми.

Для выявления степени сходства сорных флор лесных полос, полевых дорог и мусорных мест был рассчитан коэффициент Жаккара. Полученные значения коэффициента продемонстрировали достаточно высокое сходство видовых списков по всем сравниваемым парам: 50,45 – 54,70 – 57,81%.

Несомненно, что виды не могут присутствовать в одинаковых количествах на всех обследованных точках. Для анализа представленности видов были рассчитаны показатели встречаемости каждого зарегистрированного вида сорного растения как для юго-востока области в целом, так и по отдельности для лесных полос, полевых дорог и мусорных мест. Далее проведена оценка полученных показателей встречаемости видов по классам постоянства и рассчитаны доли видов разных классов постоянства встречаемости в структурах сравниваемых видовых составов (табл. 4).

Таблица 4. Оценка показателей встречаемости видов сорных растений по классам постоянства для местообитаний разного типа (Липецкая область, 2018 г.)

Классы постоянства встречаемости видов	Доля видов класса постоянства встречаемости, %			
	Без выделения типа местообитания	Тип местообитания		
		лесные полосы	полевые дороги	мусорные места
I класс (1–20%)	82,86	75,00	81,89	65,75
II класс (21–40%)	10,71	16,67	10,64	15,07
III класс (41–60%)	5,71	5,56	5,32	16,44
IV класс (61–80%)	0,71	2,78	2,13	1,37
V класс (81–100%)	–	–	–	1,37
Низкие классы (I–II)	93,57	91,67	92,53	80,82
Высокие классы (III–V)	6,42	8,34	7,45	19,18

Как видно из данных таблицы 4, в структурах видовых составов сорных растений как рудеральных мест юго-востока региона в целом, так и выделенных типов рудеральных мест преобладают виды, имеющие низкие показатели встречаемости (I–II классы постоянства), особенно относящиеся к I классу постоянства. Доли видов высоких классов постоянства встречаемости (III–V классы) в структурах видовых составов по всем вариантам сравнения небольшие, в основном это виды, имеющие показатели, характерные для III класса постоянства встречаемости.

Оценка встречаемости видов сорных растений по классам постоянства также необходима для выделения групп доминирующих и сопутствующих видов.

В группу доминирующих входят виды с показателями встречаемости III–V классов постоянства.

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений юго-востока Липецкой области в целом выявлено, что доминирующие позиции занимают 9 видов. Показатели их встречаемости соответствуют III и IV классам постоянства. Это полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), марь белая (*Chenopodium album* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 41,59–57,52% (III класс постоянства); трехреберник непахучий *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. – 64,60% (IV класс постоянства).

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений лесных полос выявлено, что доминирующие позиции занимают 9 видов. Показатели их встречаемости также соответствуют III и IV классам постоянства: молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.), латук дикий (*Lactuca serriola* L.), марь белая, цикорий обыкновенный, полынь обыкновенная, полынь горькая – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 42,86–59,52% (III класс постоянства); трехреберник непахучий, пырей ползучий – 61,90–64,29% (IV класс постоянства).

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений полевых дорог выявлено, что доминирующие позиции занимают 7 видов. Показатели их встречаемости также соответствуют III и IV классам постоянства: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), вьюнок полевой, марь белая, трехреберник непахучий, пастушья сумка обыкновенная – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 50,00–59,09% (III класс постоянства); горец птичий, ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) – 61,36–72,73% (IV класс постоянства).

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений мусорных мест выявлено, что доминирующие позиции занимают 14 видов. Показатели их встречаемости соответствуют III, IV и V классам постоянства: подорожник большой (*Plantago major* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), марь белая, полынь обыкновенная, вьюнок полевой, костер ржаной (*Bromus secalinus* L.), горец птичий, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), полынь горькая, цикорий обыкновенный, латук дикий, пастушья сумка обыкновенная – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 43,75–56,25% (III класс постоянства); пырей ползучий – 62,50% (IV класс постоянства); трехреберник непахучий – 93,75% (V класс постоянства).

В группу сопутствующих входят виды с показателями встречаемости II класса постоянства.

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений юго-востока Липецкой области в целом выявлено, что сопутствующие позиции занимают 15 видов: костер безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub), фаллопия вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), сокирки великолепные (*Consolida regalis* S.F. Gray), щирица запрокинутая, смолевка луговая (*Silene pratensis* (Rafn.) Godr), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), молочай прутьевидный, бодяк полевой, мятлик луговой, латук дикий, одуванчик лекарственный, костер ржаной, ежовник обыкновенный – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 21,24–40,71%.

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений лесных полос выявлено, что сопутствующие позиции занимают 18 видов: костер ржаной,

овсяница луговая, пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum* L.), ежовник обыкновенный, мятлик лесной (*Poa sylvicola* Guss.), горец птичий, тысячелистник обыкновенный, подорожник большой, фаллопия вьюнковая, подмаренник цепкий, сокирки великолепные, бодяк полевой, мятлик луговой, пастушья сумка обыкновенная, смолевка луговая, костер ржаной, фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), одуванчик лекарственный – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 21,43–40,48%.

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений полевых дорог выявлено, что сопутствующие позиции занимают 10 видов: полынь обыкновенная, мятлик луговой, чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.), подорожник большой, пырей ползучий, мальва маленькая (*Malva pusilla* Smith.), одуванчик лекарственный, костер ржаной, цикорий обыкновенный – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 25,00–38,64%.

При анализе показателей встречаемости видов из списка сорных растений мусорных мест выявлено, что сопутствующие позиции занимают 11 видов: тысячелистник обыкновенный, смолевка луговая, пикульник красивый (*Galeopsis speciosa* Mill.), мальва маленькая, редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), овсяница луговая, ежовник обыкновенный, костер ржаной, подмаренник цепкий, лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.) – значения показателей их встречаемости варьируют в диапазоне 25,00–37,50%.

Группы доминант и сопутствующих видов взаимосвязаны между собой, о чем свидетельствуют данные их сравнения. Многие виды доминируют либо на всей территории географического выдела, либо на уровне отдельных типов местообитаний.

Как известно, растительные сообщества как полей, так и их окружения взаимосвязаны. Так как наибольшее значение для агрономов-практиков имеют виды, в значительной степени представленные в полевых сообществах, то особенно важным было сравнить составы видовых доминант и сопутствующих им видов для рудеральных и сегетальных местообитаний агроэкосистем сельскохозяйственных предприятий изучаемой части региона. Оказалось, что из 4 доминирующих на полях видов все присутствуют либо в составе доминант, либо в составе сопутствующих видов, либо на уровне всего изучаемого географического выдела, либо на уровне конкретных типов рудеральных мест (бодяк полевой, марь белая, вьюнок полевой, ежовник обыкновенный). Из 4 сопутствующих им на полях видов 2 также являются сопутствующими или на уровне всего изучаемого географического выдела, либо на уровне конкретных типов рудеральных мест (фаллопия вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve), подмаренник цепкий). Еще 1 вид, кроме этого, выходит и в доминанты для одного типа рудеральных местообитаний (щирца запрокинутая).

Выводы

Ревизия видового состава рудеральной части агроэкосистем позволила выявить 140 наименований. Виды выявленных растений входят в 107 родов, которые распределены по 31 семейству.

Таксономические показатели видовых составов сорных растений разных типов рудеральных местообитаний (в том числе и средние) демонстрируют более высокие количественные значения для лесных полос и полевых дорог по сравнению с мусорными местами.

Всего в образовании сравниваемых групп ведущих семейств принимают участие 12 семейств; восемь из них присутствуют в ранжированных списках по всем позициям сравнения. Кроме сходных элементов в структуре групп имеются и различия в зависи-

мости от типа местообитания. Доля видов сорных растений, входящих в группы ведущих семейств, примерно одинакова.

Полученные значения коэффициента флористического сходства Жаккара продемонстрировали достаточно высокое сходство видовых списков по всем сравниваемым парам (50,45 – 54,70 – 57,81 %).

В структурах видовых составов сорных растений рудеральных местообитаний юго-востока региона преобладают виды, имеющие низкие показатели встречаемости (I–II классы постоянства). Доли видов высоких классов постоянства встречаемости (III–V классы) в структурах видовых составов по всем вариантам сравнения небольшие.

Группы доминант по сравниваемым позициям образованы 16 видами (от 7 до 14 видов в группе в зависимости от типа местообитания). Три вида являются доминантными по всем позициям сравнения: марь белая, вьюнок полевой, трехреберник непахучий. Имеются общие виды для пар местообитаний (7 видов для мусорных мест и лесных полос, 3 вида для мусорных мест и полевых дорог).

Группы сопутствующих видов по сравниваемым позициям образованы 31 видом (от 10 до 18 видов в группе в зависимости от типа местообитания). Общих видов для всех трех типов рудеральных местообитаний нет. Имеются общие виды для отдельных пар местообитаний (5 видов для мусорных мест и лесных полос, 1 вид для мусорных мест и полевых дорог, 4 вида для полевых дорог и лесных полос).

Семь видов из восьми, составляющих группы видов-доминант и сопутствующих видов на полях юго-восточной части области, входят в составы таких же видовых групп либо на уровне всего изучаемого географического выдела, либо на уровне конкретных типов рудеральных мест: бодяк полевой, марь белая, вьюнок полевой, ежовник обыкновенный, фаллопия вьюнковая, подмаренник цепкий, щирца запрокинутая.

Результаты обработки данных продемонстрировали связь сорных компонентов флор разных рудеральных местообитаний в пределах изучаемой территории. В то же время они имеют свои специфические особенности, проявляющиеся в вариативности систематической структуры, структуры семейственных и видовых групп. Показанная взаимосвязь сегетальных и рудеральных видов-доминант и сопутствующих им видов подтверждает необходимость систематического мониторинга наличия сорных видов не только на полях, но и на всей территории агроэкосистемы конкретного хозяйства.

Полученные данные по видовому составу сорной растительности рудеральных мест можно использовать при планировании защитных мероприятий в системе земледелия хозяйств юго-восточной части Липецкой области.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных исследований по гранту № 16-44-480417

Библиографический список

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике / В.И. Василевич. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд., 1969. – 232 с.
2. Гроссгейм А.А. Растительный покров Кавказа / А.А. Гроссгейм. – Москва : Изд-во Московского общества испытателей природы, 1948. – 265 с.
3. Казанцева А.С. Основные агрофитоценозы Предкамских районов Татарской АССР : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.С. Казанцева. – Казань, 1970. – 20 с.
4. Лунева Н.Н. Методика изучения распространенности видов сорных растений / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза : сб. статей Всероссийского НИИ защиты растений (ВИЗР, г. Пушкин). – Пушкин : Изд-во ВИЗР, 2012. – С. 85–92.
5. Лунева Н.Н. Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации : справочное пособие / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник ; под ред. И.Я. Гричанова // Вестник защиты растений. Приложения. – 2018. – Вып. 26 (Электронная версия). – 80 с. DOI: 10.5281/zenodo.1241599.
6. Миркин Б.М. О роли биологического разнообразия в повышении адаптивности сельскохозяйственных экосистем / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, Р.М. Хазиахметов // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – № 5. – С. 83–92.
7. Миркин Б.М. Современная наука о растительности : учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – Москва : Логос, 2001. – 264 с.
8. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР / В.В. Никитин. – Ленинград : Наука, 1983. – 454 с.
9. Толмачев А.И. Введение в географию растений : учеб. пособие / А.И. Толмачев. – Ленинград : Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. – 244 с.
10. Ульянова Т.Н. Сорные растения как особая экологическая группа дикорастущих видов / Т.Н. Ульянова // Мобилизация, изучение и использование генетических ресурсов растений : сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1991. – Т. 140. – С. 13–136.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Евгения Николаевна Мысник – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», Россия, г. Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: vajra-sattva@yandex.ru.

Вячеслав Леонидович Захаров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Россия, г. Елец, e-mail: zaharov7979@mail.ru.

Роман Викторович Щучка – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Россия, г. Елец, e-mail: romanelez@yandex.ru.

Борис Александрович Сотников – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Россия, г. Елец, e-mail: aip2004@rambler.ru.

Владимир Александрович Кравченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», Россия, г. Елец, e-mail: agrosoil@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 22.01.2019

Дата принятия к печати 15.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Evgeniya N. Mysnik, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer, Laboratory of Phytosanitary Diagnostics and Forecasts, All-Russian Institute of Plant Protection, Russia, Saint-Petersburg, Pushkin, e-mail: vajra-sattva@yandex.ru.

Vyacheslav L. Zakharov, Candidate of Agricultural sciences, Docent, the Dept. of Storage and Processing Technologies of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, Russia, Yelets, e-mail: zaharov7979@mail.ru.

Roman V. Shchuchka, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Science and Agricultural Chemistry, Bunin Yelets State University, Russia, Yelets, e-mail: romanelez@yandex.ru.

Boris A. Sotnikov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Soil Science and Agricultural Chemistry, Bunin Yelets State University, Russia, Yelets, e-mail: aip2004@rambler.ru.

Vladimir A. Kravchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Science and Agricultural Chemistry, Bunin Yelets State University, Russia, Yelets, e-mail: agrosoil@yandex.ru.

Received January 22, 2019

Accepted February 15, 2019

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Ольга Владимировна Бондарчук¹
Юрий Иванович Житин¹
Ольга Анатольевна Ткачева²

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
Министерства обороны Российской Федерации

Улучшение качества урожая, получаемого в условиях радиоактивного загрязнения, является актуальной задачей сельскохозяйственной науки, так как основными способами обеспечить экологическую безопасность продуктов питания являются агрохимические, агротехнические и мелиоративные мероприятия. В 2016–2018 гг. в К(Ф)Х «Палихов А.А.» Хохольского района, ОАО «Павловск неруд» и СХА «Дружба» Павловского района Воронежской области проводились исследования мощности полевой эквивалентной дозы, токсичности сельскохозяйственной продукции, а также анализ мероприятий, способствующих снижению радиационной нагрузки на население. На территориях сельскохозяйственных предприятий (СХП) Хохольского района значения мощности гамма-фона колебались в естественных для данной местности пределах 0,1–0,2 мкЗв/ч, что объясняется слабым уровнем плотности поверхностного загрязнения, а также проводимыми в хозяйствах агрохимическими мероприятиями, которые снижают радиационную нагрузку. Однако в непосредственной близости к карьере ОАО «Павловск неруд» радиационный фон повышен в 1,3–1,5 раза. В Хохольском районе плотность поверхностного загрязнения цезием находится в пределах 0,62–1,66 Ки/км². Продуктивность агроценозов, а также качество продукции в К(Ф)Х «Палихов А.А.» Хохольского района не зависит от наличия в хозяйстве радиоактивного загрязнения 1-го (низкого) уровня. Наиболее действенными мероприятиями, позволяющими уменьшить мобильность цезия и стронция в черноземных кислых почвах, являются известкование, внесение калийных и органических удобрений. В СХП Павловского района, находящихся на разном удалении от карьера по добыче гранита, не обнаружено зависимости урожайности и качества продукции от расстояния до карьера. Активность зерновой пробы, полученной в СХА «Дружба», составила $2,9 \pm 1,2$ Бк/кг, что не превышает предельно допустимых уровней активности (70 Бк/кг).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: калийные удобрения, известкование, радиоактивное загрязнение, радиоизотопы, доза облучения, содержание ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в продовольственном сырье.

OBTAINING OF ENVIRONMENTALLY SAFE AGRICULTURAL PRODUCTS IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS IN VORONEZH OBLAST

Olga V. Bondarchuk¹
Yuriy I. Zhitin¹
Olga A. Tkacheva²

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Military 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

Improving the quality of crops obtained in the conditions of radioactive contamination is an urgent task for agricultural science, since the main ways to ensure the environmental safety of food are agrochemical, agrotechnical and melioration measures. In 2016-2018 the authors performed a research in the K(F)KH Palikhov A.A. in Khokholsky

district, OAO Pavlovsk Nerud and the Druzhba agricultural artel in Pavlovsky district of Voronezh Oblast. This research included the investigation of field dose equivalent and toxicity of agricultural products, as well as the analysis of measures contributing to the reduction of population radiation exposure. In the territories of agricultural enterprises (AEs) of Khokholsky district the gamma-ray background dose values were within the range of 0.1–0.2 $\mu\text{Sv/h}$ natural for this area, which is explained by the low level of density of surface contamination, as well as by agrochemical measures taken at farms to reduce the radiation exposure. However, in the direct neighborhood of the quarry of OAO Pavlovsk Nerud the radiation background was 1.3–1.5 times higher. In Khokholsky district the density of surface contamination with cesium was within the range of 0.62–1.66 Ci/km^2 . The productivity of agrocenoses, as well as the quality of products in the K(F)KH Palikhov A.A. in Khokholsky district does not depend on the presence of low level 1 radioactive contamination in the farm. The most efficient measures to reduce the mobility of cesium and strontium in acid black soils are liming and applying potash and organic fertilizers. In the AEs of Pavlovsky district located at different distances from the granite quarry there was no dependence of the yield and product quality from the distance to the quarry. The specific activity of grain sample obtained in the Druzhba agricultural artel was $2.9 \pm 1.2 \text{ Bq/kg}$, which does not exceed the maximum permissible activity levels (70 Bq/kg).

KEYWORDS: potash fertilizers, liming, radioactive contamination, radioisotopes, radiation dose, ^{137}Cs and ^{90}Sr content in food raw materials.

Введение

Улучшение качества урожая, получаемого в условиях повышенной радиационной нагрузки, является актуальной задачей сельскохозяйственной науки, так как основными способами обеспечить экологическую безопасность продуктов питания являются агрохимические, агротехнические и мелиоративные мероприятия.

Проблема радиоактивного загрязнения в Воронежской области возникла более 30 лет назад в связи с аварией на Чернобыльской АЭС. Несмотря на значительную удаленность границ области (более 600 км) от эпицентра аварии, в компонентах экосистем было зафиксировано появление техногенных радионуклидов – ^{127}I , ^{137}Cs и ^{90}Sr [11, 13].

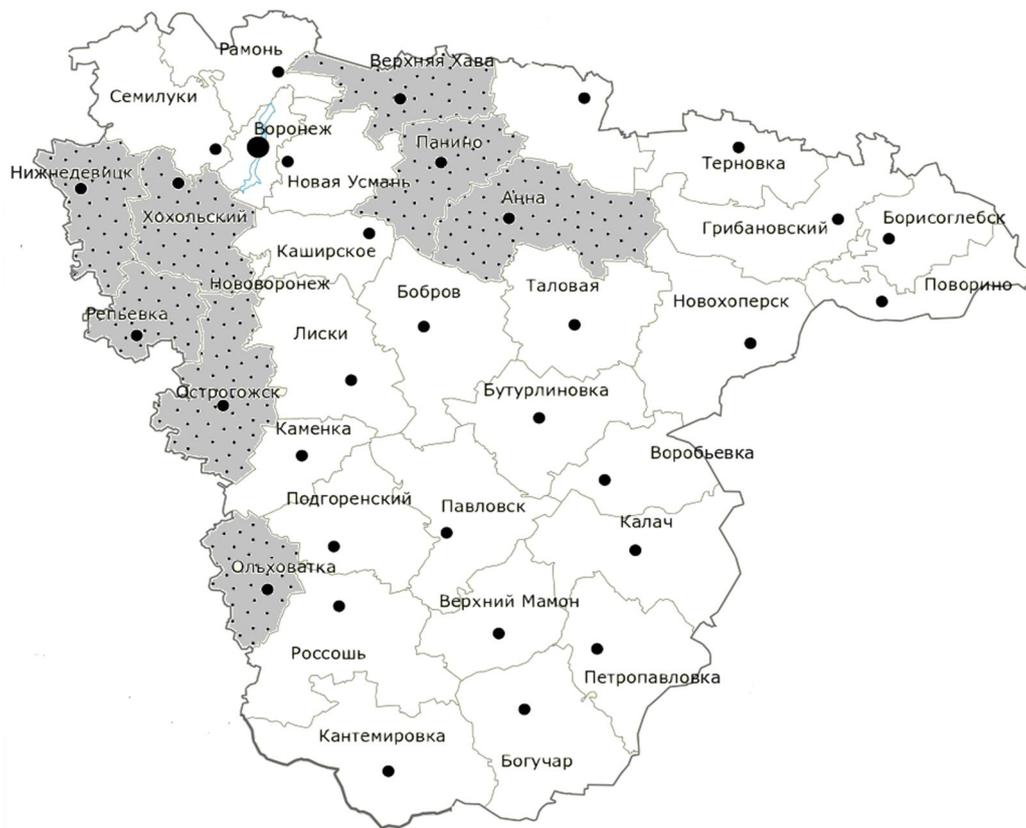
Тридцатилетний период, прошедший после Чернобыльской катастрофы, позволяет оценить долговременные последствия крупномасштабной радиационной аварии.

Вопрос о целесообразности ведения сельскохозяйственного производства на загрязненных землях является чрезвычайно актуальным, поскольку плотность населения, проживающего в загрязненных районах, высока – 40–44 чел./ km^2 , при этом качество пахотных земель в Центрально-Черноземном регионе наивысшее.

На представленной на рисунке карте Воронежской области заштрихованы районы, отнесенные к зонам радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. В населенных пунктах Воронежской области, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения в Аннинском, Верхнехавском, Нижнедевицком, Ольховатском, Острогжском, Панинском, Репьевском и Хохольском районах, плотность радиоактивного загрязнения составляет 1–5 $\text{Ки}/\text{km}^2$.

Кроме отмеченных восьми радиоактивно загрязненных районов в Павловском районе Воронежской области функционирует предприятие ОАО «Павловск неруд», чей производственный цикл связан с добычей, производством и реализацией гранитного щебня. Гранит в карьерах для добычи полезных ископаемых – это твердая монолитная скала, искусственно взрываема для получения глыб гранита, которые затем дробятся и просеиваются с целью деления на фракции. Природный гранит содержит естественные радионуклиды, и при его добыче неизбежны рассеивание нуклидов в окружающей среде, загрязнение почвенного покрова и биоты, а также миграция по трофическим цепям к человеку [1, 2, 15].

С учетом вышеизложенного целью представленной исследовательской работы являлась оценка радиоэкологической обстановки в экосистемах, прилегающих к карьерам ОАО «Павловск неруд», а также в агроэкосистемах К(Ф)Х «Палихов А.А.» Хохольского района, так как эти районы включены в перечень населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС [10].



Карта Воронежской области, на которой заштрихованы районы, отнесенные к зонам радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (плотность загрязнения составляет 1–5 Ки/км²)

В круг задач проведенного исследования входили оценка мощности полевой эквивалентной дозы на выбранных территориях, общей токсичности и качества сельскохозяйственной продукции, произведенной в хозяйствах, а также анализ мероприятий, способствующих снижению радиационной нагрузки.

Материалы и методы

Исследования радиэкологической ситуации велись в 2016–2018 гг. в К(Ф)Х «Палихов А.А.» Хохольского района и СХА «Дружба» Павловского района Воронежской области.

Измерения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения осуществлялись с помощью комбинированного дозиметра РКСБ-104 «Радиян».

Общую токсичность продукции зерновой пробы определяли биотестированием. В качестве биотеста использовали семена редиса и кресс-салата, которые чувствительны на внесение пестицидов и тяжелых металлов [5].

Результаты и их обсуждение

Оценка последствий от техногенной аварии проводилась систематически и комплексно испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», данные исследований использовались для составления радиационно-гигиенического паспорта Воронежской области, а также базы данных «РегБД36», разработанной ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» [9].

По данным ретроспективного анализа за 1986–2014 гг., в 79 населенных пунктах, которые были в зоне радиоактивного загрязнения, почти все показатели радиоактивного загрязнения снизились. Территориальные значения среднегодовой дозы груп-

пы населения уменьшились в 55,9 раза (с 7,63 до 0,14 мЗв/год), среднее значение радиационного фона по области составляет 0,11 мкЗв/час, что укладывается в интервал естественных фоновых колебаний. Среднемесячные и максимальные суточные значения концентрации радиоактивных веществ в приземном слое не превышают критических значений [3, 6, 9].

Санитарно-гигиенический подход к оценке состояния окружающей среды основан на соблюдении принципа: безопасность среды для человека гарантирует и общую экологическую безопасность для существования других видов. Однако далеко не все параметры окружающей среды допустимо нормировать исходя из этого принципа. Например, при загрязнении почвы тяжелыми металлами наиболее чувствительными организмами в микробном сообществе становятся азотфиксаторы, бактерии рода *Bacillus*, а доминировать начинают устойчивые виды микромицетов: псевдомонады, стрептомицеты и многие виды целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Различную чувствительность к тяжелым металлам проявляют и почвенные простейшие (раковинные амебы и др.), водоросли [4].

Экологическое нормирование оценивает безопасность среды обитания по наиболее чувствительному к данному фактору нагрузке виду, что позволяет сохранить все видовое разнообразие на участке.

Экологический подход к обеспечению радиационной защиты населения состоит в том, что, обеспечивая безопасную среду обитания для наиболее чувствительной к поражающему фактору популяции, мы создаем благоприятные условия и для всех остальных популяций в биоценозе. Чем выше уровень организации вида, тем меньше резистентных механизмов по отношению к поражению от радиации. Наиболее чувствительным и уязвимым видом, таким образом, является человек. Согласно постулату Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) безопасность от поражающих радиационных факторов для любой экологической системы в целом гарантирована, если обеспечен уровень защиты всех людей.

Максимальный показатель средней эффективной дозы по Российской Федерации составляет 3,789 мЗв/год, а в Воронежской области – и 3,309 мЗв/год. За 2010–2016 гг. средняя годовая эффективная доза на жителя Воронежской области за счет всех источников ионизирующего излучения составляла от 2,980 до 3,309 мЗв, что не превышает предельно допустимой дозы 5 мЗв согласно Нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009 [9].

Радиационная обстановка на территории исследуемых хозяйств формируется в результате воздействия естественных (природных) и искусственных источников радиации, которые вносят свой вклад в радиационный фон [12].

Радиационный фон отслеживался на протяжении 3 лет в разных точках территории К(Ф)Х «Палихов А.А.» и СХА «Дружба», агроценозы и селитебная зона которой расположены на расстоянии 30–40 км от карьеров «Павловск неруд» (табл.1).

Таблица 1. Оценка радиационного фона на территории К(Ф)Х «Палихов А.А.» и СХА «Дружба»

Варианты в К(Ф)Х «Палихов А.А.»	Мощность экспозиционной дозы, мкЗв/час	Варианты в СХА «Дружба»	Мощность экспозиционной дозы, мкЗв/час
Селитебная зона	0,15	45 км от карьера	0,15
Ток	0,18	40 км от карьера	0,17
Поле № 2 озимой пшеницы	0,13	30 км селитебная зона	0,18
АЗС	0,14	Вблизи карьера	0,30

В непосредственной близости к карьере радиационный фон повышен в 1,3–1,5 раза по следующим причинам.

1. В некоторых природных минералах содержится уран. Наивысшее содержание среди горных пород имеют первичные вулканические породы (гранит) и некоторые осадочные породы, образовавшиеся благодаря разрушению первичных пород и выщелачиванию из них урана.

2. Из горных пород по трещинам с газовой фазой и с водой к поверхности Земли эманурует радиоактивный газ радон. Скорость переноса ^{222}Rn из земной поверхности и его концентрация в приземном слое воздуха зависят от многих факторов, например от содержания урана в материнских породах [7, 14].

На всех остальных исследуемых участках значения мощности гамма-фона колебались в естественных для данной местности пределах 0,1–0,2 мкЗв/ч, что объясняется слабым уровнем плотности поверхностного загрязнения, а также проводимыми в хозяйствах профилактическими мероприятиями, которые снижают радиационную нагрузку.

В структуре коллективной дозы населения основную долю нагрузки жители получают от природных источников (75%), от медицинских исследований (23%), техногенно измененного фона (2%).

Защита от внешнего облучения осуществляется традиционно по четырем направлениям:

- увеличение расстояния от источника излучения;
- экранирование объекта поглощающими материалами;
- сокращение времени облучения;
- полноценное питание населения, увеличивающее резистентность организма по отношению к радиотоксинам.

Защиту от внутреннего облучения обеспечивает комплекс мер, снижающих перемещение радионуклидов из почвы в трофические цепи. Внутреннее облучение организма возникает в случае попадания радионуклидов с пищей, водой или воздухом в легкие или внутренние органы по пищевым цепям или с дыханием.

Предельная эквивалентная доза, полученная от техногенных источников, для населения группы В составляет 1 мЗв/год. Расчет дозы внешнего облучения от загрязнения почвы оценивают по следующей формуле:

$$D_{\text{внеш}} (\text{мЗв/год}) \approx 0,1 \cdot a_s (\text{Ки/км}^2),$$

где a_s – средняя плотность загрязнения территории ^{137}Cs [7, 8, 16].

В Хохольском районе плотность поверхностного загрязнения цезием колеблется в пределах 0,62–1,66 Ки/км².

Таким образом, вклад внешнего облучения, обусловленного поверхностным загрязнением, в общую дозу, получаемую местным населением, незначителен, так как не превышает 0,06–0,17 мЗв/год (1–3%). Поэтому можно заключить, что в условиях слабого радиоактивного загрязнения фактором, определяющим вредный эффект, является инкорпорированные в сельскохозяйственную продукцию радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr .

На этапе перехода радионуклидов из почвы в растения (продовольственные или кормовые культуры) рекомендуется проведение ряда агротехнических, агрохимических и мелиоративных мероприятий, позволяющих уменьшить мобильность цезия и стронция. Особенно действенными для черноземных кислых почв является внесение калийных и органических удобрений, а также проведение известкования.

В таблице 2 изложены почвенные показатели участков в К(Ф)Х «Палихов А.А.», на которых проводились профилактические мероприятия по снижению миграции цезия и стронция в продукцию.

Таблица 2. Агрохимические показатели почвы опытных участков

№ поля	Гумус, %	Гидролизуемый азот, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г	Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	pH _{сол}
1	5,3	65,1	115	186	33,0	4,33	5,39
2	5,3	63,2	117	189	34,6	4,28	5,39
3	5,2	60,5	108	178	34,8	4,36	5,31
4	5,3	62,9	113	184	34,1	4,32	5,36
5	4,2	60,4	86	169	33,4	2,76	5,87
6	5,1	61,3	141	237	29,0	4,61	4,63
7	5,7	60,6	169	200	28,5	3,48	4,75
8	5,4	64,1	138	184	28,5	2,07	6,02
9	5,0	65,7	137	188	29,0	4,32	5,64
10	4,3	61,1	153	182	32,0	5,25	5,72
11	4,7	64,2	143	173	29,5	5,48	5,60
12	5,0	63,2	145	226	26,5	3,71	5,92
13	4,5	60,9	163	174	28,5	2,02	6,18
14	4,3	64,8	152	162	24,5	2,74	5,32
15	5,3	60,5	136	177	27,5	3,96	4,98
16	5,1	61,7	156	163	29,5	4,52	5,50
17	5,7	61,5	149	158	30,0	4,32	4,47
18	4,6	60,6	122	156	31,0	4,05	3,89
19	5,1	63,3	100	175	29,0	5,85	4,09
20	5,2	61,9	167	169	29,0	2,86	4,10

При внесении калийных удобрений в почве повышается концентрация ионов калия, что создает конкурентные условия для поглощения растениями цезия – элемента антагониста калия. Аналогичная ситуация происходит и при известковании: стронций усваивается растениями в 20 раз меньше с увеличением концентрации ионов кальция. Кроме того, нейтрализация почвы в процессе известкования приводит к снижению растворимости ионов стронция и, следовательно, к уменьшению перехода в растения. Внесение органических удобрений способствует росту биомассы, повышению урожайности, что снижает удельную активность цезия и стронция в продукции.

Для снижения поступления радионуклидов в продукцию животноводства используются следующие способы:

- изменение режима содержания животных;
- рациональное использование кормов и кормовых добавок, в том числе использование чистых кормов, включение в рацион растений, в наименьшей степени накапливающих радионуклиды: зерно злаковых, клубни картофеля, кормовой свеклы, предубойное кормление чистыми кормами, кормление обогащенными кальцием кормами: добавки мела, извести, фосфата кальция, добавки в корма цеолитов, комплексонов, сульфата бария, альгинатов (из морских водорослей).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Если удлинить производственно-трофическую цепь за счет нескольких производственных звеньев переработки продукции, то в конечном продукте потребления количество радионуклидов сокращается. Приемы переработки продукции растениеводства и животноводства позволяют в несколько раз снизить содержание цезия и стронция [16].

Продуктивность агроценозов, а также качество продукции в К(Ф)Х «Палихов А.А.» не зависят от наличия в хозяйстве радиоактивного загрязнения 1-го (низкого) уровня (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность сельскохозяйственных культур в К(Ф)Х «Палихов А.А.»

Культура	Урожайность, ц/га		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Озимая пшеница	55,6	53,9	58,1
Ячмень	45,5	42,7	44,4
Подсолнечник	27,3	29,1	20,2
Кукуруза	55,8	58,6	60,4
Лен	–	–	12,8

В СХП Павловского района, находящихся на разном удалении от карьера по добыче гранита, не обнаружено зависимости урожайности и качества продукции от расстояния до карьера (табл. 4).

Таблица 4. Анализ урожайности хозяйств Павловского района в зависимости от удаленности от карьера

Наименование хозяйства	Удаленность от карьера, км	Урожайность подсолнечника, ц/га	Урожайность зерновых, ц/га
ОАО «Мир»	1,9	16,9	14,0
ЗАО «Славяне»	2,5	19,5	16,1
ЗАО «Павловская МТС»	2,8	25,4	31,0
ЗАО «Агрофирма Павловская нива»	3,7	35,4	27,5
ООО «Агрофирма Тихий Дон»	4,3	17,3	23,0
ООО «Павловскивест»	4,8	27,7	27,5
ЗАО «Павловскрыбхоз»	5,5	24,6	40,8
СХА «Рассвет»	25	21,6	31,5
СХА племзавод «Дружба»	30	15,3	24,9
ООО «Нива»	33	15,1	25,9
ЗАО «Родина»	34	40,1	28,0
ЗАО «Заря»	39	24,6	22,8
ООО «Воронцовское»	48	20,3	21,7
Всего по СХП	–	26,3	26,4

Эффективность хозяйственной деятельности зависит от различных факторов – качества пахотных земель, соблюдения севооборотов, организации работ и т. п. Продукция всех предприятий сертифицирована, образцы зерновой продукции СХА «Дружба» были проанализированы ФГБУ ГЦАС «Воронежский» на содержание радионукли-

дов. Удельная активность зерновой пробы составила $2,9 \pm 1,2$ Бк/кг, что не превышает предельно допустимых уровней активности по СанПиН 2.3.2.1078-01 (70 Бк/кг) [3, 13].

Для выбора оптимальных технологий производства сельскохозяйственной продукции в сложных неоднозначных исходных условиях рекомендуется составлять прогнозную оценку радионуклидного загрязнения конечного продукта. Также желательно производить расчет прогнозируемого уровня облучения населения, проживающего на загрязненной территории, потребляющего местную сельскохозяйственную продукцию. Прогноз и расчет радиационной нагрузки осуществляют по методикам, предложенным А.Д. Фокиным с соавт. (2011) [16].

Чтобы оценить влияние мероприятий по снижению перехода загрязнений в сельскохозяйственную продукцию, была проанализирована общая токсичность биомассы растений, выращенных на загрязненной территории в К(Ф)Х «Палихов А.А.» и на незагрязненной – в УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ (табл. 5). Метод биотестирования позволяет оценить суммарную токсичность продукции, обусловленную как радиоактивным загрязнением, так и применением средств химизации.

Согласно эксперименту разница в токсичности продукции составляет 5–7%, что меньше существенной разницы для метода биотестирования.

Таблица 5. Оценка общей токсичности продукции

Культура	Вариант	Биотест с редисом – длина корня, мм	Биотест с кресс-салатом – длина корня, мм
Пшеница яровая, сорт Дарья	Контроль – УНТЦ «Агротехнология»	25	13
	К(Ф)Х «Палихов А.А.»	26	12
Ячмень яровой, сорт Вакула (элита)	Контроль – УНТЦ «Агротехнология»	21	15
	К(Ф)Х «Палихов А.А.»	23	17

Лабораторные исследования проб основных пищевых продуктов (молоко, картофель, мясо), питьевой воды, воды открытых водоемов показали, что превышения допустимых норм содержания в них радионуклидов нет, в том числе в населенных пунктах, имеющих статус загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС.

Выводы

1. Экологический подход к обеспечению радиационной защиты населения состоит в том, что, организуя безопасную среду обитания для наиболее чувствительной к поражающему фактору популяции, мы создаем благоприятные условия и для всех остальных популяций в биоценозе.

2. На исследуемых участках в К(Ф)Х «Палихов А.А.» и СХА «Дружба» Хохольского и Павловского районов Воронежской области значения мощности гамма-фона колебались в естественных для данной местности пределах 0,1–0,2 мкЗв/ч, что объясняется слабым уровнем плотности поверхностного загрязнения, а также проводимыми в хозяйствах агрохимическими мероприятиями, которые снижают радиационную нагрузку.

3. В непосредственной близости к карьере ОАО «Павловск неруд» радиационный фон повышен в 1,3–1,5 раза, так как в вулканических породах (гранит) и осадочных породах содержится уран, который из них выщелачивается. Кроме того, из горных

пород по трещинам с газовой фазой и водой к поверхности Земли эманурует радиоактивный газ радон.

4. В структуре коллективной дозы населения основную долю нагрузки жители получают от природных источников (75%), от медицинских исследований (23%), техногенно измененного фона (2%).

5. Продуктивность агроценозов, а также качество продукции в К(Ф)Х «Палихов А.А.» не зависят от наличия в хозяйстве радиоактивного загрязнения 1-го (низкого) уровня. В СХП Павловского района, находящихся на разном удалении от карьера по добыче гранита, не обнаружено зависимости урожайности и качества продукции от расстояния до карьера. Активность зерновой пробы составила $2,9 \pm 1,2$ Бк/кг, что не превышает предельно допустимых уровней активности по СанПиН 2.3.2.1078-01 (70 Бк/кг).

6. При внесении калийных удобрений повышается концентрация ионов калия, что создает конкурентные условия для поглощения растениями цезия – элемента антагониста калия. Аналогичная ситуация происходит и при известковании: стронций усваивается растениями в 20 раз меньше с увеличением концентрации ионов кальция. Внесение органических удобрений способствует росту биомассы, повышению урожайности, что снижает удельную активность цезия и стронция в продукции.

Библиографический список

1. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия : учебник для бакалавриата и магистратуры / И.Н. Бекман. – 2-е изд., исправ. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2016. – 409 с.
2. Бондарчук О.В. Способы предотвращения поступления радионуклидов в организмы / О.В. Бондарчук, И.А. Манаенкова // Агропромышленный комплекс на рубеже веков : матер. международной. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию агроинженерного факультета. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. II. – С. 289–294.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – Москва : ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – С. 244–245.
4. Житин Ю.И. Сельскохозяйственная экология : учеб. пособие для подготовки бакалавров по направлению 110100 «Агрохимия и агропочвоведение» / Ю.И. Житин, Н.В. Стекольников, Л.В. Проколова ; под ред. Ю.И. Житина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2013. – 259 с.

5. Кольцова О.М. Практикум по теоретическим основам прогрессивных технологий : учеб. пособие / О.М. Кольцова, О.В. Бондарчук. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2007. – 132 с.
6. Лурье А.А. Радиоэкология леса: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 250100 «Лесное дело» специальности 250201 «Лесное хозяйство» / А.А. Лурье. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2010. – 157 с.
7. Лурье А.А. Об определении в почвах малых и ультрамалых содержаний ^{137}Cs γ -спектрометрическим методом с использованием сцинтилляционного детектора / А.А. Лурье, Е.Б. Таллер, С.П. Торшин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 5–17.
8. Мажайский Ю.А. Особенности естественной радиоактивности почв и пород Рязанского региона / Ю.А. Мажайский, С.А. Тобратов // Агротехнический вестник. – 2009. – № 2. – С. 8–12.
9. Последствия радиационного загрязнения территории Воронежской области по истечении тридцати лет после аварии на Чернобыльской АЭС / Ю.И. Степкин, М.К. Кузьмичев, О.В. Клепиков, В.И. Попов // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, 2017. – № 1. – С. 108–112.
10. Постановление Правительства РФ от 18 декабря 1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/176600/> (дата обращения: 17.11.2018).
11. Поступление в растения $\{^{137}\text{Cs}$ и $\{^{90}\text{Sr}$ с поверхности почвенных агрегатов и из внутривидового пространства / А.Д. Фокин и др. // Почвоведение. – 2014. – № 12. – С. 1416–1425.
12. Радиоэкологические аспекты реабилитации сельскохозяйственных угодий после аварий на Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима-1» / А.Н. Ратников и др. // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 2. – С. 21–24.
13. Сычев В.Г. Радиационная обстановка на полях сельскохозяйственных угодий, прилегающих к атомным электростанциям / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, П.М. Орлов // Плодородие. – 2014. – № 4 (79). – С. 31–33.
14. Тепляков Б.И. Сельскохозяйственная радиология / Б.И. Тепляков. – Новосибирск : Изд-во НГАУ, 2013. – 230 с.
15. Торшин С.П. Научно-образовательные школы агрохимии, биохимии и радиологии в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева / С.П. Торшин, В.В. Кидин, Н.Н. Новиков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 123–139.
16. Фокин А.Д. Сельскохозяйственная радиология : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Агрохимия и агропочвоведение», «Агрономия», «Садоводство», «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / А.Д. Фокин, А.А. Лурье, С.П. Торшин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2011. – 415 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ольга Владимировна Бондарчук – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: bondarchuk2910@mail.ru.

Юрий Иванович Житин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agrochem.vsau.ru.

Ольга Анатольевна Ткачева – кандидат технических наук, преподаватель кафедры физики и химии, ФГКВБОУ 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: tkacheva--olga@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 06.02.2019

Дата принятия к печати 03.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Olga V. Bondarchuk, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: bondarchuk2910@mail.ru.

Yuriy I. Zhitin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@agrochem.vsau.ru.

Olga A. Tkacheva, Candidate of Engineering Sciences, Lecturer, the Dep. of Physics and Chemistry, 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: tkacheva--olga@mail.ru.

Received February 06, 2019

Accepted March 03, 2019

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ СОИ

**Алексей Михайлович Гиевский
Алексей Викторович Чернышов
Дмитрий Леонидович Маслов
Владислав Юрьевич Мильгунов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведена оценка качества работы зерноуборочного комбайна Lexion-570 на уборке семенных посевов сои в условиях Воронежской области. Соя, как и другие однолетние бобовые, относится к крупносеменным легкотравмируемыми культурам. Зерноуборочные комбайны с однобарабанными бильными молотилками допускают дробление зерна до 8–10% даже при выборе рекомендуемого режима настройки молотильно-сепарирующего устройства. При ошибке в выборе режима работы дробление зерна может достигать 20–35%. Режим работы МСУ комбайна Lexion-570 выбирался с использованием системы Auto Crop Adjust и ручной подстройки с целью изменения зазоров в основном молотильном барабане. В результате исследований установлена возможность использования зерноуборочных комбайнов фирмы Claas серии Lexion с системой предварительного обмолота APS на уборке семенных посевов сои при предварительной десикации. При частоте вращения основного молотильного барабана 450 мин⁻¹ и зазорах на выходе 25–26 мм дробление семян не превышает 3,0% при содержании недомолоченных бобов менее 0,4%. Воздушно-решетная очистка зерноуборочных комбайнов при частоте вращения вала вентилятора 1350 мин⁻¹, величине открытия жалюзи верхнего решета 14 мм и нижнего – 8 мм обеспечивает получение комбайнового вороха сои с содержанием незерновых примесей и семян сорных растений не более 1,5%. Для выделения дробленых семян в фуражную фракцию в качестве сортировальных решет необходимо использовать решетчатые полотна с продолговатыми отверстиями шириной 4,2 мм. Масса 1000 семян очищенного вороха в этом случае составит 154,8 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: семена сои, дробление семян, недомолоченные бобы, частота вращения молотильного барабана, зазоры в молотильном аппарате.

PROVISION OF A RATIONALE FOR THE MODE OF OPERATION OF THE THRESHING AND SEPARATING DEVICE OF THE COMBINE AT SOYBEAN HARVESTING

**Aleksey M. Gievsky
Aleksey V. Chernyshov
Dmitriy L. Maslov
Vladislav Yu. Milgunov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present an assessment of the quality of operation of Lexion-570 combine harvester at harvesting seed producing soybean plantings in the conditions of Voronezh Oblast. Soybean, like other annual legumes, is a large-seeded crop, the seeds of which can be easily damaged. Combine harvesters with single beater drum usually crush grain by 8-10%, even when choosing the recommended setting mode of the threshing and separating combine device. In case of an error in the choice of the mode of operation, the level of grain crushing can increase by 20-35%. The mode of operation of the threshing and separating Lexion-570 combine was selected using the Auto Crop Adjust system and manual adjustment to change the gaps in the main beater drum. As a result of research, the possibility of using LEXION CLAAS combine harvesters with APS pre-threshing system at harvesting seed producing soybean desiccated plantings was revealed. When the frequency of rotation of the main threshing drum and the gaps at the output are equal to 450 min⁻¹ and 25-26 mm, respectively, the level of seed crushing does not exceed 3.0%, and the content of return seeds is less than 0.4%. Combine heap of soybean with no more than 1.5% of non-grain impurities and weed seeds can be obtained at the following parameters of the air-screen type separation of combine harvester:

fan shaft rotation frequency is 1350 min^{-1} , the size of the chaffer fin opening and the shoe sieve is 14 and 8 mm respectively. In order to extract damaged seeds into the fodder fraction, sieve plates with oblong holes of 4.2 mm wide should be used as grading screen. Thousand-seed weight in the separated heap in this case will be 154.8 g.

KEYWORDS: soybean seeds, seed damage, return seeds, frequency of rotation, threshing drum, gaps in the threshing device.

Введение

Высокое содержание полноценного растительного белка и масла в зерне, способность накапливать азот и усваивать фосфор из труднорастворимых соединений выдвигают сою, наряду с другими однолетними бобовыми, в ряд культур, востребованных в любом севообороте. Соя, как и нут, имеет прямостоячий стебель высотой до 1,2 м. Продуктивная часть формируется в бобах, которые могут иметь различную форму и содержат от одного до четырех семян. Семена имеют слегка овальную форму и продолговатый рубчик. Большинство возделываемых в Центральном Черноземье сортов созревают в конце августа – середине сентября, устойчивы к полеганию и несклонны к растрескиванию бобов, но обладают особенностью их низкого размещения. Уборку сои проводят при влажности бобов 14–16%, что обеспечивает лучшие технологические и посевные свойства зерна. Из-за неравномерности созревания семян возникает необходимость проведения десикации посевов. Десикация ускоряет созревание, подсушивает сорняки и облегчает уборку, снижает влажность зерна. Урожайность зерна сои достигает 4–6 т/га, поэтому ее возделывание сможет обеспечить повышение белковой составляющей в комбикормах и уменьшить его закупки за рубежом.

Соя, как и другие однолетние бобовые, относится к крупносеменным легкоотраиваемым культурам. Масса 1000 зерен составляет в среднем от 140 до 220 г. Убирают сою прямым комбайнированием через 7–10 дней после десикации. В агротехнических требованиях к уборке бобовых культур допускается дробление семян не более 3%. Для сокращения потерь при скашивании и уменьшения подачи растительной массы в молотилку жатвенную часть зерноуборочных комбайнов при возможности оборудуют очесывающим адаптером. Неправильно подобранный режим работы приводит к повышенному дроблению зерна, которое может достигать 20–35%. Даже при выборе рекомендуемых зазоров между декой и бичами барабана и частоты вращения молотильного барабана зерноуборочные комбайны с однобарабанными бильными молотилками допускают дробление зерна, достигающее 8–10% [1, 3, 4, 11, 14].

Состав получаемого комбайнового вороха в основном зависит от состояния продуктивной части растений, засоренности посевов к моменту уборки, типа молотильно-сепарирующего устройства комбайна и режима его работы [6–8].

Для уборки семенных посевов сои рекомендуется использовать зерноуборочные комбайны роторного типа. В таких комбайнах выделение зерна из продуктивной части происходит не за счет удара, а за счет вытирающей способности ротора и более длительного воздействия его рабочих органов на продуктивную часть растений [15, 16].

Эффективность работы комбайнов роторного типа многократно доказана на уборке крупяных культур в условиях многих регионов. Исследованиями обоснован режим работы роторного МСУ, обеспечивающий уровень дробления семян ниже агротехнических требований [2, 3, 11, 14]. Значительную долю в комбайновом парке страны занимают зерноуборочные комбайны фирмы Claas серии Lexion, производство которых организовано на территории Краснодарского края, и комбайны производства ОАО «Гомсельмаш» КЗС-1218А-1 «ПАЛЕССЕ GS 12» и КЗС-1624-1 «ПАЛЕССЕ GS 16». Комбайны этих серий оборудованы системой обмолота APS, в которой барабан предварительного обмолота, названный барабаном-ускорителем, обеспечивает обмолот и сепарацию значительной части полноценного зерна при увеличенных зазорах и меньших оборотах в сравнении с основным молотильным барабаном.

Послеуборочную обработку комбайнового вороха сои, как и других однолетних бобовых культур, наиболее рационально проводить с использованием универсальных воздушно-решетных машин, работающих по фракционной технологии очистки. В таких машинах скорость воздушного потока в канале послерешетной очистки должна составлять более 12,0 м/с. Сравнительно большая доля сортировальных решет (>50%) одновременно с таким режимом работы пневмосистемы смогут обеспечить выделение дробленых и неполноценных семян за однократный пропуск через машину [5, 9, 10, 12, 13, 17].

Методика исследования

Качество работы зерноуборочного комбайна Lexion-570 определяли при уборке семенных посевов сои сорта Фаворит в условиях Воронежской области. За несколько дней до уборки при побурении бобов нижнего и среднего яруса бала проведена десикация посевов сои 15% водным раствором препарата реглон супер в дозе 2 л/га. К моменту начала уборки засоренность посевов сои характеризовалась как низкая, а влажность семян в бобах нижнего и среднего ярусов не превышала 16%. Режим работы МСУ выбирался с использованием системы Auto Crop Adjust и ручной подстройки с целью проверки влияния изменения зазоров в основном молотильном барабане на повреждение зерна (см. табл.).

Режимы работы МСУ комбайна Lexion-570 при уборке сои

Режим работы	I	II	III	IV
Частота вращения основного молотильного барабана, пб, мин ⁻¹	450	450	450	450
Зазор на выходе, Δ, мм	20	22	25	27

Система Auto Crop Adjust обеспечивает настройки параметров работы МСУ по 24 культурам. К параметрам, характеризующим режим работы МСУ, относятся:

- зазоры на выходе между бичами барабана ускорителя и подбарабаньем MULTICROP;
- зазоры на выходе между бичами основного барабана и его подбарабаньем;
- частота вращения основного барабана;
- величина открытия жалюзи решет;
- частота вращения вала вентилятора;
- подача воздушного потока в продуваемый каскад.

С изменением оборотов основного барабана синхронно изменялась частота вращения барабана-ускорителя, которая составляла 80% от частоты вращения основного барабана. Подбарабанье MULTICROP барабана-ускорителя было оборудовано сменной декой, рекомендуемой для уборки крупносеменных культур и кукурузы.

Режим работы очистки заключался в установке частоты вращения вала вентилятора, равной 1350 мин⁻¹, открытии жалюзи верхнего решета 14 мм и нижнего решета – 8 мм, открытии подачи воздушного потока в продуваемый каскад между транспортной доской и верхним жалюзийным решетом.

Образцы комбайнового вороха были отобраны из зернового элеватора при загрузке вороха в бункер комбайна. Для определения состава вороха проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей. В свежееубранном ворохе сои, кроме сорных примесей и незерновых компонентов, присутствует часть поврежденного и дробленого зерна основной культуры.

Программа экспериментальных исследований предусматривала следующее:

- определение уровня дробления семян сои и недомолота бобов в зависимости от режима работы МСУ комбайна Lexion 570;

- оценку возможности использования комбайнов серии Lexion для уборки легкоповреждаемых бобовых культур;
- выявление закономерности дробления семян сои в зависимости от размеров;
- обоснование зависимости массы 1000 семян от их размеров;
- расчет размеров отверстий решетных полотен для использования в качестве сортировальных решет на воздушно-решетной машине.

Для оценки дробления семян в зависимости от размеров пользовались решетным классификатором РЛ-1, оборудованным набором решет с круглыми отверстиями. Ворох сои с каждого решета разделяли визуально на целые, дробленные семена, недомолоченные бобы, сорные и легковесные примеси. К легковесным примесям были отнесены кусочки стеблей и створки обмолоченных бобов. Фракции с каждого решета взвешивали на лабораторных весах JW-1.

Результаты и их обсуждение

Доля легковесных примесей в комбайновом ворохе сои составляла менее 1,0%, а семена сорных растений в ворохе занимали менее 0,5%. Наличие такой незначительной доли незерновых компонентов и семян сорняков можно объяснить относительно высокой скоростью воздушного потока на решетках очистки и в продуваемом каскаде (7,5–8,5 м/с). Такие значения скорости обеспечивались выбором рационального для данной культуры режима работы и конструктивными особенностями воздушно-решетной очистки комбайна, включая секционный вентилятор.

Влияние зазоров на выходе из основного молотильного барабана на дробление семян и недомолот бобов представлено на рисунке 1.

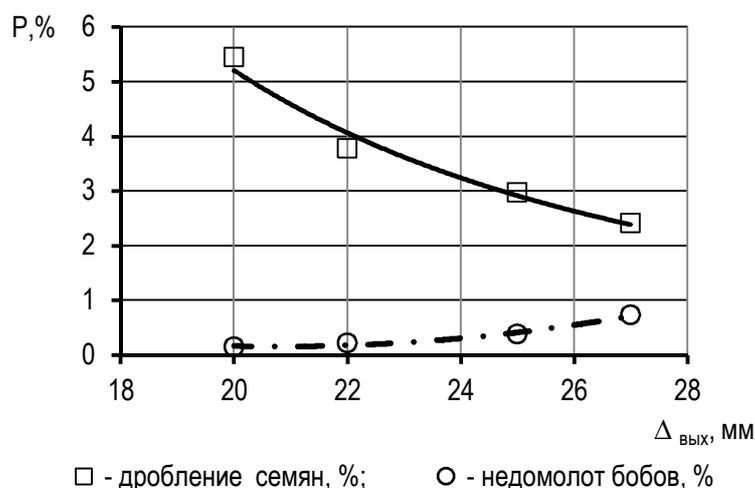


Рис. 1. Влияние величины зазора на выходе из основного молотильного барабана на дробление семян и недомолот бобов

Экспериментальные значения дробления семян (D) описываются следующим уравнением регрессии:

$$D = 47,238 \cdot e^{-0,11 \cdot \Delta}, \text{ \%}; \text{ уровень достоверности} - R^2 = 0,969.$$

Анализ приведенных графических зависимостей показывает, что уменьшение зазоров на выходе из основного молотильного барабана менее 25 мм приводит к увеличению дробления семян сои свыше 3,0%, что превышает агротехнические требования. С выбором величины зазоров менее 22 мм интенсивность повреждения зерна резко возрастает. Так, если при снижении величины зазоров с 27 до 25 мм дробление зерна увеличилось на 0,5%, то при снижении величины зазоров с 22 до 20 мм (т. е. на те же 2 мм) отмечен рост дробления зерна уже на 1,2%.

Увеличение величины зазоров на выходе из основного молотильного барабана более 27 мм приводит к снижению доли дробленых семян сои (менее 2,4%), но при этом режиме начинает расти недомолот бобов – до 0,6%. Зависимость недомолота ($Hд$) от величин зазоров на выходе из основного молотильного барабана удовлетворительно описывается следующим уравнением:

$$Hд = 0,015 \cdot \Delta^2 - 0,6 \cdot \Delta + 5,42, \%; \text{ уровень достоверности} - R^2 = 0,982 .$$

В этом случае суммарные потери (дробленые и недомолоченные в бобах семена) не превышают 3,0%, что соответствует агротребованиям, предъявляемым к уборке бобовых культур.

Распределение полноценных семян сои по ширине на решетках с круглыми отверстиями представлено на рисунке 2, а.

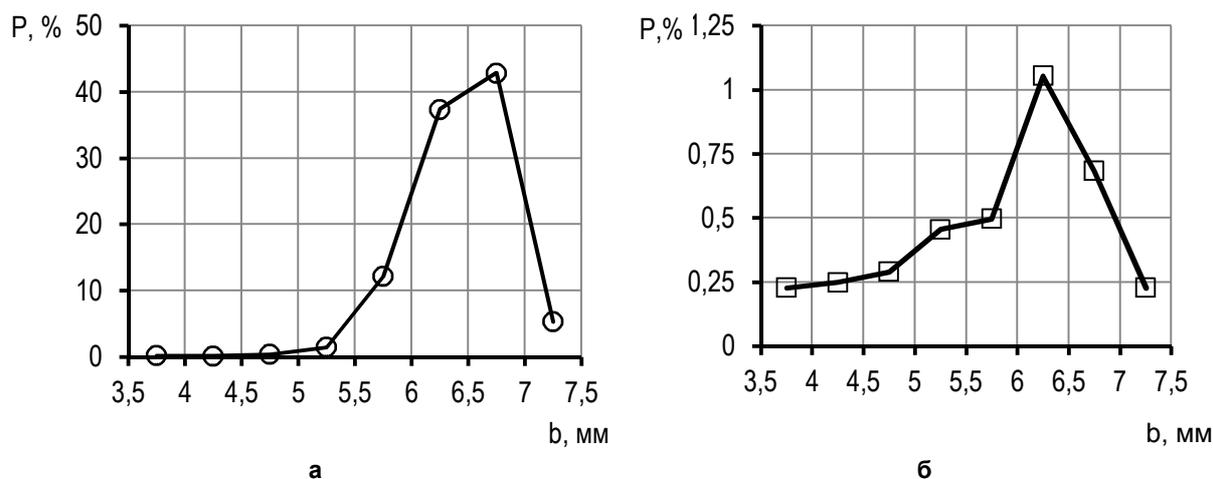


Рис. 2. Распределение полноценных (а) и дробленых (б) семян сои по ширине на решетках с круглыми отверстиями

Как видно на рисунке 2, а, семена сои имеют относительно небольшой разброс линейных размеров: от 3,5 до 7,25 мм. Суммарное содержание мелких семян, имеющих ширину менее 5,5 мм, не превышает 4,5%. Основную долю в ворохе занимают семена шириной от 5,5 до 7,25 мм, причем доля семян толщиной 6,25–6,75 мм в исходном ворохе составляет почти 80%.

Распределение дробленых семян сои представлено на рисунке 2, б. Эксперименты проводили в условиях второго режима работы молотильного аппарата при частоте вращения основного молотильного барабана 450 мин⁻¹ и зазоре на выходе из основного молотильного барабана 22 мм.

Как видно из приведенной графической зависимости, семена сои повреждаются независимо от их размеров, что объясняется их биологическими особенностями и влажностью во время обмолота. Изменение зазоров на выходе из основного молотильного барабана существенно не повлияло на характер распределения дробления семян в зависимости от размеров. В большей степени повреждаются семена тех фракций, которые составляют значительную долю вороха, т. е. семена толщиной 6,25–6,75 мм. Для семян шириной от 3,5 до 5,5 мм повреждение наблюдается почти в 3,0 раза меньше, чем у более крупных семян. Повреждение мелких семян можно объяснить их нахождением в недозревших бобах и повышенной влажностью к моменту уборки, несмотря на проведенную десикацию.

Одним из основных показателей для семян является их выравненность, которую наряду с линейными размерами характеризует масса 1000 зерновок. Для комбайнового вороха сои масса 1000 зерновок в зависимости от ширины меняется в больших пределах – от 30 до 220 г (рис. 3).

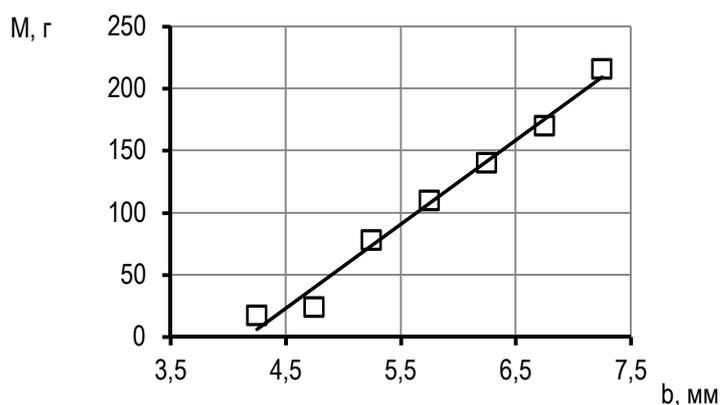


Рис. 3. Изменение массы 1000 семян сои в зависимости от ширины

Фракция семян шириной менее 3,75 мм полностью состоит из дробленых зерновок, поэтому она была исключена из дальнейшего рассмотрения. Масса 1000 семян, имеющих размеры менее 5,25 мм, составляет менее 80 г. Поэтому семена, имеющие ширину менее 5,25–5,5 мм, необходимо направлять в фуражную фракцию.

Экспериментальные данные описываются следующим линейным уравнением регрессии:

$$M = 67,8 \cdot b - 282,2, \text{ г; уровень достоверности} - R^2 = 0,985.$$

Однако при установке в качестве сортировальных решет полотен с круглыми отверстиями диаметром 5,5 мм в основной фракции остается часть дробленых семян сои, которые имеют размер более 5,5 мм (рис. 2). Доля невыделенных дробленых семян в очищенном ворохе может достигать 2,0% и более.

Для их выделения исследовалась возможность использования при сортировке решетчатых полотен с продолговатыми отверстиями размером 4,0×25 мм и 4,2×25 мм. При использовании решетчатых полотен с отверстиями размером 4,0×25 мм в очищенных семенах остается примерно 0,4% дробленых семян.

Использование решетчатых полотен с продолговатыми отверстиями размером 4,2×25 мм позволяет направить в фуражную фракцию все дробленые семена. Масса 1000 семян очищенного вороха в этом случае составит 154,8 г.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что для уборки сои на семена можно использовать зерноуборочные комбайны фирмы Claas серии Lexion с системой предварительного обмолота APS. При десикации посевов перед уборкой и при работе МСУ с частотой вращения основного молотильного барабана 450 мин⁻¹ и зазором на выходе 25–26 мм можно добиться дробления семян менее 3,0% при содержании недомолоченных бобов менее 0,4%.

Воздушно-решетная очистка зерноуборочных комбайнов при частоте вращения вала вентилятора 1350 мин⁻¹, величине открытия жалюзи верхнего решета 14 мм и нижнего – 8 мм обеспечивает получение комбайнового вороха сои с содержанием незерновых примесей и семян сорных растений не более 1,5%. Для выделения дробленых семян в фуражную фракцию в качестве сортировальных решет необходимо использовать решетчатые полотна с продолговатыми отверстиями размером 4,2×25 мм. Масса 1000 семян очищенного вороха в этом случае составит 154,8 г.

Библиографический список

1. Алдошин Н.В. Уборка зернобобовых культур методом очеса / Н.В. Алдошин, Н.А. Лылин, М.А. Моряков // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 1. – С. 67–74.
2. Влияние типа комбайнов на качество получаемого зернового вороха гречихи / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, Т.Н. Тертычная, Н.М. Дерканосова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 132–134.

3. Исследование качества уборки гречихи / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, К.В. Мяснянкин, Е.С. Щербак // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 1. – С. 23–25.
4. Митрофанов Н.Н. Совершенствование обмолота сои зерноуборочным комплексом / Н.Н. Митрофанов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 10. – С. 28–29.
5. Оробинский В.И. Фракционирование зернового вороха и качество семян / В.И. Оробинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 10. – С. 29–30.
6. Оробинский В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5–6.
7. Оробинский В.И. Влияние режимов работы очистки зерноуборочных комбайнов на потери зерна / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 6–7.
8. Оробинский В.И. Изучение циркуляционных процессов в молотилке зерноуборочного комбайна / В.И. Оробинский, А.П. Тарасенко, А.М. Гиевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2 (29). – С. 37–41.
9. Оробинский В.И. Использование двухъярусных четырехрешетных станков для фракционирования зернового вороха / В.И. Оробинский // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 18–19.
10. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации : дис. ... д-ра с.-х. наук : 05.20.01 / В.И. Оробинский. – Воронеж, 2007. – 334 с.
11. Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая / Н.В. Алдошин и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 2. – С. 26–29.
12. Повышение качества зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, С.В. Чернышов, А.В. Чернышов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 7–10.
13. Совершенствование конструкции шариковой очистки решет / В.И. Оробинский, А.Ю. Черемисинов, А.А. Сундеев, А.С. Корнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 126–128.
14. Тарасенко А.П. Влияние влажности зерна при уборке и послеуборочной обработке на его травмирование / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Зерновые культуры. Зерновой хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 22–24.
15. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2003. – 331 с.
16. Тарасенко А.П. Роторные зерноуборочные комбайны : учеб. пособие / А.П. Тарасенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 192 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10256 (дата обращения: 23.10.2018).
17. Шацкий В.П. Регулирование скорости воздушного потока в аспирационных каналах зерноочистительной машины / В.П. Шацкий, В.И. Оробинский, А.И. Королев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 3–4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Алексей Михайлович Гиевский – 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: aleksej.gievskij@mail.ru.

Алексей Викторович Чернышов – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: lexa-c@yandex.ru.

Дмитрий Леонидович Маслов – магистрант агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: dmo.maslov@yandex.ru.

Владислав Юрьевич Мильгунов – магистрант агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: milgunow@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 23.01.2019

Дата принятия к печати 15.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksey M. Gievsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

Aleksey V. Chernyshov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: lexa-c@yandex.ru.

Dmitriy L. Maslov, Master's Degree Student, Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor the Great, Russia, Voronezh, e-mail: dmo.maslov@yandex.ru.

Vladislav Yu. Milgunov, Master's Degree Student, Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor the Great, Russia, Voronezh, e-mail: milgunow@mail.ru.

Received January 23, 2019

Accepted February 15, 2019

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МТА НА БАЗЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Анатолий Иванович Завражнов¹

Александр Николаевич Беляев²

Николай Владимирович Михеев¹

¹Мичуринский государственный аграрный университет

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В мировой практике в настоящее время отмечается расширение парка энергонасыщенных универсально-пропашных тракторов интегральной схемы со всеми ведущими и управляемыми колесами, которые способны выполнять операции в составе широкозахватных комбинированных машинно-тракторных агрегатов (МТА) с передней и задней навесками машин. Однако указанные агрегаты имеют низкую устойчивость движения, поэтому одной из первоочередных задач является повышение устойчивости комбинированных МТА, в том числе при криволинейном движении. Проведены экспериментальные исследования комбинированного навесного агрегата при работе на поворотной полосе различными способами (I – передние управляемые колеса; II – передние и задние управляемые колеса с синхронным изменением угла поворота колес в разные стороны относительно остова трактора; III – комбинированный способ поворота с синхронным изменением угла поворота колес в одну сторону относительно остова трактора при входе в поворот и передними управляемыми колесами на участке установившегося поворота). Выявлено, что реализация поворота комбинированным способом способствует равномерной загрузке мостов трактора, снижению их вертикальных ускорений на 31–65% и ускорений поступательного движения МТА на 38–63% в сравнении с традиционными способами. Результаты замеров абсциссы x и ординаты y кругового беспетлевого поворота, соответствующих траектории, очерчиваемой кинематическим центром, при различных способах движения на повороте, показали, что комбинированный способ поворота является оптимальным для сохранения устойчивости движения. Он обеспечил снижение поперечного на 0,7–1,7 м и продольного на 2,20–2,46 м смещения комбинированного МТА в сравнении со способом поворота передними колесами и, соответственно, на 0,27–0,53 м и на 0,6–0,9 м в сравнении со способом поворота передними и задними управляемыми колесами. Площадь поворотной полосы уменьшилась в среднем соответственно на 28 и 10%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: универсально-пропашной трактор, комбинированный машинно-тракторный агрегат (МТА), устойчивость, поворот, управляемые колеса.

ENHANCEMENT OF STABILITY OF CURVILINEAR MOTION OF THE COMBINED MACHINE AND TRACTOR UNIT ON THE BASIS OF THE INTEGRATED GENERAL PURPOSE ROW CROP WHEEL TRACTOR

Anatoly I. Zavrazhnov¹

Alexander N. Belyaev²

Nikolay V. Mikheyev¹

¹Michurinsk State Agrarian University

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

At the present time in the world's practice there is an expansion of highly-efficient integrated general purpose row crop four-wheeled tractors that are capable to fulfill operations being in part of wide-cut combined machine and tractor units (MTU) with front and rear mounted machines. However, these units are characterized by low stability of motion, so one of the priorities is an enhancement of stability of the combined MTU motion, including curvilinear type. The authors conducted experimental studies of the combined mounted unit during its motion on the headland in a number of ways: (i) front steer wheels; (ii) front and rear steer wheels with synchronous change in the steering angle of the wheels in all

directions above the frame of the tractor; (iii) combined steering motion with synchronous change in the steering angle of the wheels in one direction above the frame of the tractor at the beginning of the turn and the front steer wheels in the area of steady steering motion. It was revealed that the implementation of the combined steering motion contributes to even load distribution on the tractor axles, reduction of their vertical acceleration by 31-65% and acceleration of the translational motion of the MTU by 38-63% in comparison with traditional methods of steering motion. The results of measurements of x -axis of abscissa and y -axis of ordinate of the circular non-loop steering corresponding to the trajectory outlined by the kinematic center during different types of steering motion showed that the combined type is optimal for maintaining the stability of curvilinear motion. The combined type provided a reduction in the transverse and longitudinal displacement of the combined MTU by 0.7-1.7 m and by 2.20-2.46 m, respectively, in comparison with the first studied type of steering motion, and by 0.27-0.53 m and 0.6-0.9 m, respectively, in comparison with the second studied type of steering motion. Consequently, the headland surface area decreased by 28% and 10%, respectively.

KEYWORDS: general purpose row crop tractor, combined machine and tractor unit (MTU), stability, steering motion, steer wheels.

Машинно-тракторные агрегаты (МТА) при работе в полевых условиях совершают ежедневно путь значительной длины. При этом рабочие ходы сопровождаются и чередуются с холостыми заездами и поворотами. Тот или иной способ движения на поворотной полосе выбирается в зависимости от агротехнических требований, типа и состава агрегата, а также размеров участка, на котором выполняется работа. Причем в каждом способе движения на поворотной полосе заложены элементы кругового беспетлевого поворота [5, 8].

Криволинейное движение, осуществляемое на поворотной полосе, является наиболее сложным элементом кинематики агрегата, так как отдельные его точки движутся с различной скоростью и описывают различные траектории. Колесный МТА не может мгновенно перейти от прямолинейного движения к движению по дуге окружности (в частности, не может совершать поворот на деформируемой почве с минимально допустимым радиусом R_T) и от движения по дуге окружности к прямолинейному движению. Он проходит участки с переменными радиусами кривизны от $R = \infty$ до $R = R_0$ – при входе в поворот и от $R = R_0$ до $R = \infty$ – при выходе из поворота. Наиболее динамически нагруженными являются участки «вход в поворот» и «установившийся поворот» [1, 2, 3, 11, 18], поэтому, как правило, при экспериментальных исследованиях изучают указанные этапы поворота.

На поворотной полосе, особенно при входе в поворот, происходит более значительное, чем на других участках поля, отклонение МТА от заданной траектории движения вследствие бокового увода и скольжения шин, что также способствует увеличению его динамической нагруженности, уплотнению и разрушению почвенной структуры, снижает плодородие почвы, поэтому для повышения урожайности культур необходимо снижать площадь уплотнения [3, 12, 20, 25].

Очевидно, что для оценки устойчивости движения МТА недостаточно знать значение радиуса R_0 , необходимо знать еще величины абсциссы x и ординаты y поворотной полосы, на которой агрегат может развернуться [8].

С целью получения полного представления о реальных рабочих процессах были проведены экспериментальные исследования комбинированного МТА на базе интегрального универсально-пропашного трактора со всеми управляемыми колесами в полевых условиях на деформируемом основании при совершении поворота на поворотной полосе с поднятыми в транспортное положение орудиями. Траектория движения соответствовала круговому беспетлевому повороту.

Преимущество комбинированных агрегатов перед агрегатами одноцелевого назначения весьма существенно. Они обеспечивают совмещение операций за один проход агрегата, в результате чего сокращаются сроки проведения работ, повышается их качество, снижаются затраты рабочего времени и средств. Использование таких агрегатов позволяет в несколько раз сократить число проходов по полю трактора и уменьшить уплотнение почвы [14, 21, 22].

Производительность агрегата на базе колесного трактора с фронтальной и задней навесками машин на предпосевной обработке почвы и посеве увеличивается на 30%, расход топлива на единицу площади снижается почти в два раза по сравнению с однооперационными МТА. Совмещение операций снижает нагрузку на почву и способствует увеличению урожайности на 4–7% [23].

Использование комбинированного широкозахватного МТА увеличивает загрузку двигателя энергонасыщенного интегрального трактора от 55–65 до 80%, что позволяет ему работать в зоне оптимальных характеристик, при этом производительность повышается, а расход топлива снижается [16].

При использовании передней и задней навесных систем более равномерно распределяется нагрузка по мостам трактора [4], но при этом увеличение массово-геометрических свойств приводит к существенному изменению кинематических и динамических характеристик МТА, влияющих на устойчивость его движения [6, 7, 10]. Особенно это проявляется при криволинейном движении по деформируемой почве на поворотной полосе, где наблюдается более значительное отклонение от желаемой траектории движения, в том числе зачастую занос, увеличиваются радиус поворота и площадь поворотной полосы [3].

Препятствием в расширении применения агрегатов с передними навесными системами является то, что они не обладают достаточной устойчивостью при криволинейном движении, поэтому одной из первоочередных задач является поиск путей повышения их устойчивости при повороте.

В качестве объекта испытаний, на котором была реализована предлагаемая методика, выбран энергонасыщенный универсально-пропашной трактор интегральной схемы класса 2 со всеми ведущими и управляемыми одинакового размера колесами конструкции ЛТЗ-155 [9, 15].

При проведении испытаний в реальных полевых условиях трактор комплектовался как комбинированный МТА навесными широкозахватными передним и задним навесными орудиями по схеме КРШ-8,1 + НП-5,4 + ЛТЗ-155 + КРШ-8,1 с целью обработки междурядий пропашных культур. Для оценки степени влияния на устойчивость движения собственных свойств трактора были также поставлены опыты с одиночным трактором.

Трактор оборудовался опытной [13] и серийной системой рулевого управления [15]. Поворот осуществлялся различными кинематическими способами:

- I – передние управляемые относительно остова колеса;
- II – передние и задние управляемые колеса с синхронным изменением угла поворота колес в разные стороны относительно остова трактора [19, 24];
- III – комбинированный способ поворота с синхронным изменением угла поворота колес в одну сторону относительно остова трактора при входе в поворот («краб») и передними управляемыми колесами на участке установившегося движения [17].

Результаты экспериментов показали, что с ростом скорости движения при крутом беспетлевом повороте комбинированного МТА из-за увеличения ударных нагрузок со стороны неровностей почвы существенно увеличиваются вертикальные, горизонтальные и угловые колебания агрегата в продольно-вертикальной плоскости при всех рассматриваемых способах поворота. МТА, совершающий поворот комбинированным способом, «смягчает» динамические процессы при взаимодействии ведущих колес трактора с почвой, практически не реагирует на угловые колебания в продольно-вертикальной плоскости, что также обуславливает устойчивость крутящих моментов.

Более плавное изменение, снижение величин и амплитуд крутящих моментов, вертикальных, продольных, инерционных и боковых сил, касательных сил тяги приводят к уменьшению буксования ведущих колес. При этом увеличивается сопротивление сдвигу колеса и моста в целом в поперечном направлении.

Равномерная загрузка мостов трактора при повороте комбинированным способом III, снижение, например, среднеквадратических вертикальных ускорений заднего моста на 47–66% в сравнении со способом поворота I и на 43–61% – со способом поворота II (рис. 1) способствуют гашению угловых колебаний в продольно-вертикальной плоскости.

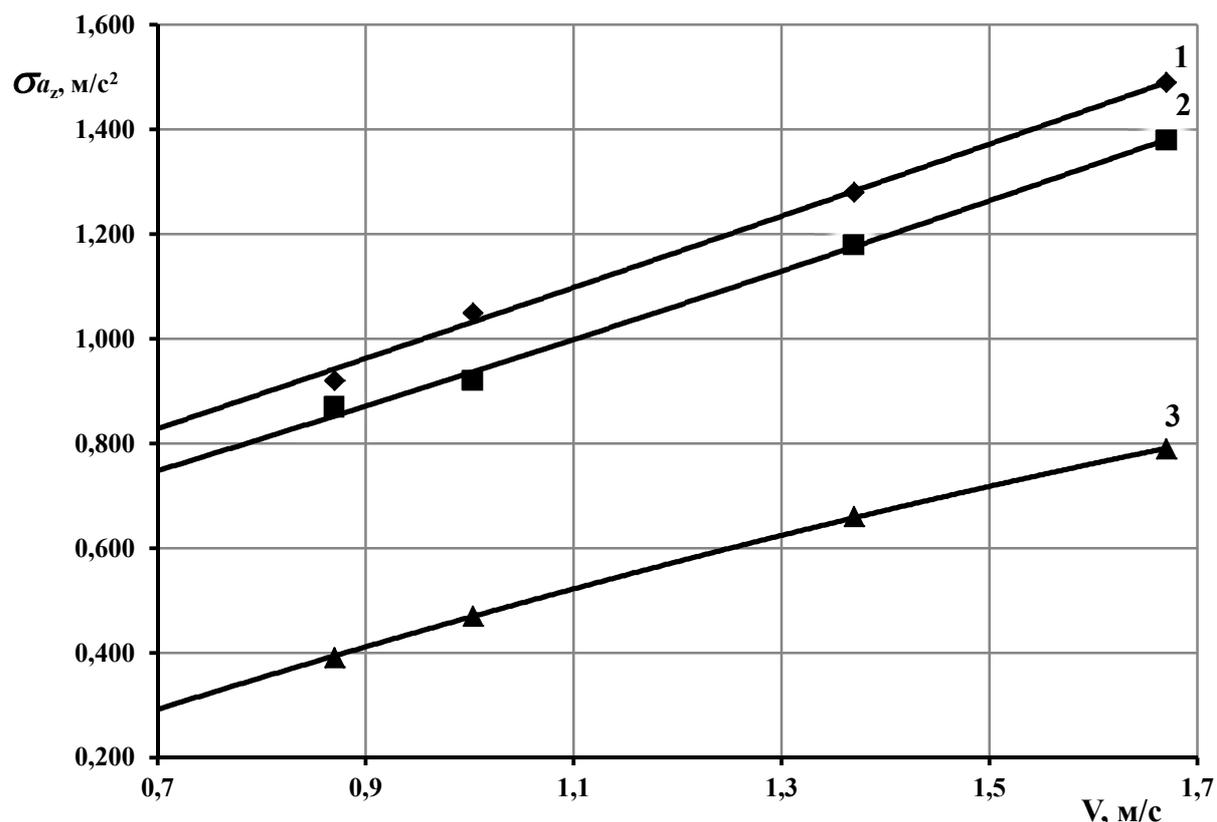


Рис. 1. Зависимость среднеквадратических вертикальных ускорений заднего моста трактора комбинированного МТА от скорости движения:
1 – способ поворота I; 2 – способ поворота II; 3 – способ поворота III

Вследствие уменьшения колебаний мостов трактора в вертикальном направлении снижаются боковые составляющие сил, действующих со стороны неровностей почвы, выравниваются поступательные скорости отстающего и забегающего колес, повышается их сопротивляемость боковому уводу и скольжению из-за меньшей разгрузки, и вследствие этого сохраняется заданная траектория движения. Этому также способствует увеличение равномерности поступательного движения. Среднеквадратические ускорения поступательного движения МТА на повороте уменьшаются при этом на 48–61% в сравнении со способом I и на 44–56% – со способом II (рис. 2). Все это улучшает условия труда тракториста, снижая напряженность его работы и усилия по поддержанию желаемой траектории движения, и дает основание сделать вывод об улучшении управляемости и устойчивости криволинейного движения машинно-тракторного агрегата.

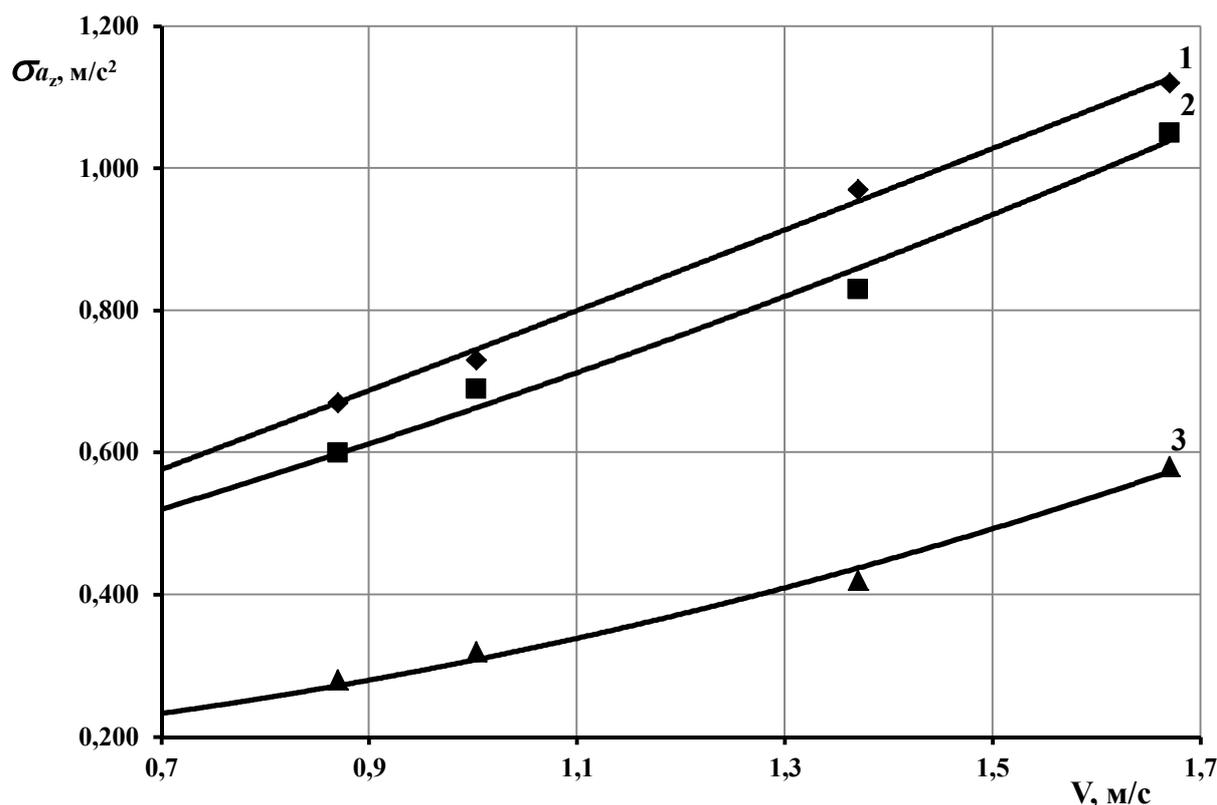


Рис. 2. Зависимость среднеквадратических горизонтальных ускорений комбинированного МТА от скорости движения:
1 – способ поворота I; 2 – способ поворота II; 3 – способ поворота III

Из анализа результатов экспериментов видно, что осуществление поворота задних ведущих колес отрицательно влияет на устойчивость, так как составляющие силы тяги, которые возникают при повороте колес, приводят к увеличению боковой силы задней оси, что особенно проявляется при неустановившемся режиме движения, когда изменяются углы поворота управляемых колес, то есть при входе в поворот.

Для сравнения: при изменении скорости движения комбинированного МТА при культивации с $v = 1,2$ м/с до $v = 2,5$ м/с вертикальные ускорения изменяются в пределах $0,5-1,3$ м/с², а горизонтальные – $0,38-0,9$ м/с² [3], что подтверждает вывод о динамичности процесса криволинейного движения МТА.

На рисунке 3 приведены зависимости действительного радиуса поворота интегрального универсально-пропашного трактора и комбинированного широкозахватного МТА на его базе от скорости движения при повороте способом I, а на рисунке 4 – при повороте способом II. Как видно из данных, приведенных на рисунках 3 и 4, с ростом скорости движения интенсивность изменения радиусов поворота снижается за счет большего запаса кинетической энергии, позволяющего лучше преодолевать динамические воздействия микропрофиля опорной поверхности. Рост радиусов поворота трактора и МТА с увеличением их скорости движения происходит из-за увеличения центробежной силы инерции, частоты динамического воздействия микропрофиля почвы на колеса, среднеквадратических ускорений вертикальных колебаний мостов, приводящих к их разгрузке, ухудшению сцепления колес с почвой, что вызывает возрастание боковых реакций на колесах трактора.

При скоростях движения трактора и МТА свыше $v = 1,37$ м/с при повороте передними колесами угол отклонения продольной оси трактора на участке установившегося движения возрастает за счет бокового скольжения задней оси под действием момента от разности касательных сил тяги и центробежной силы инерции. Следовательно,

для устранения скольжения задней оси трактора требуется создание большего поворачивающего момента за счет поворота управляемых колес, что приведет к уравновешиванию отклоняющего момента. Меньшие значения радиуса поворота на более высоких скоростях движения не свидетельствуют о лучшей устойчивости, а говорят о том, что из-за бокового заноса задней оси трактор поворачивается с меньшим радиусом и поэтому менее устойчив против скольжения (рис. 3).

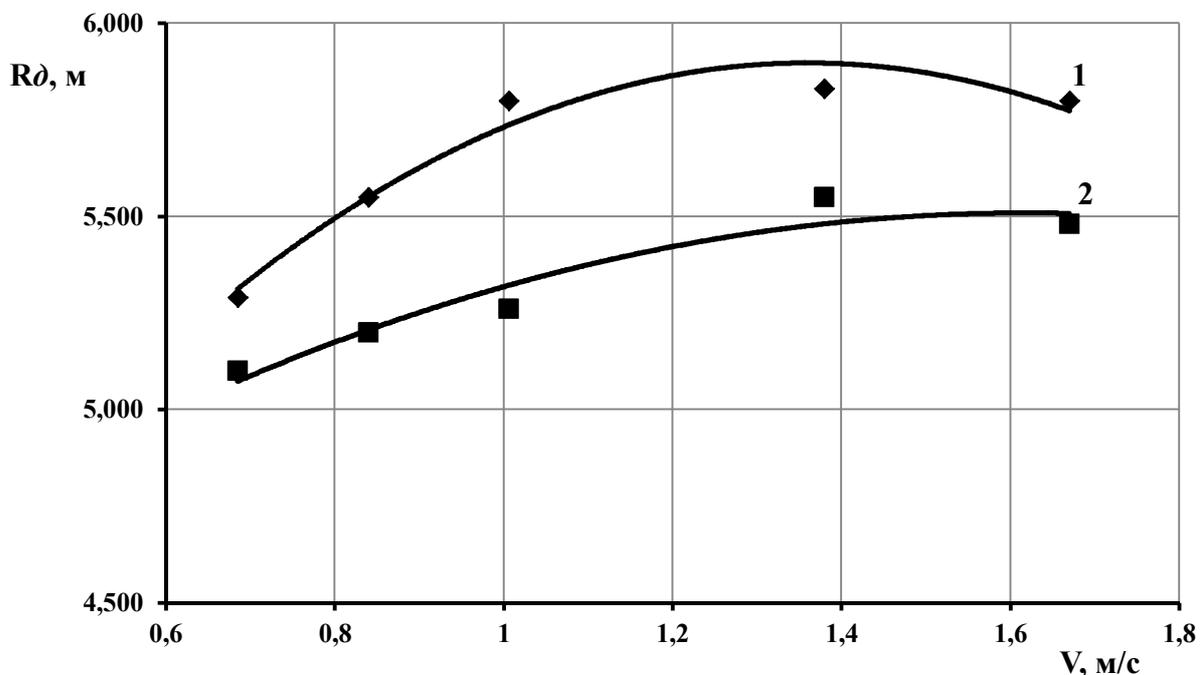


Рис. 3. Зависимость действительного радиуса поворота при способе I от скорости движения: 1 – МТА; 2 – трактор

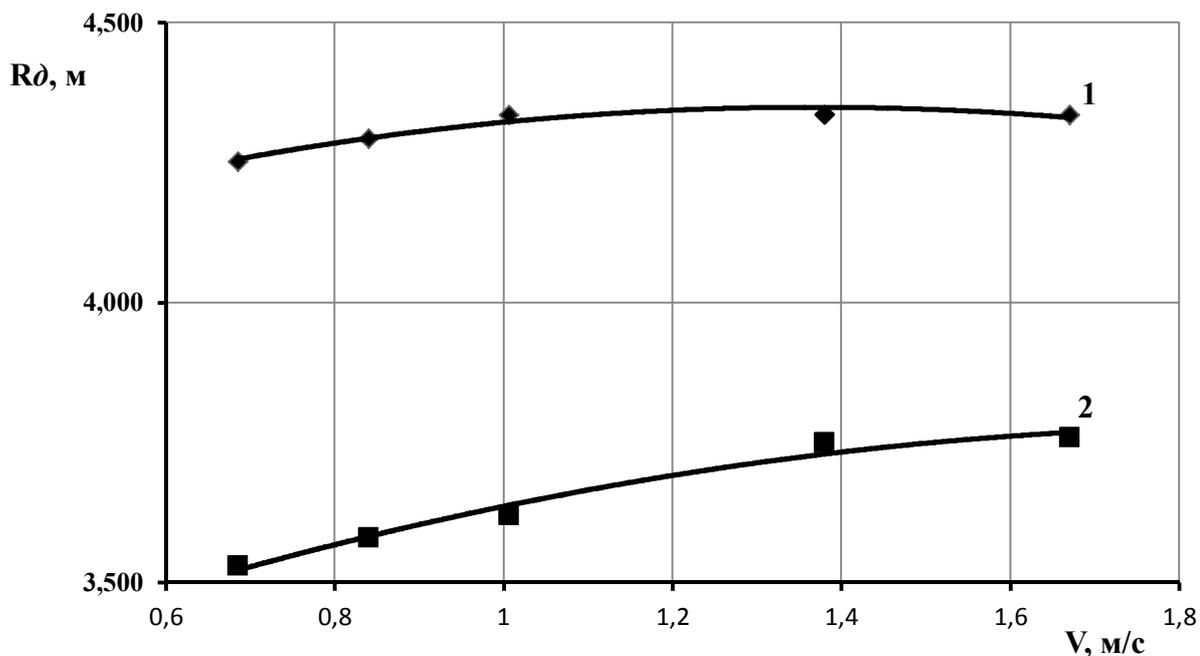


Рис. 4. Зависимость действительного радиуса поворота при способе II от скорости движения: 1 – МТА; 2 – трактор

Из анализа зависимости минимального радиуса поворота комбинированного агрегата от скорости движения при повороте способом II (рис. 4) выявлено, что в данном случае наблюдается боковое скольжение задней оси трактора только при скоростях движения свыше $v = 1,8$ м/с вследствие наличия дополнительного поворачивающего момента за счет поворота задних управляемых колес, снижения неравномерности перераспределения касательных сил тяги между колесами заднего моста, обусловленное увеличением значений коэффициента сцепления колес с почвой, то есть большей однородностью поверхности под задними колесами, которые движутся по следу, укатанному передними колесами. Вследствие этого повышается средняя скорость поступательного движения МТА.

В данном случае также наблюдается увеличение радиуса поворота с повышением скорости поступательного движения, обусловленное теми же факторами, что и при повороте способом I. Но при повороте передними колесами зависимости минимальных радиусов поворота от скорости движения растут более интенсивно, чем при повороте способом II, что также указывает на меньшую устойчивость трактора против заноса.

Наличие орудий передней и задней навесных систем приводит к увеличению нормальных нагрузок на колеса трактора, что ведет, с одной стороны, также к увеличению сцепного веса, а с другой – центробежной силы инерции, приводящей к изменению динамических радиусов ведущих колес, положения центра тяжести. При этом возрастающие величины боковых реакций на колесах трактора в значительной степени изменяют траекторию его движения, увеличивая радиус поворота. Наличие орудий способствует увеличению как вертикальной, продольной, боковой и касательной сил, так и возрастанию их колебаний.

Так, например, при повороте отдельного трактора передними колесами действительный радиус поворота имеет значения при изменении скорости поступательного движения от $v = 0,68$ м/с до $v = 1,37$ м/с – $R_{\delta} = 5,1-5,5$ м, когда при данном режиме поворота указанного трактора в составе навесного комбинированного агрегата и соответствующих изменениях скорости он составил – $R_{\delta} = 5,29-5,83$ м. Увеличение радиуса поворота МТА наблюдается на 4–9% во всем диапазоне рабочих скоростей (рис. 3). При этом значение минимального теоретического радиуса поворота – $R_T = 5,061$ м [15]. В сравнении с теоретическим радиусом максимальное увеличение действительного для трактора составило 9%, а для МТА – 13%.

При повороте трактора по способу II при изменении скорости поступательного движения от $v = 0,68$ м/с до $v = 1,67$ м/с – $R_{\delta} = 3,53-3,76$ м. При этом режиме поворота для комбинированного МТА – $R_{\delta} = 4,252-4,336$ м. Отмечается увеличение радиуса поворота МТА на 13–17% во всем диапазоне рабочих скоростей (рис. 4). При этом значение минимального теоретического радиуса поворота – $R_T = 2,987$ м [15]. В сравнении с теоретическим радиусом максимальное увеличение действительного для трактора составило 20%, а для МТА – 31%.

Полученные результаты подтверждают, что поворот задних колес отрицательно влияет на устойчивость движения МТА. При входе в поворот, когда «формируется» траектория участка его установившегося движения и, следовательно, действительный радиус поворота, величины и интенсивность изменения вышеперечисленных динамических факторов очень велики.

Следует отметить, что при повороте МТА средняя скорость движения незначительно выше, так как за счет большего запаса кинетической энергии лучше преодолеваются динамические воздействия микропрофиля опорной поверхности.

Траектория движения кинематического центра трактора дает наиболее полное представление о характере криволинейного движения МТА [1, 2, 3, 8, 12]. Приведенные при исследуемых способах поворота результаты замеров параметров x и y кругового бес-

петлевого поворота, соответствующих траектории, описываемой его кинематическим центром, позволяют сделать вывод о том, что предложенный комбинированный способ поворота III является наиболее рациональным (рис. 5).

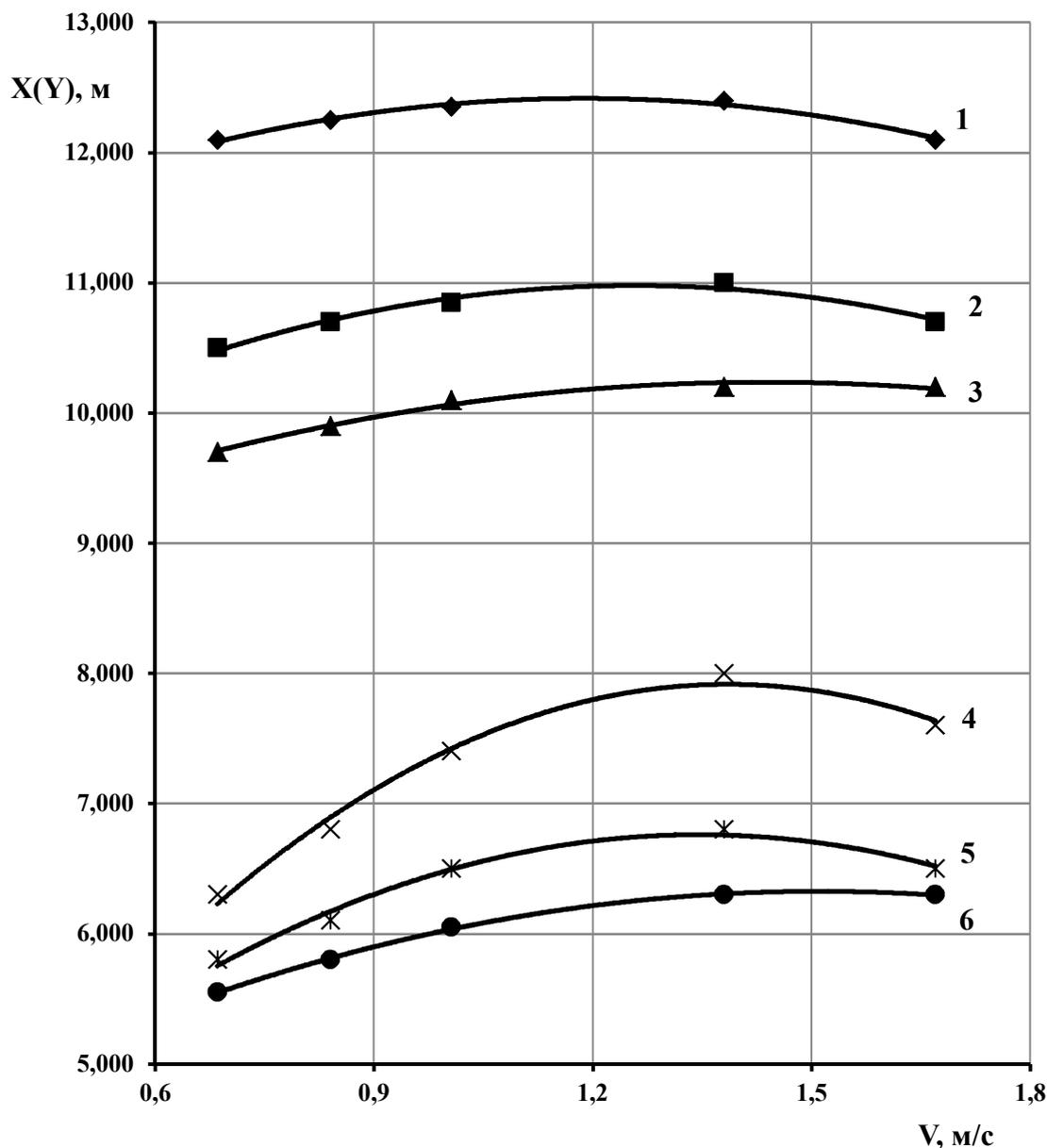


Рис. 5. Зависимость параметров кругового беспетлевого поворота от скорости движения МТА: 1 – способ поворота I (x); 2 – способ поворота II (x); 3 – способ поворота III (x); 4 – способ поворота I (y); 5 – способ поворота II (y); 6 – способ поворота III (y)

Из рисунка 5 следует, что комбинированный способ поворота в зависимости от скорости движения позволяет уменьшить на 0,7–1,7 м поперечное и на 2,2–2,46 м продольное смещения агрегата в сравнении со способом поворота передними колесами и соответственно на 0,27–0,53 м и на 0,6–0,9 м в сравнении со способом поворота передними и задними управляемыми колесами. Следовательно, ширина поворотной полосы, необходимая для поворота МТА, должна быть меньше на 2,20–2,46 м в первом случае и на 0,6–0,9 м – во втором случае. Площадь поворотной полосы уменьшается в среднем соответственно на 28 и 10%.

Данные на рисунке 5 согласуются с зависимостями, полученными для минимальных радиусов поворота (рис. 3, 4) с учетом участка входа в поворот.

Таким образом, критерии устойчивости x и y , которые дают и качественную, и количественную оценку, также свидетельствуют об улучшении устойчивости криволинейного движения МТА предложенным способом поворота в сравнении с традиционными. Анализ графиков (рис. 3, 4 и 5) показывает, что при этом происходит уменьшение бокового скольжения МТА ввиду более равномерного распределения нормальных нагрузок по колесам трактора [3], выравнивания динамических радиусов колес, уменьшения кинематического несоответствия в приводе ведущих колес, вертикальных колебаний мостов [3], что способствует выравниванию поступательных скоростей отстающих и забегающих колес, меньшей их разгрузке, плавности хода, а следовательно, повышению сцепления колес с почвой, снижению интенсивности динамического воздействия микропрофиля опорной поверхности на колеса трактора в продольно-поперечной плоскости, так как на самом динамически нагруженном участке поворота – «вход в поворот» происходит движение «крабом», практически близкое к прямолинейному, и переход на участок поворота – «установившийся поворот» происходит плавно.

Более равномерное распределение касательных сил тяги по колесам трактора, снижение их амплитуд и средних значений уменьшают момент сопротивления повороту от разности касательных сил тяги отстающего и забегающего колес, за счет чего снижаются боковые силы на колесах и, следовательно, углы бокового увода шин, боковое скольжение и происходит приближение к заданной траектории движения.

Скольжение задней оси трактора при комбинированном способе поворота на рабочих режимах поворота не наблюдается, увеличивается на 7–10% скорость поступательного движения, то есть уменьшается время разворота и повышается производительность технологической операции.

Таким образом, увеличение скорости движения, массово-геометрических характеристик, ужесточение динамических процессов, происходящих в системе передачи энергии от двигателя к ведущим колесам трактора, приводят к существенному изменению кинематических и динамических свойств МТА, влияющих на устойчивость движения при работе на поворотной полосе. Наиболее эффективным для повышения устойчивости криволинейного движения навесного комбинированного агрегата на базе универсально-пропашного трактора интегральной схемы со всеми ведущими и управляемыми колесами является движение по предложенному комбинированному способу поворота.

Библиографический список

1. Беляев А.Н. Машинно-тракторный агрегат на поворотной полосе / А.Н. Беляев, В.И. Крюков // Сельский механизатор. – 2008. – № 9. – С. 12–13.
2. Беляев А.Н. Рациональный способ движения МТА на поворотной полосе / А.Н. Беляев, В.В. Шередекин, В.И. Крюков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 7. – С. 18–19.
3. Беляев А.Н. Улучшение характеристик криволинейного движения комбинированного МТА на базе колесного трактора класса 2 ЛТЗ применением упруго-демпфирующего привода колес : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / А.Н. Беляев. – Воронеж, 1995. – 217 с.
4. Волков В.Г. Особенности реакций на колеса трактора с передней навесной системой / В.Г. Волков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1982. – № 8. – С. 37–39.
5. Гячев Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов / Л.В. Гячев. – Москва : Машиностроение, 1981. – 206 с.
6. Донцов И.Е. Устойчивость движения МТА с орудиями фронтальной или задней навески / И.Е. Донцов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 9. – С. 31–34.
7. Донцов И.Е. Устойчивость движения комбинированных МТА с фронтальными и задними навесными орудиями / И.Е. Донцов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 12. – С. 20–22.
8. Иофинов С.А. Технология производства тракторных работ / С.А. Иофинов. – Ленинград : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. – 231 с.
9. Кабаков Н.С. Трактор ЛТЗ-155 для возделывания пропашных культур / Н.С. Кабаков, А.Г. Пономарев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 1. – С. 7–9.

10. Кабаков Н.С. Устойчивость комбинированного агрегата с передней и задней навесными системами / Н.С. Кабаков, М.Я. Турушев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981. – № 7. – С. 33–36.
11. Козлов Д.Г. О движении универсально-пропашного трактора со всеми управляемыми колесами на поворотной полосе поля / Д.Г. Козлов // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 51–55.
12. Козлов Д.Г. Снижение динамической нагруженности почвы при криволинейном движении комбинированного МТА на базе трактора тягового класса 2 : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.Г. Козлов. – Мичуринск-Наукоград, 2013. – 146 с.
13. Козлов Д.Г. Совершенствование системы рулевого управления транспортным средством / Д.Г. Козлов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (53). – С. 45–50.
14. Надыкто В.Т. Перспективное направление создания комбинированных широкозахватных МТА / В.Т. Надыкто // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 3. – С. 26–30.
15. Обоснование параметров и конструкции универсально-пропашного трактора повышенной эффективности / К.Н. Виноградов и др. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1978. – 164 с.
16. Пархоменко М.Л. Оценка эффективности комбинированных агрегатов с передней навеской на предпосевной обработке почвы / М.Л. Пархоменко // Исследование новых комбинированных машин и рабочих органов для обработки и посева. – Горки, 1986. – С. 43–49.
17. Пат. 2164211 Российская Федерация, МПК В62D7/14 (2000.01). Система рулевого управления транспортного средства со всеми управляемыми колесами / А.Н. Беляев, О.И. Поливаев, Е.М. Попов, Д.А. Глаголев ; заявитель и патентообладатель Воронежский ГАУ. – № 99111541/28 ; заявл. 01.06.1999 ; опубл. 20.03.2001, Бюл. № 8. – 5 с.
18. Поливаев О.И. Влияние упругодемпфирующего привода ведущих колес на поворачиваемость МТА / О.И. Поливаев, А.Н. Беляев, Е.М. Попов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2000. – № 3. – С. 19–22.
19. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.
20. Снижать уплотнение почвы на поворотных полосах / Ф.П. Цыганов и др. // Земледелие. – 1986. – № 3. – С. 47–48.
21. Соловей В.Е. Комбинированные агрегаты / В.Е. Соловей, О.А. Маховецкий, Е.К. Черногор // Сахарная свекла. – 1984. – № 5. – С. 21–22.
22. Соловей В.Е. Эффект применения передней навески машин для междурядной обработки пропашных культур / В.Е. Соловей // Сб. науч. тр. ВИМ. – 1983. – Т. 9. – С. 100–109.
23. Технологические и эксплуатационные параметры работы комбинированных агрегатов при возделывании пропашных культур / М.П. Баландин и др. // Труды ВИМ. – 1980. – Т. 88. – С. 69–75.
24. Тракторы. Теория / В.В. Гуськов и др. – Москва : Машиностроение, 1988. – 376 с.
25. Трояновская И.П. Взаимодействие колесного движителя с грунтом на повороте с точки зрения механики / И.П. Трояновская // Тракторы и с.-х. машины. – 2011. – № 3. – С. 29–35.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Анатолий Иванович Завражных – доктор технических наук, академик РАН, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: aiz@mgau.ru.

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

Николай Владимирович Михеев – кандидат технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: mikheyev@mgau.ru.

Дата поступления в редакцию 24.02.2019

Дата принятия к печати 20.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Anatoly I. Zavrazhnov, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Academician of RAS, Chief Researcher, Professor, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: aiz@mgau.ru.

Alexander N. Belyaev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Applied Mechanics, Vice Rector for the Correspondence and Additional Education, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: aifkm_belyaev@mail.ru.

Nikolay V. Mikheyev, Candidate of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Transport and Technological Machines and Principles of Design, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: mikheyev@mgau.ru.

Received February 24, 2019

Accepted March 20, 2019

К ВЫБОРУ ПРОФИЛЯ ГРЕБЕНКИ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА

Владимир Юрьевич Савин

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,
Калужский филиал

Одним из основных геометрических параметров гребенки очесывающего барабана, определяющих возможность устойчивого очеса растений и транспортирования вороха, является форма профиля гребенки. Прямолинейная форма представляет собой наиболее простой вариант профиля гребенки. При исследовании движения зерновой массы по гребенке прямолинейного профиля были обозначены возможные негативные процессы, одним из которых является ранний сброс порции очесанного вороха с гребенки, что приводит к потерям зерна. Выделен частный случай взаимного расположения гребенки и колоса растения в момент очеса – случай максимального смещения области очеса конкретного растения к концу гребенки. Данную область обозначили как критическую зону очеса. Рассмотрены схемы взаимодействия колоса с гребенкой прямолинейной формы, расположенной радиально, и гребенкой с криволинейной передней поверхностью, отогнутой вперед. На основании условия равновесия тела на шероховатой поверхности показана возможность скольжения гребенки по колосу в начальный момент их взаимодействия. Анализ схем показал, что в начальный момент воздействия на колос гребенка прямолинейной формы практически не будет скользить относительно колоса. При этом будет происходить разрушение связей зерна с колосом, т. е. начнется процесс очеса. Порция очесанного материала не успеет сформироваться для последующего направленного движения. При этом неизбежен ранний сброс вороха. Выявленное преимущество гребенки с криволинейной передней поверхностью состоит в возможности скольжения колоса по гребенке в рабочую зону очеса и формировании порции вороха для последующего направленного перемещения по гребенке и нормального выброса. При этом ранний сброс вороха минимизируется.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уборка зерновых, очесывающее устройство, очесывающий барабан, очесывающая гребенка, профиль гребенки.

RATIONALE FOR CHOOSING THE PROFILE OF STRIPPING FINGERS OF THE STRIPPING CYLINDER

Vladimir Yu. Savin

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch

One of the main geometric parameters of the stripping fingers of the stripping cylinder, which determine the possibility of sustainable combing of plants and transportation of the heap, is a profile shape of the stripping fingers. The simplest version of the profile is generally admitted as rectilinear. While investigating, the author defined possible negative processes in the motion of grain heap along straight stripping fingers, namely the early discharge of a portion of the combings from the stripping fingers, which leads to grain losses; identified a special case of the mutual arrangement of the stripping fingers and the ear of the plant, i.e. the case of maximum displacement of the combing area of the plant to the end of the stripping fingers. This area was designated as a critical zone of the process. The author analyzed the scheme of interaction of the ear and radially located straight stripping fingers, and the variant of interaction of the ear and the stripping fingers with bent forward curved front surface. On account of equilibrium of a body on a rough surface, the possibility of sliding of the stripping fingers along the ear at the initial moment of their interaction was discussed. The analysis of the schemes showed that at the initial moment rectilinear stripping fingers didn't slide along the ear. At the same time, there occurred the destruction of grain connection with the ear, i.e. the process of stripping began. Due to the lack of the time period, the portion of the stripping mass didn't form the heap that could be moved further, and thus the early discharge of a portion of the combings from the stripping fingers is inevitable. The advantages of the stripping fingers with bent forward curved front surface are obvious, i.e. the ears can slide easily along the stripping fingers into the workspace of the stripping device, as well as the stripping mass can be formed for further motion along the stripping fingers and for normal discharge of the heap. In this case, an early discharge of the heap can be minimized.

KEYWORDS: grain crop harvesting, stripping device, stripping cylinder, stripping fingers, profile shape.

Очесывающий барабан очесывающего устройства для уборки зерновых культур выполняет две основные функции:

- очес растений;
- транспортирование очесанного вороха.

Раскрывая функцию транспортирования очесывающего барабана, можно отметить следующее. Схему движения зерновой массы после очеса определяет конструктивно-технологическая схема очесывающего устройства. Укрупненно можно выделить две схемы движения очесанной массы.

При реализации первой схемы происходит перемещение хлебной массы от гребенок к специализированному транспортирующему органу: шнековому или цепочно-планчатому транспортеру. Такая схема используется в зерноуборочных комбайнах с очесывающими адаптерами [1, 10, 12] и предназначена для прицепных очесывающих устройств [2, 4, 5, 9].

Вторая схема предложена для создания компактного прицепного очесывающего устройства для уборки зерновых культур. Данная схема предполагает использование очесывающего барабана с гребенками для швырково-пневматического транспортирования очесанной массы непосредственно в прицеп-емкость [6, 9].

В соответствии с функциями, которые выполняет гребенка очесывающего устройства, она должна удовлетворять как требованиям, предъявляемым к очесу растений, так и требованиям к транспортированию хлебной массы. При этом потери зерна не должны превышать норм, установленных агротехническими требованиями к уборке [3, 13].

Одним из основных геометрических параметров гребенки очесывающего барабана, определяющих возможность устойчивого очеса растений и транспортирования вороха, является форма профиля гребенки. Прямолинейная форма представляет собой наиболее простой вариант профиля гребенки.

При рассмотрении движения зерновой массы по гребенке прямолинейного профиля были обозначены возможные негативные процессы [7]. Одним из таких процессов является ранний сброс порции очесанного вороха с гребенки, что приводит к потерям зерна. Для минимизации появления раннего сброса зерновой массы рассмотрены разные варианты установки прямых гребенок: радиально, с наклоном вперед, с наклоном назад. Также получено дифференциальное уравнение движения частицы по гребенке, отклоненной назад [8].

Рассматривая проблему раннего сброса очесанного вороха с гребенки, необходимо отметить частный случай взаимного расположения гребенки и колоса растения в момент очеса. При максимальном смещении зоны очеса конкретного растения к концу гребенки порция очесанного вороха не успевает сформироваться для последующего направленного перемещения по гребенке. При этом неизбежен ранний сброс вороха с гребенки. Назовем указанную зону гребенки критической зоной очеса.

Минимальное расстояние между точкой начала очеса и концом гребенки l_{\min} (рис. 1) зависит от радиуса очесывающего барабана, угловой скорости гребенки, коэффициента трения частицы о поверхность гребенки. Данный параметр можно определить, используя дифференциальное уравнение движения частицы по гребенке [8].

В рамках исследования явления раннего сброса очесанного вороха рассмотрим схемы взаимодействия колоса с гребенкой прямолинейной формы, расположенной радиально, и гребенкой с криволинейной передней поверхностью. Исследование сведем к задаче на равновесие тела на шероховатой поверхности. Данную задачу решим геометрически.

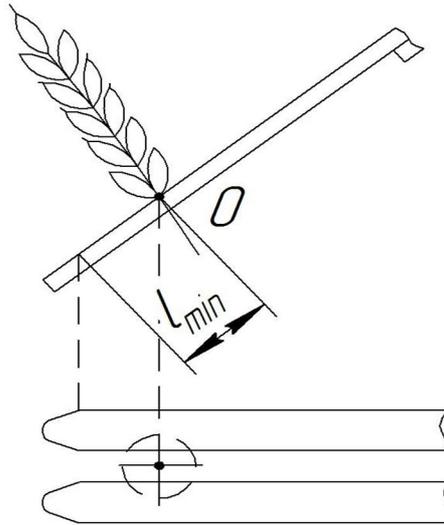


Рис. 1. Схема, поясняющая порядок отсчета минимального расстояния между точкой начала охвата и концом гребенки l_{min}

На рисунке 2 приведена схема взаимодействия гребенки Γ прямолинейной формы с колосом. Точка O гребенки контактирует с колосом. Силу реакции R можно разложить на составляющие: нормальную реакцию N и силу трения F_{mp} . Нормальная реакция N направлена по нормали к поверхности соприкосновения гребенки и колоса и в данном случае перпендикулярна плоскости гребенки. В качестве активной силы выступает сила F , прижимающая гребенку к колосу и действующая по линии скорости гребенки в точке контакта с колосом.

Максимальная сила трения гребенки о колос равна

$$F_{mp} = Nf, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения скольжения.

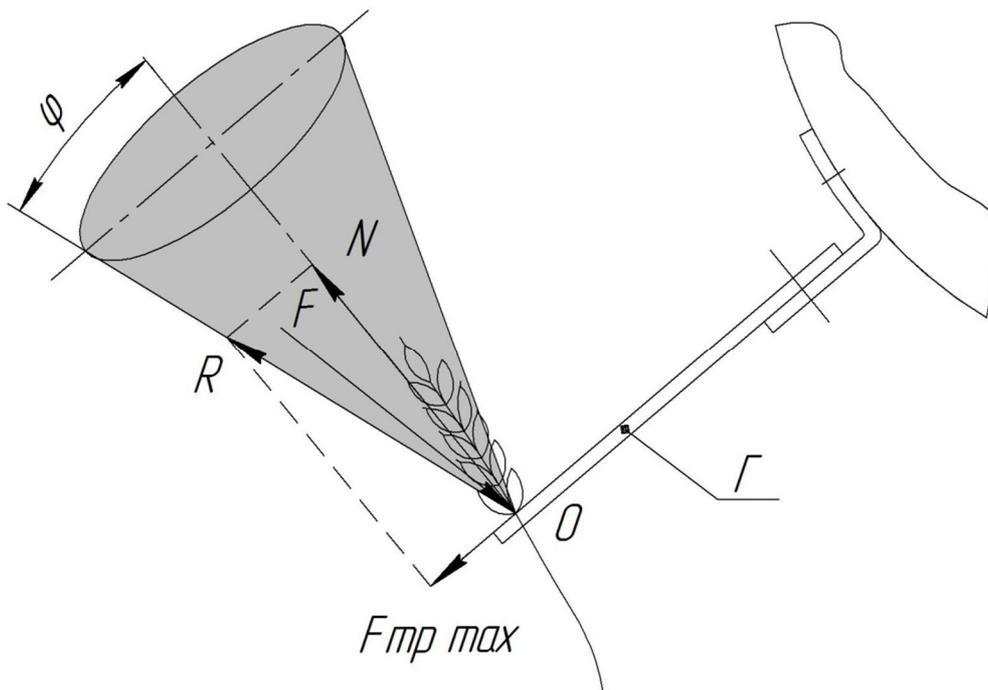


Рис. 2. Схема взаимодействия гребенки прямолинейной формы с колосом

Коэффициент трения стеблей зерновых культур зависит от их влажности и при скольжении по шлифованной стали в среднем равен 0,35 в начале движения [7, 11]. Рассматривая схему взаимодействия колоса с гребенкой, удобно пользоваться такими понятиями, как угол трения φ и конус трения. Для нахождения угла трения φ , являющегося углом между полной реакцией R , построенной на наибольшей силе трения при данной нормальной реакции и направлением нормальной реакции N , воспользуемся известной зависимостью

$$\operatorname{tg} \varphi = f. \quad (2)$$

Угол трения φ для указанного коэффициента трения составит $19,3^\circ$.

Для решения задачи равновесия на схеме показан конус трения, описанный полной реакцией, построенной на максимальной силе трения, вокруг направления нормальной реакции.

Как видно на рисунке 2, активная сила F находится внутри конуса трения. Исходя из условия равновесия тела на шероховатой поверхности колос в данном случае не выводится из равновесия, т. е. в начальный момент воздействия на колос гребенка прямолинейной формы практически не будет скользить относительно колоса. При этом будет происходить разрушение связей зерна с колосом, т. е. начнется процесс очеса.

С учетом указанного частного случая расположения колоса в зоне, приближенной к концу гребенки, порция очесанного материала не успеет сформироваться для последующего направленного движения. При этом неизбежен ранний сброс вороха.

Рассмотрим схему взаимодействия колоса с гребенкой, расположенной радиально и имеющей криволинейную переднюю поверхность и прямой участок у основания (рис. 3).

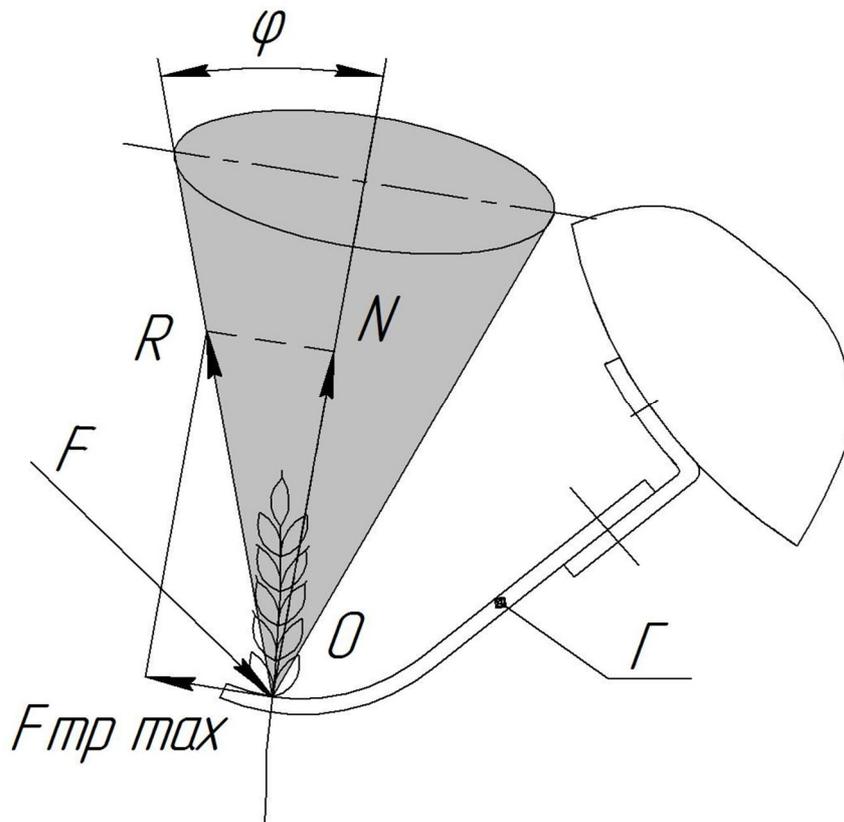


Рис. 3. Схема взаимодействия гребенки с криволинейной передней поверхностью

Изменение профиля гребенки, т. е. появление криволинейной передней поверхности, отогнутой вперед, напрямую влияет на взаимное расположение конуса трения и

активной силы. В данном случае активная сила не проходит внутри конуса трения или по его образующей и колос не находится в равновесии.

Согласно представленной схеме точка O колоса, контактирующая с гребенкой, имеет возможность двигаться по гребенке к ее основанию на определенном участке. Данный участок определяется формой профиля криволинейного участка.

На рисунке 4 показано перемещение колоса под действием активной силы F из точки O в точку O_1 . В точке O_1 образующая конуса совпадает с направлением действия активной силы F . Система гребенка – колос переходит в положение равновесия, скольжение колоса прекращается, начинается процесс очеса.

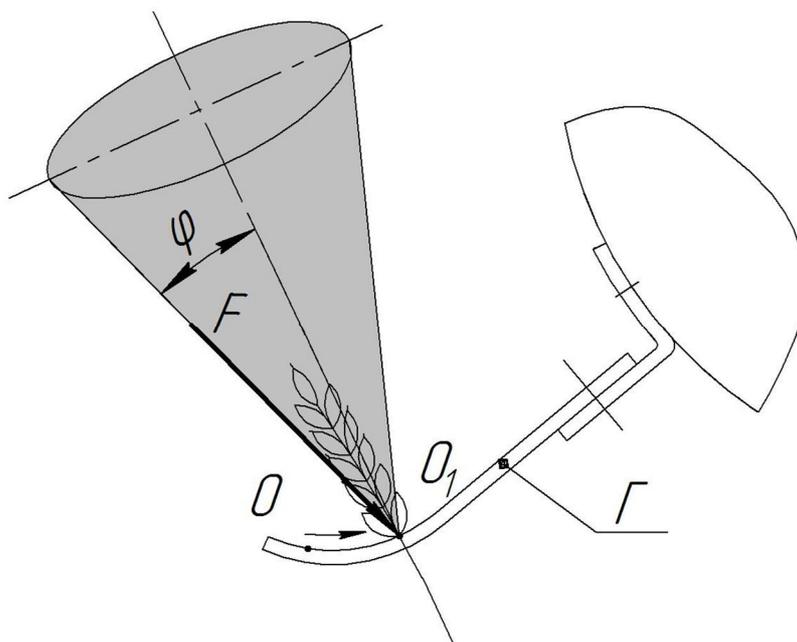


Рис. 4. Схема перемещения колоса из точки O в точку O_1

Преимущество данного типа профиля гребенки состоит в следующем. В частном случае расположения зоны начала взаимодействия конкретного растения с очесывающим барабаном в критической зоне до начала очеса происходит процесс скольжения колоса по гребенке в рабочую зону очеса. Под рабочей зоной очеса понимается зона гребенки, в которой очесанный материал успевает сформироваться в порцию вороха для последующего направленного перемещения по гребенке и нормального выброса.

Заключение

Анализ начала процесса взаимодействия гребенки и колоса позволил выделить две характерные зоны гребенки: критическую зону очеса и рабочую зону очеса. Расположение и размеры данных зон можно определить, используя дифференциальное уравнение движения частицы по гребенке.

В результате изучения начального этапа процесса взаимодействия гребенок двух различных профилей и колоса в критической зоне гребенки сделаны следующие выводы.

Прямолинейная форма гребенки не допускает скольжения стебля из критической зоны в рабочую зону очеса. Вследствие этого возможен ранний сброс очесанного вороха с гребенки.

Преимущество гребенки с криволинейной передней поверхностью состоит в возможности скольжения колоса по гребенке в рабочую зону очеса и формировании порции вороха для последующего направленного перемещения по гребенке и нормального выброса.

Библиографический список

1. Ковлягин Ф.В. Уборка зерновых культур методом очеса / Ф.В. Ковлягин, Г.Г. Маслов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1991. – № 8. – С. 5–6.
2. Леженкин А.Н. Машина с очесывающим устройством / А.Н. Леженкин // Сельский механизатор. – 2004. – № 12. – С. 9.
3. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства : учебник / А.П. Тарасенко, В.Н. Солнцев, В.П. Гребнев и др. – Москва : КолосС, 2006. – 552 с.
4. Пат. 160947 Российская Федерация (на полезную модель), МПК А01D 41/08 (2006.01). Прицепная уборочная машина / Солнцев В.Н., Ахматов А.А., Пивоваров А.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – № 2015141606/13, заявл. 30.09.2015 ; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. – 3 с.
5. Пат. 2299550 Российская Федерация, МПК А01D 41/08 (2006.01). Прицепная уборочная машина / Бурьянов А.И. и др.; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 2005136845/12; заявл. 25.11.2005 ; опубл. 27.05.2007, Бюл. № 15. – 6 с.
6. Пат. 2656414 Российская Федерация, МПК А01D 7/10, А01D 41/08 (2006.01). Прицепное очесывающее устройство / Савин В.Ю., Алакин В.М., заявитель и патентообладатель Савин В.Ю., Алакин В.М. – № 2016140996 ; заявл. 18.10.2016 ; опубл. 05.06.2018, Бюл. № 11. – 5 с.
7. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч. 2. Основы теории и технологического расчета / М.В. Сабликов. – Москва : Колос, 1968. – 296 с.
8. Савин В.Ю. Выбор основных параметров барабана очесывающего устройства / В.Ю. Савин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (53). – С. 100–104.
9. Солнцев В.Н. Агробиологические и технологические аспекты снижения потерь семян люцерны при уборке : монография / В.Н. Солнцев. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 123 с.
10. Солнцев В.Н. Технологии и технические средства в сельском хозяйстве : учеб. пособие / В.Н. Солнцев, В.И. Орбинский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 302 с.
11. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин : учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения ; под ред. Е.С. Босого. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1978. – 568 с.
12. Уборка зерновых культур методом очеса / П.А. Шабанов и др. // Техника в сельском хозяйстве. – 1985. – № 8. – С. 12.
13. Уборка урожая комбайнами «Дон» / М.К. Комарова (сост.). – Москва : Росагропромиздат, 1989. – 220 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Владимир Юрьевич Савин – кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых двигателей и гидромашин Калужского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, г. Калуга, e-mail: savin.study@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 06.01.2019

Дата принятия к печати 28.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Vladimir Yu. Savin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Heat Engines and Hydraulic Machines, Bauman Moscow State Technical University, Kaluga Branch, Russia, Kaluga, e-mail: savin.study@yandex.ru.

Received January 06, 2019

Accepted January 28, 2019

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУБЫХ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ С ШАРНИРНО ПОДВЕШЕННЫМИ КОМБИНИРОВАННЫМИ НОЖАМИ

Вячеслав Анатольевич Гулевский¹
Александр Анатольевич Вертий²

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Краснолучский горно-промышленный колледж

В технологии подготовки грубых стебельчатых кормов к скармливанию наиболее энергоемким процессом является измельчение, для чего широко применяются серийные измельчители РСС-6Б, которые обеспечивают соответствующее зоотехническим требованиям качество измельчения стеблей. При этом энергоемкость процесса измельчения грубых стебельчатых кормов достигает 3,75 кВт·ч/т. Снизить значение данного показателя можно путем применения рабочего органа, позволяющего посредством рубки рассекать прочную оболочку стеблей с последующим скользким резанием их внутренних тканей, при этом для обеспечения эффективного резания в барабанном измельчителе необходимо создать такие условия, при которых отсутствует отталкивающая сила поперечных серповидных лезвий, препятствующая продвижению измельчаемого материала в рабочую камеру. Такие условия создаются, когда ось барабана расположена выше противорезающей пластины. В результате решения задачи снижения энергоемкости процесса измельчения грубых стебельчатых кормов разработан, сконструирован и испытан новый измельчитель, рабочий орган которого представляет собой барабан с шарнирно подвешенными комбинированными ножами, снабженными вертикальными клиновидными и поперечными серповидными лезвиями, установленными в два уровня. Экспериментальные исследования разработанного авторами измельчителя показали, что энергоемкость процесса измельчения грубых стебельчатых кормов составляет 2,33 кВт·ч/т. Следовательно, энергозатраты снижаются на 38%. Новый измельчитель, кроме снижения энергоемкости, позволяет улучшить качество измельчаемого корма и управлять производительностью. Предложена методика расчета, позволяющая с учетом имеющихся в хозяйстве производственных мощностей, вида и поголовья животных определять наиболее рациональную конструктивно-технологическую схему измельчителя, ориентированную на получение подготовленной к скармливанию массы с заданными параметрами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: измельчитель кормов, инженерная методика, барабан с комбинированными ножами, конструктивные параметры, производительность измельчителя, энергоемкость, качество измельчаемого корма.

IMPROVEMENTS OF TECHNOLOGY OF ROUGH STALK FORAGE GRINDING BY CHOPPER EQUIPPED WITH FREE-SWINGING COMBINED KNIVES

Vyacheslav A. Gulevsky¹
Alexander A. Vertij²

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Krasnyi Luch Mining and Industrial College

In the technology of preparation of rough stalk forage for feeding the most energy-consuming stage is grinding. At this stage RCC-6B serial choppers are widely used for providing high quality specified by requirements of regulatory documents concerning agricultural animals' feeding. The energy intensity of the process of rough stalk forage grinding is 3.75 kWh/t. The reduction of the value of this parameter can be achieved by using a working element providing mincing of rough-coated stems with subsequent sliding cutting of their internal tissues. In order to ensure high efficient cutting, it is necessary to create such conditions in the cylinder chopper under which the repulsive force of the crescent-type cross edges preventing the motion of the chopped mass into the working chamber doesn't occur. Such conditions can be created when the axis of the cylinder is located above the shear knife. The solution of

the problem of reducing energy consumption of rough stalk forage grinding resulted in the following: the authors developed, designed and tested a new chopper, the working element of which is a cylinder with free-swinging combined knives, obtaining vertical wedge-type and crescent-type cross edges installed in two levels. Experimental study of a new chopper showed that energy consumption of rough stalk forage grinding was 2.33 kWh/t, this means that the value of energy consumption decreased by 38%. In addition to energy consumption reduction, the proposed design of the chopper allows enhancing the quality of the chopped feed and managing its productivity. The authors developed design procedure for choosing the most rational constructive-technological scheme of the chopper aimed at obtaining finished feedstuff with given parameters taking into account available farm production capacity, species of animals and density of stocking.

KEYWORDS: feedstuff chopper, design procedure, cylinder with combined knives, design parameters, performance capacity, energy consumption, quality of chopped feedstuff.

В настоящее время российские сельхозтоваропроизводители выращивают разнообразные сельскохозяйственные культуры, после уборки урожая которых образуется большое количество растительных остатков, в том числе и грубого стебельчатого материала. К таким культурам относятся кукуруза и сорго. Существуют технологии (в частности, Ноу-Тилл), предусматривающие наряду с внесением навоза использование нетоварной части урожая – соломы и грубостебельных остатков возделываемых сельскохозяйственных культур. Агронимическая эффективность использования соломы зерновых как удобрения доказана многочисленными опытами и практикой. Однако, по нашему мнению, стебли кукурузы и сорго нерационально использовать как органическое удобрение, поскольку для их перегнивания в поле необходимо произвести измельчение, затратив значительное количество энергии. Кроме того, перегнивание измельченных стеблей в почве протекает очень медленно, особенно при отсутствии достаточного увлажнения. Поэтому многие исследователи считают наиболее целесообразным использовать остающуюся после уборки стебельчатую массу в кормлении животных [1, 8, 15].

Практически все современные измельчители грубых кормов, представленные на рынке сельскохозяйственной техники, разработаны для измельчения стеблей злаковых культур. При измельчении прочных толстых стеблей кукурузы эффективность функционирования существующих технических средств значительно снижается [3, 15].

Для решения этой проблемы авторы разработали новую конструкцию измельчителя стебельчатых кормов и инженерную методику его проектирования [2, 13]. В качестве рабочего органа в новом измельчителе предложен барабан со свободно подвешенными комбинированными ножами, включающими вертикальные клиновидные и поперечные серповидные лезвия. Рабочий орган обеспечивает совмещение способа резания пуансоном (рубки) и резание со скольжением.

Общий вид разработанного авторами измельчителя стебельчатых кормов представлен на рисунке 1.

Измельчитель работает следующим образом. Стебли, подлежащие измельчению, укладываются на горизонтальный транспортер. Затем они, перемещаясь, сжимаются при помощи прижимного транспортера, и, спрессованные, подаются в измельчающий аппарат, где и осуществляется процесс резания.

Вертикальные лезвия (клиновидные) расщепляют часть стеблей в продольном направлении, комбинированные ножи теряют скорость, при этом обеспечиваются необходимые условия для скользящего резания поперечными (серповидными) лезвиями. Это обуславливает снижение сопротивления резанию слоя. Однако ударное действие (рубка) частично сохраняется, при этом в результате разрыва армирующих прожилок стебля отсекаемые частицы расщепляются на куски. Измельченные части стеблей воздушным потоком выводятся через выгрузное отверстие, в котором установлено решето. Решето позволяет отправлять на дополнительное измельчение те части стеблей, которые имеют недопустимую длину.

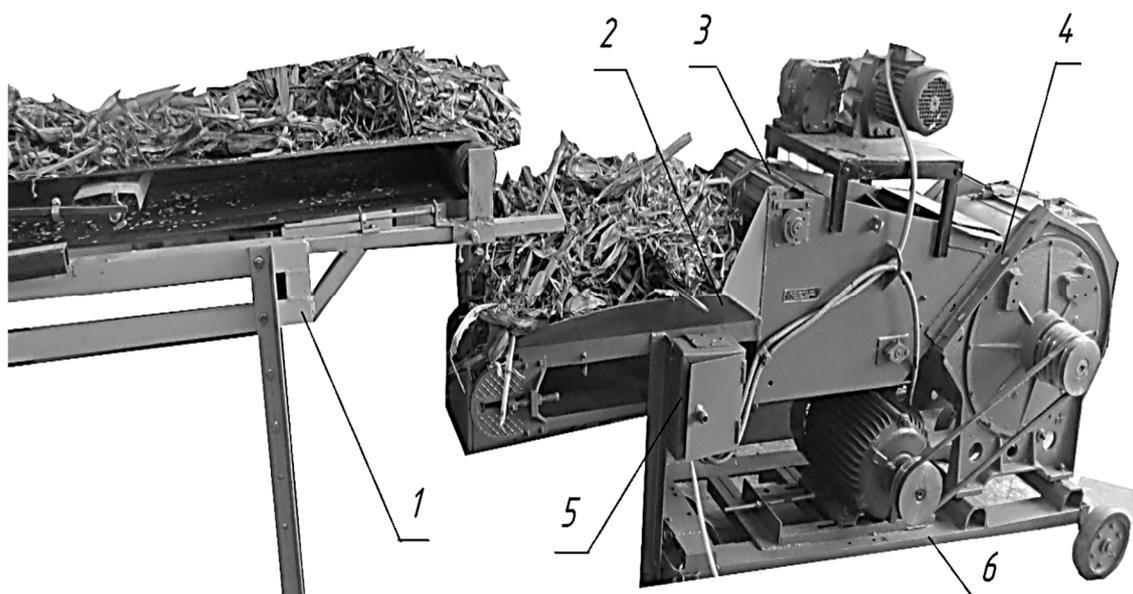


Рис. 1. Разработанный измельчитель стебельчатых кормов:
 1 – подающий транспортер; 2 – питающий транспортер измельчителя;
 3 – наклонный транспортер измельчителя; 4 – камера измельчения;
 5 – пульт управления; 6 – общая рама с системой привода узлов

В результате теоретических и экспериментальных исследований была отработана методика инженерного расчета оптимальных конструктивно-технологических параметров предлагаемых установок, которая состоит из следующих этапов:

- 1) определение технических требований, предъявляемых к установке (массогабаритные параметры, производительность, допустимые энергозатраты);
- 2) подбор соответствующих заданным требованиям барабанных измельчителей из стандартного модельного ряда;
- 3) компоновка конструктивно-технологической схемы измельчителя [3, 4, 13];
- 4) расчет технологических и режимных параметров, обеспечивающих взаимосвязанную работу различных узлов установки.

Методика расчета позволяет проектировать измельчитель, задаваясь массогабаритными параметрами, качеством получаемого корма, производительностью установки, а также ее энергоемкостью. Кроме этого, она дает возможность оптимизировать соотношение указанных параметров с акцентом на наиболее востребованный вариант. Например, можно обеспечить заданную производительность при условии минимума энергоемкости.

Исходные данные для проектирования выбираются из ниже приведенного перечня общепринятых конструктивных параметров, применяемых при инженерном расчете барабанных измельчителей грубых стебельчатых кормов [5, 6, 9, 11, 12, 14], с учетом рекомендуемых значений:

- угол заточки ножа – $\gamma_1 = 12-22^\circ$ (рис. 2, а);
- минимальный угол скольжения ножа – $\tau_{min} = 17^\circ$;
- острота лезвия – $\delta_0 = 20-40$ мкм (рис. 2, б);
- острота лезвия при затуплении – $\delta_{max} = 100$ мкм;
- ширина стачиваемой части лезвия – $\Delta = 250-500$ мкм (рис. 2, б);
- зазор в режущей паре – $\delta = 1-3$ мм;
- уплотненная объемная масса стебельчатых кормов – $\rho_c = 90-120$ кг/м³;
- модуль упругости материала оболочки стебля – $E' = 15-30$ МПа;
- модуль упругости основного материала – $E'' = 3-4$ МПа.

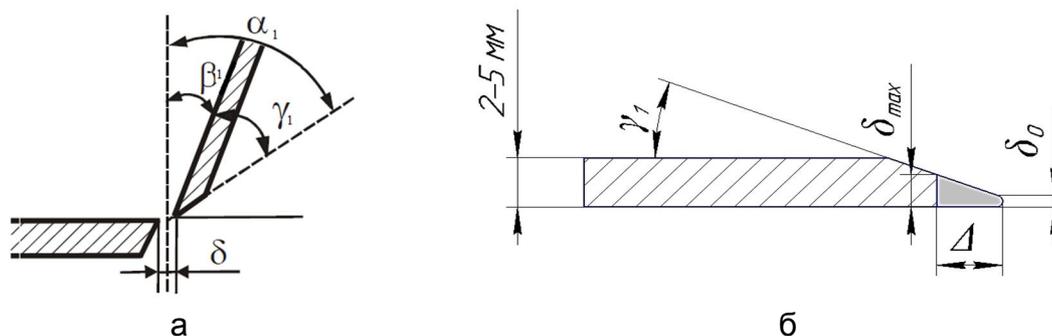


Рис. 2. Схема к определению общепринятых параметров лезвия ножа: а – режущая пара; б – нож

В дальнейшем, на основании указанных данных и выбранных параметров работы, разрабатывается вариант принципиальной схемы измельчителя исходя из базовой модели, представленной на рисунке 3 [3].

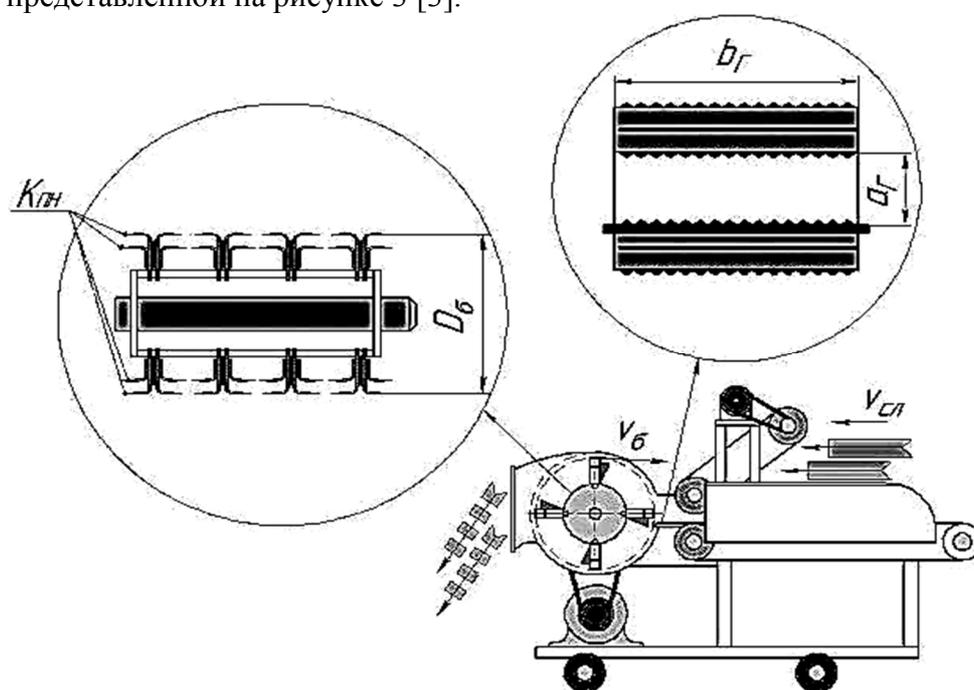


Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема измельчителя грубых стебельчатых кормов

В предлагаемой методике используются полученные на основании физической модели аналитические зависимости, которые позволяют определять конструктивные и технологические параметры установки, в частности наиболее рациональные геометрические параметры рабочих органов, а также мощностные характеристики применяемых силовых блоков.

Кроме того, методом инженерного расчета определяются следующие параметры нового измельчителя:

- длина криволинейного лезвия ножа;
- ширина захвата одного комбинированного ножа в сборе;
- диаметр барабана;
- ширина барабана;
- развертка барабана с указанием схемы расположения комбинированных ножей.

Методика предполагает использование эмпирических зависимостей, полученных на основании серии многофакторных экспериментов, которые дают возможность выбрать соотношение указанных выше значений, обеспечивающих максимум различ-

ных критериев оптимизации (производительность, энергоемкость, качество измельчения). При этом рациональная схема расстановки ножей на барабане и частота вращения рабочего органа определены экспериментально [13].

Многими отечественными учеными, изучавшими процесс измельчения грубых стебельчатых кормов, установлено, что для скользящего резания наиболее подходящими являются криволинейные ножи, лезвия которых представляют собой участок спирали Архимеда, кривизна которой ограничивается условием скольжения при резании [6, 7, 10–14], то есть угол скольжения должен быть не менее 17° .

При построении требуемого участка спирали Архимеда в программе Компас-3DV.16 осуществлялся поворот радиус-вектора ρ на угол φ до тех пор, пока угол τ не достигал своего минимально допустимого значения. Зависимость τ и ρ представлена в виде таблицы 1, по которой построено лекало лезвия ножа (рис. 4).

Таблица 1. Данные для построения лекала лезвия ножа

Показатель	Значение										
	0	51	49	40	37	33	29	25	21	18	17
$\tau, ^\circ$	0	51	49	40	37	33	29	25	21	18	17
$\rho, \text{мм}$	0	9	19	28	37	46	55	64	73	82	91

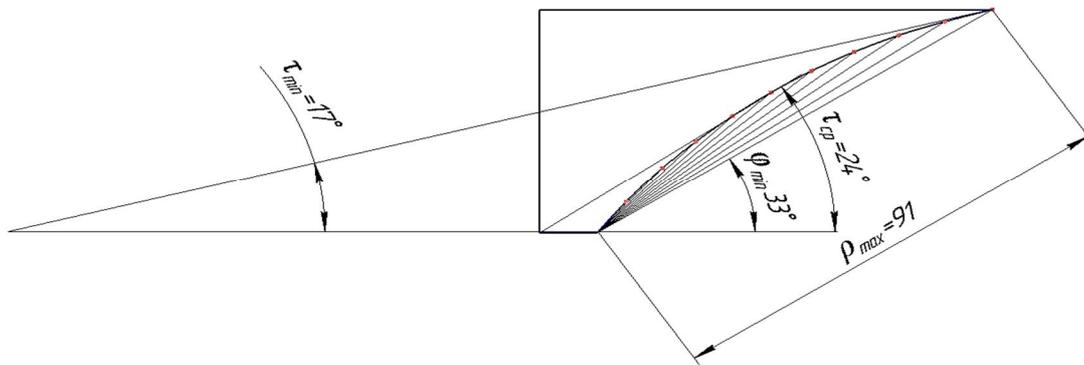


Рис. 4. Лекало лезвия ножа

Из таблицы 1 и рисунка 4 видно, что при длине радиус-вектора $\rho = 91$ мм и угле поворота $\varphi_{min} = 33^\circ$ участок спирали Архимеда обеспечит минимально допустимое значение угла скольжения $\tau = 17^\circ$. Следовательно, максимальная длина лезвия ножа достигается при длине радиус-вектора 91 мм. Основой конструкции нового рабочего органа стали ножи, изготовленные по рассчитанному лекалу лезвия. Для минимальных значений изгибающих моментов, действующих на оси подвесов ножей, их лезвия предложено располагать симметрично (рис. 5).



Рис. 5. Барабан измельчителя с комбинированными шарнирно подвешенными ножами: а – нож в сборе; б – нож в разборе; в – барабан в сборе

Ширина захвата одного комбинированного ножа определяется по формуле

$$l_{НОЖ} = 2(\rho_{max} \cdot \cos\varphi_{min}) + 5\Delta_m, \quad (1)$$

где Δ_m – толщина металлической пластины, из которой изготовлен нож.

Тогда ширина захвата ножа составит

$$l_{НОЖ} = 2(91 \cdot \cos 33) + 5 \cdot 3 = 168 \text{ мм.}$$

В результате экспериментальных исследований установлено, что на производительность измельчителя грубых стебельчатых кормов с новым рабочим органом оказывают влияние не только количество комбинированных ножей на барабане, но и схема их расстановки [13]. Исследования проводились при максимально возможной пропускной способности измельчителя 0,25 кг/с (рис. 6).

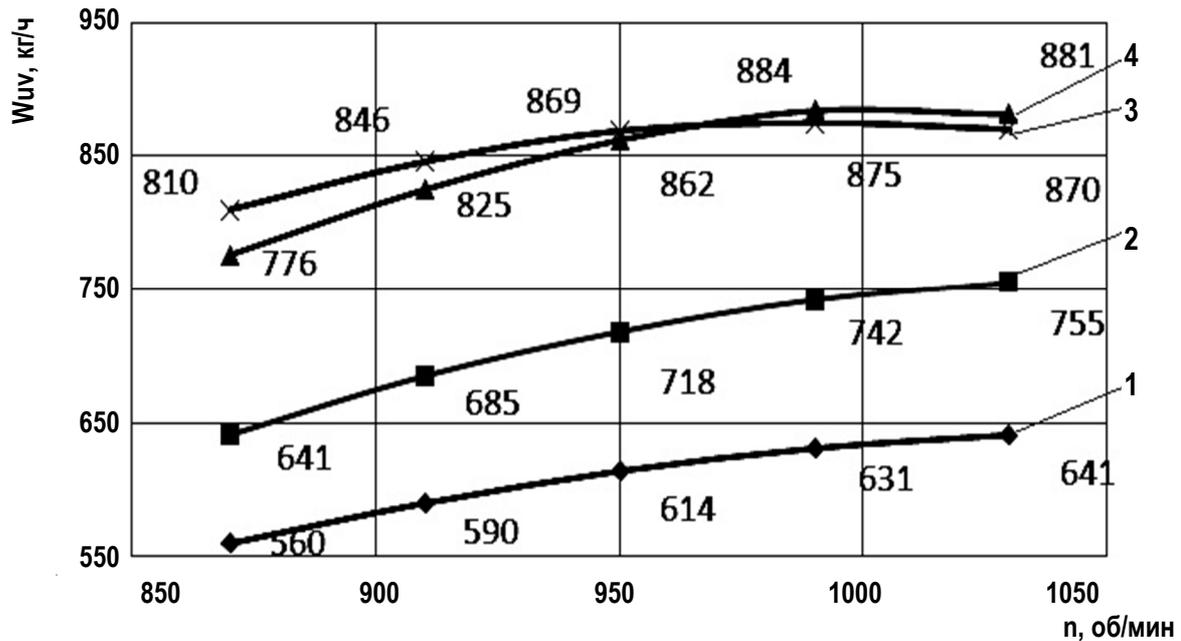


Рис. 6. Зависимость производительности измельчителя от частоты вращения рабочего органа и количества комбинированных ножей при подаче стеблей на измельчение 0,25 кг/с (900 кг/ч): 1, 2, 3 и 4 – соответственно 12, 9, 6 и 3 ножей на рабочем органе

Из экспериментально полученной зависимости следует, что рациональное количество комбинированных ножей на барабане составляет $z = 9$ шт., а рациональная схема расстановки ножей 2 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 реализуется при 6 осях подвеса при рациональной частоте вращения рабочего органа 990 об/мин. Установка 12 ножей (по 2 на каждой оси) прироста производительности не дает, а лишь увеличивает материалоемкость измельчителя.

Из вышеизложенного можно заключить, что ширина барабана определяется из выражения

$$L_{\delta} = 2L_{НОЖ} + 2H_{ТЕХ} + L_{РМН}, \quad (2)$$

где L_{δ} – ширина барабана, мм;

$L_{НОЖ}$ – ширина одного комбинированного ножа, мм;

$H_{ТЕХ}$ – зазор между ножами и стенкой корпуса, мм;

$L_{РМН}$ – расстояние между ножами, мм.

$$L_{РМН} = 0,5L_{НОЖ}, \text{ мм.} \quad (3)$$

Зазор между ножами и стенкой корпуса $H_{ТЕХ}$ целесообразно принять равным 10 мм, что исключит касание ножом стенки корпуса измельчителя при возникновении вибрации барабана в условиях работы при перегрузках.

Тогда $L_{\delta} = 2 \cdot 168 + 2 \cdot 10 + 0,5 \cdot 168 = 440$ мм.

Диаметр барабана определим из выражения

$$D_{\delta} = z \frac{L_{\delta} \cdot \operatorname{tg} \tau}{\pi}, \text{ м.} \quad (4)$$

При $\tau_{\min} = 17^{\circ}$ и $\tau_{\max} = 31^{\circ}$ диаметр барабана должен находиться в интервале $D_{\delta} = 0,39-0,75$ м. При конструировании нового измельчителя принято значение $D_{\delta} = 0,5$ м.

Развертка барабана представлена на рисунке 7.

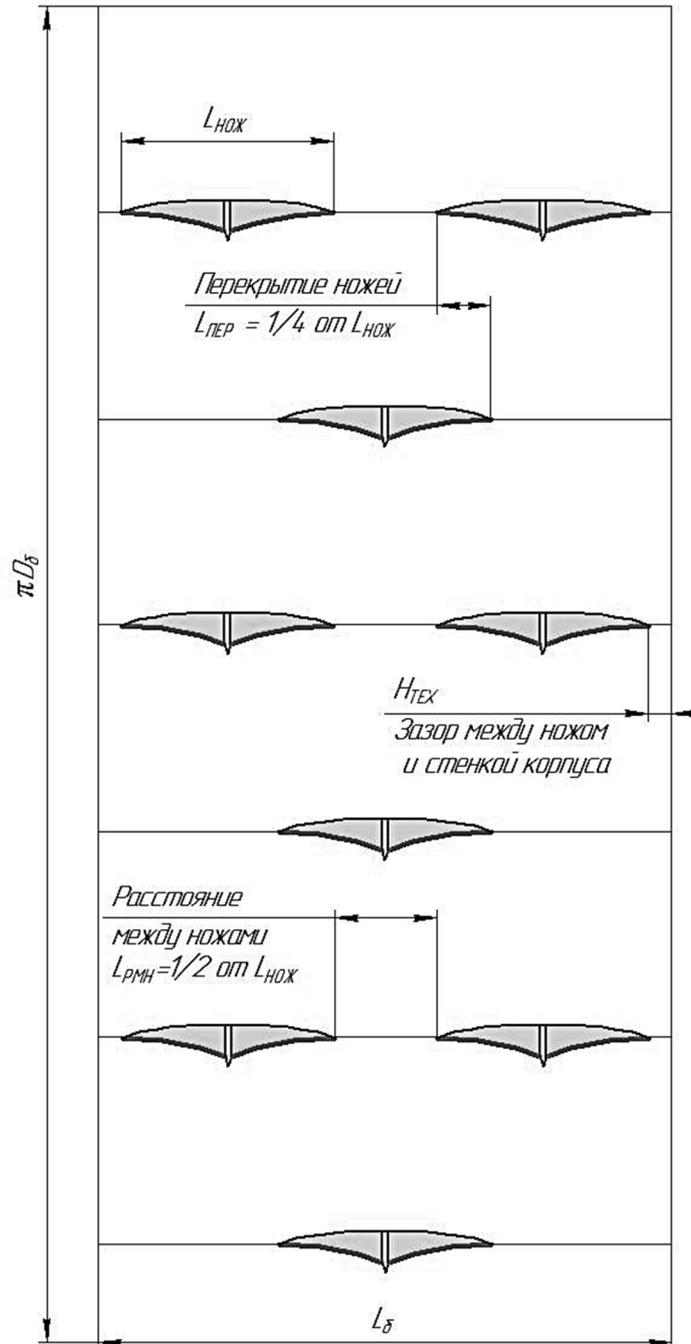


Рис. 7. Развертка измельчающего барабана

В частности, авторами была поставлена задача спроектировать измельчитель для заданной производительности (порядка 900 кг/ч), обеспечивающий минимальную энергоемкость. При параметрах, указанных в таблице 2, был достигнут минимум энергозатрат – 1,1–1,21 кВт·ч/т при производительности 921 кг/ч.

Таблица 2. Параметры рабочего органа нового измельчителя

Параметр	Значения
D_6 – диаметр барабана в рабочем состоянии, мм	500
L_6 – длина барабана, мм	440
z – количество комбинированных ножей	9
$K_{ПРКН}$ – количество полных рядов комбинированных ножей (на двух последовательных осях подвеса), шт.	3
$L_{НОЖ}$ – конструктивная длина комбинированного ножа, мм	168
$L_{ПЛ}$ – длина одного поперечного лезвия, мм	91
β_1 – угол установки ножа (конструкционный параметр), град.	5
α_1 – угол резания, град.	25
$\tau_{ср}$ – средний угол скольжения ножа, град.	24

Выводы

1. Предложена инженерная методика, позволяющая определять конструктивно-технологические параметры измельчителя грубых стебельчатых кормов исходя из требуемых характеристик его работы.

2. Обоснована принципиальная схема измельчителя и его рабочего органа.

3. Предложенная методика дает возможность оптимизировать соотношение наиболее значимых режимных параметров. В частности, для минимизации энергоемкости процесса наиболее рациональными являются следующие параметры:

- диаметр барабана – 500 мм;
- количество комбинированных ножей – 9;
- угол резания – 25°.

При указанных параметрах производительность достигает 921 кг/ч.

Библиографический список

1. Аристов А.В. Основы нормированного кормления сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А.В. Аристов, Н.А. Кудинова, Н.И. Кузнецов. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ имени К.Д. Глинки, 2009. – 145 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2543963/> (дата обращения: 15.12.2018).

2. Бахарев Д.Н. Моделирование процесса работы ориентирующе-дозировочного устройства для початков сортовой и гибридной кукурузы / Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4 (44). – С. 6–13.

3. Винников И.К. Методические рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения предприятий по производству молока и говядины / И.К. Винников, М.А. Тищенко, С.В. Брагинец. – Воронеж : ВНИПТИМЭСХ. – 2009. – 172 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zer-nograd.ru/books/Vinnikov_Recomendacii_2009.pdf (дата обращения: 13.01.2019).
4. Гулевский В.А. Математическое моделирование работы измельчителя кормов / В.А. Гулевский, А.А. Вертий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (58). – С. 120–128.
5. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 194 с.
6. Маматов Ф.М. Теория резания лезвием и расчет плосковращательных ножей дискового типа / Ф.М. Маматов, Б.С. Мирзаев. – Ташкент : Изд-во Фан, 2013. – 87 с.
7. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – Москва : Колос, 1999. – 528 с.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие ; под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва, 2003. – 456 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://btf-pdatu.at.ua/Literatura/norm_racion-Kalash-2003.pdf (дата обращения: 15.12.2018).
9. Ревенко И.И. Машины и оборудование для животноводства : учебник / И.И. Ревенко, Н.В. Брагинец, В.И. Ребенко. – Киев : Кондор, 2009. – 731 с.
10. Ревенко И.И. Совершенствование и обоснование параметров измельчителя и смесителя кормов / И.И. Ревенко, В.С. Хмелевский // Механизация сельскохозяйственного производства : сб. научных трудов. – Киев : НАУ, 1999. – С. 139–142.
11. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. – Москва : Машиностроение, 1975. – 311 с.
12. Рустамов С.И. Физико-механические свойства растений и совершенствование режущих аппаратов уборочных машин / С.И. Рустамов. – Донецк : Вища школа, 1981. – 172 с.
13. Теоретическое обоснование затрат мощности на измельчение стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Вертий, Е.Е. Корчагина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород : ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА», 2017. – № 1 (13). – С. 23–32.
14. Трубилин Е.И. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет) : учеб. пособие / Е.И. Трубилин, В.А. Абликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар : КГАУ, 2010. – 325 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kubsau.ru/upload/iblock/03e/03e2ee02ecd7db9a0a557082bdc4446b.pdf> (дата обращения: 17.01.2019).
15. Энергоемкость процесса измельчения стебельчатых кормов измельчителем с шарнирно подвешенными комбинированными ножами / Д.Н. Бахарев, С.Ф. Вольвак, А.А. Вертий, А.П. Чирок // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы : матер. XXII международной науч.-практ. конф. (28–29 мая 2018 г.) : в 2 т. – п. Майский : Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – Т. 1. – С. 147–148.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Вячеслав Анатольевич Гулевский – доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: main@srd.vsau.ru.

Александр Анатольевич Вертий – заместитель директора по учебной работе ГБОУ СПО ЛНР «Краснолучский горно-промышленный колледж», ЛНР, г. Красный Луч, e-mail: aleksander-vertij@ya.ru.

Дата поступления в редакцию 20.01.2019

Дата принятия к печати 12.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vyacheslav A. Gulevsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: main@srd.vsau.ru.

Alexander A. Vertij, Deputy Director for Studies, Krasnyi Luch Mining and Industrial College, Luhansk Peoples' Republic, Krasnyi Luch, e-mail: aleksander-vertij@ya.ru.

Received January 20, 2019

Accepted February 12, 2019

ПОДПОКРОВНЫЙ РЫХЛИТЕЛЬ С ПРУЖИННЫМ КРОТОВАТЕЛЕМ

**Юрий Федорович Казаков
Владимир Порфирьевич Мазяров
Владимир Николаевич Батманов**

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия

Щелевание с нарезанием дрены способствует защите склонов от водной эрозии, обеспечивает увеличение влагоемкости почвы. Использование в качестве дренера кротователя жесткой конструкции с возможностью отклонения его тягового узла от направления поступательной скорости способствует снижению тягового сопротивления. Для дальнейшего снижения сопротивления рабочего органа предложено изготовить кротователь в виде пружины с нежесткой тягой. Это повышает способность рабочего органа непрерывно приспосабливаться к изменяющимся почвенным условиям. При сжатии пружины в тяговой опоре и растяжении витков кротователя скорость центра масс, отдельных витков будет меньше скорости орудия. Скорость кротователя кратковременно может превысить скорость орудия при возврате пружины в исходное состояние после ее предельного растяжения. Анализ уравнения колебаний кротователя, представленного в виде одномассовой нелинейно-упругой системы, движущейся в вязкой среде, позволил выявить конструкционные, технологические факторы, управляя которыми можно повысить качество рыхления и снизить удельные энергозатраты. Колебаниям способствуют изменчивость свойств почвы, нелинейная упругая характеристика рабочего органа, непостоянство скоростей точек его рабочей поверхности. Амплитуда и частота колебаний системы «чизельный нож – пружина в тяговой опоре – пружинный кротователь» зависят от изменения наружного диаметра витков кротователя, закономерности изменения упругой характеристики тягово-опорного узла, способа крепления черенкового ножа на раме орудия. При этом происходит кинематическое изменение угла резания элементов витков, выполненных в виде клина, наклоненного к оси пружинной проволоки под углом 10...20°. Экспериментальные исследования макетного образца рыхлителя с пружинным кротователем, проведенные в условиях почвенного канала, подтвердили стабилизирующую роль системы пружин и снижение затрат энергии при обработке почвы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: почва, подпокроевое рыхление, пружинный кротователь, тяговое сопротивление, факторы, влияющие на тяговое сопротивление.

SUBSOILER WITH SPRING-TYPE MOLE PLOW

**Yuri F. Kazakov
Vladimir P. Mazarov
Vladimir N. Batmanov**

Chuvash State Agricultural Academy

Soil slitting with cutting the drain helps to protect the slopes from water erosion and provides an increase in soil moisture capacity. The mole blade can be represented by a rigid-structure mole plow with the possibility of deviation of its traction unit from the direction of ground speed; this contributes to the reduction of traction resistance. For further reduction of resistance of the working body the authors have proposed to manufacture a mole plow in the form of a spring with non-rigid traction. This increases the ability of the working body to continuously adapt to changing soil conditions. When the spring is compressed in the traction support and the coils of the mole plow are stretched, the center-of-mass velocity of individual coils will be less than the speed of the tool. The speed of the mole plow can momentarily exceed the speed of the tool when the spring returns to its original position after its ultimate stretching. The analysis of the oscillation equation of the mole plow represented as a single-mass nonlinear elastic system moving in a viscous medium revealed the certain structural and technological factors, and if these factors are managed correctly the quality of soil tillage can be improved and the reduction of the specific energy consumption can be achieved. Oscillations can be initiated by the variability of soil properties, nonlinear elastic characteristics of the working body, and inconstancy of velocities of the points of the working surface. The amplitude and frequency of oscillations of the system of 'chisel blade – spring in the traction support – spring-type mole plow' depend on the changes in the outer diameter of coils of the mole plow, the pattern of changes in the elastic characteristics of the traction support unit, and the method of mounting the knife cutter on the tool frame. In this case there is a kinematic change in the cutting angle of the coil elements made in the form of a wedge inclined to the axis of the spring wire at the angle of 10-20°. Experimental studies of a mockup test model of a subsoiler with a spring-type mole plow performed in the conditions of a tillage bin confirmed the stabilizing role of the spring system and the reduction of energy consumption during tillage.

KEYWORDS: soil, subsoil tillage, spring-type mole plow, traction resistance, factors affecting traction resistance.

В целях защиты почв от водной эрозии, повышения инфильтрационных свойств проводится глубокое рыхление, кротование с щелеванием [12, 14]. Увеличение влагоемкости пласта щелеванием [15] и кротованием на глубину ниже критической использованием рабочих органов жесткой конструкции [13] сопровождается возрастанием энергозатрат. Теоретические и экспериментальные исследования подпочвенного кротователя-рыхлителя с жесткими лучами в виде логарифмической спирали при глубине обработки меньше критической дали положительные результаты [5].

Направление дальнейшего совершенствования щелевателей и кротователей связано с увеличением числа степеней свободы рабочего органа – применением пружины в тяговом звене рыхлителя (рис. 1).

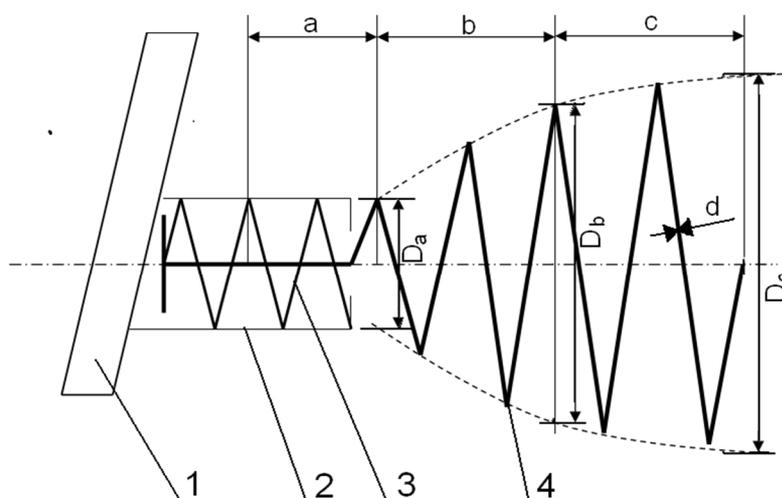


Рис. 1. Схема рыхлителя с пружинным кротователем:
 1 – черенковый нож; 2 – дренаж (тяговая опора);
 3 – упругий элемент тяговой опоры; 4 – пружинный кротователь

Это решение позволяет растянуть во времени процесс входа рыхлителя в работу, тем самым снизить пик тягового сопротивления в момент трогания почвообрабатывающего агрегата с места. Более широкими возможностями приспосабливаться к изменяющимся почвенным условиям обладает рыхлитель в виде конической пружины [3]. При наличии пружины в тягово-опорном узле такой кротователь будет обладать обобщенной упругой характеристикой переменной жесткости, как продольной, так и поперечной. Скорость центра масс кротователя, его отдельных витков будет отличаться от скорости чизельного ножа, в который смонтирована тяговая опора.

При сжатии пружины в опоре и растяжении витков кротователя скорость центра масс, отдельных витков будет меньше скорости рамы орудия и ножа. При возврате пружины в исходное состояние после предельного растяжения скорость центра масс кротователя, отдельных витков кратковременно может превысить скорость тягового узла. Кроме того, кротователь будет адаптироваться в почвенном пласте ввиду непостоянства свойств почвы. Рабочий орган будет отклоняться в сторону почвенного пласта с наименьшей прочностью внутрпочвенных связей.

Увеличение степени свободы рабочих элементов при их взаимодействии с почвой позволяет провести крошение почвы с минимальными затратами энергии. Это может быть достигнуто установкой ножей жесткой конструкции на сферических опорах с возможностью отклонения их от продольно-вертикальной плоскости [13], формированием условий воздействия на пласт одновременно в различных направлениях [3, 8].

Таким образом, ожидаемый режим работы подпокровного рыхлителя в виде пружины – колебательный. В работе [11] рассмотрено взаимодействие подпружиненного корпуса плуга с почвой, получено уравнение квазигармонических колебаний. Установлены факторы, влияющие на параметры колебания рабочего органа: упруго-вязкая характеристика почвы, собственная частота колебаний, упругая характеристика пружины. Пружина непосредственно не взаимодействовала с почвой.

Цель исследований – выявление основных факторов, влияющих на энергетические и технологические показатели подпокровного рыхлителя с пружинным кротователем, и обоснование путей управления ими.

Теоретические исследования выполнены на основе теории случайных колебаний одномассовой нелинейно-упругой системы, движущейся в вязкой среде.

Экспериментальные исследования макетного образца рыхлителя с пружинным кротователем выполнены в условиях почвенного канала института энергетики и механики Мордовского государственного университета. Контрольным рабочим органом был принят рыхлитель с рабочим органом, представляющим собой жесткий четырехлучевой кротователь.

Колебательное движение пружинного кротователя будем рассматривать как гармоническое возмущение демпфированных нелинейных осцилляторов [4].

В общем случае можно записать

$$x'' + 2Dx' + x = x_0 \cos \eta \tau .$$

Допустим, что имеют место линейное демпфирование обрабатываемой среды и восстанавливающая сила, пропорциональная отклонению в третьей степени – αx^3 .

Подставим в исходное уравнение колебаний

$$\ddot{x} + f(x, \dot{x}) = x_e(t) \tag{1}$$

следующие функции:

$$x_e(t) = \omega_0^2 x_0 \cos \Omega t , \tag{2}$$

$$f(x, \dot{x}) = d\dot{x} + \omega_0^2(x + \alpha x^3), \tag{3}$$

где Ω – собственная частота возмущающей силы.

Если ввести безразмерное время $\tau = \omega_0 t$, то уравнение движения примет следующий вид:

$$x'' + 2Dx' + x + \alpha x^3 = x_0 \cos \eta \tau , \tag{4}$$

где D – относительный коэффициент демпфирования;

η – относительная частота возмущающей силы.

Решим уравнение (4) приближенным образом методом гармонического баланса [4]. Предварительно заменим жесткую восстанавливающую силу αx^3 линейным выражением с коэффициентом, зависящим от отклонения: $\alpha x^3 \rightarrow a^* x$, где

$$a^* = \frac{\alpha}{\pi A} \int_0^{2\pi} A^3 \cos^4 \eta \tau d(\eta \tau) = \frac{3\alpha A^3}{4} . \tag{5}$$

Введем относительную собственную частоту пружинного кротователя η_A , также зависящую от отклонения.

С учетом соотношения (5) допустим, что

$$1 + a^* = 1 + \frac{3}{4} \alpha A^2 = \eta_A^2 . \tag{6}$$

Тогда уравнение (4) приведет к виду

$$x'' + 2Dx' + \eta_A^2 x^3 = x_0 \cos \eta \tau . \tag{7}$$

Периодическим решением уравнения (7) будет

$$x = A \cos(\eta \tau - \psi) , \tag{8}$$

$$A = x_0 V_A = \frac{x_0}{\sqrt{(\eta_A^2 - \eta^2)^2 + 4D^2 \eta^2}}; \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{2D\eta}{\eta_A^2 - \eta^2}. \quad (10)$$

Выражения (9) и (10) показывают, что гармоническое колебание происходит с амплитудой xV_A и отстает по фазе от возмущающего воздействия на угол ψ . При этом x_0 является мерой величины возмущения, а V_A показывает, во сколько раз амплитуда колебаний A отличается от амплитуды возмущения x_0 .

Так как в соответствии с выражением (6) величина η_A зависит от амплитуды A , равенство (9) рассматриваем как уравнение для A

$$A^2 \left[(\eta_A^2 - \eta^2)^2 + 4D^2 \eta^2 \right] = x_0^2. \quad (11)$$

Установим характер зависимости частоты от амплитуды $\eta = \eta(A)$.

Относительно η^2 уравнение (11) представляет собой квадратное уравнение. После подстановки (6) в уравнение (11) последнее принимает вид

$$\eta^2 - 2 \left(1 + \frac{3\alpha A^2}{4} - 2D^2 \right) \eta^2 + \left[\left(1 + \frac{3\alpha A^2}{4} - \frac{x_0^2}{A^2} \right) \right] = 0.$$

Решением этого уравнения будет

$$\eta_{1,2}^2 = \left(1 + \frac{3\alpha A^2}{4} - 2D^2 \right) \pm \sqrt{\frac{x_0^2}{A^2} - 4D^2 \left(1 + \frac{3\alpha A^2}{4} - D^2 \right)}. \quad (12)$$

Отсюда видно, что для каждой амплитуды A можно найти соответствующее значение η . В зависимости от величины входящих в это уравнение параметров некоторому фиксированному значению η будут соответствовать три значения амплитуды A , т. е. три возможных решения уравнения: два, одно или ни одного действительного решения для η . Кроме коэффициента демпфирования D существенное влияние на η оказывают параметр α – характеристика упругих свойств пружины, а также амплитуда x_0 .

Изменение условий демпфирования происходит в результате воздействия на пласт чизельного ножа и встроенного в него дренажа. В результате формируется сеть трещин различной интенсивности. Демпфирование зависит также от физико-механических свойств почвы. Изменение параметра α конструктивными методами приводит к изменению собственной частоты колебаний, следовательно, будет изменяться и относительная частота колебаний η . Таким образом, различной будет и амплитуда A . В соответствии с формулой (10) это относится и к углу сдвига фаз ψ .

Изменяя соотношение между частотой возмущающей силы и частотой собственных колебаний системы, можно получить вынужденные колебания с разными амплитудами [10].

Анализ уравнения (12) позволил выявить основные технологические и конструктивные факторы, влияющие на процесс автоколебания, способствующие управлению качеством работы и удельными энергозатратами: изменчивость свойств почвы, нелинейность упругой характеристики рабочего органа и непостоянство скоростей точек рабочей поверхности.

Непостоянство свойств почвы состоит, в первую очередь, в изменчивости продольной твердости, влажности, механического состава [7, 8]. Непостоянство свойств рабочего органа обусловлено его принципиальной особенностью: пружинный кротователь является механизмом, в котором происходит непрерывное изменение взаимоположения функциональных элементов – чизельного ножа и витков кротователя, что обусловлено упругими свойствами его тягово-опорного узла.

Упругая характеристика колеблющейся системы «чизельный нож – пружина в тяговой опоре – пружинный кротователь» зависит от закономерности изменения наружного диаметра витков по длине кротователя, упругой характеристики составных элементов тягово-опорного узла, характера крепления чизельного ножа на раме орудия. В результате колебаний будет происходить кинематическое изменение угла резания элементов витков, угла атаки элементов витков, их кривизны, способствуя самоочищению витков от почвенного нароста.

Генерирование колебаний возникает также из-за непостоянства скорости рамы орудия, обусловленного особенностями движения трактора, неровностями опорной поверхности, а также конструкцией механизма навески. Неравномерность поступательной скорости трактора является результатом перераспределения ведущих моментов по движителям, неравномерности крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Изменение частоты возмущения колеблющейся системы может быть достигнуто технологически и конструкционно.

Технологически оно достигается изменением глубины обработки, степени заглубления кротователя, направления орудия с кротователем по отношению к направлению рядков предыдущей культуры. В последнем случае фактически изменяются расстояние между уплотненными междурядьями, длина переуплотненной полосы, преодолеваемая системой «чизельный нож – кротователь». При этом непрерывно изменяются размеры и плотность комков почвы, отрываемых долотом чизеля от дна борозды, высота и направление гребешков – линий отрыва комков.

Конструкционное изменение частоты возмущения обусловлено упругими характеристиками кротователя и пружин в тяговой опоре, а также особенностями их установки: с зазором, без зазора, предварительным заневоливанием. Регулирование упругой характеристики пружинного кротователя, а значит, частоты и амплитуды возмущающей силы достигается изменением диаметра и площади сечения прутка вдоль витков кротователя в определенных пределах, рациональным выбором формы сечения пружинного прутка (в частности, в виде прямоугольника, эллипса). Поперечные сечения пружинного прутка по мере удаления от первого тягового витка могут быть переменными как по величине, так и по форме, способствуя достижению многовариантной жесткости колеблющейся системы.

Экспериментальные исследования рабочего органа в составе чизельного ножа и кротователя в виде конической пружины, изготовленной по геометрическим параметрам, полученным в результате многокритериальной оптимизации [6], проведены в почвенном канале. На тяговой станции была собрана установка, состоящая из чизельного ножа со встроенным дреном, к которому крепили пружинный кротователь, диаметр начального витка которого $D_a = 0,045$ м, а диаметр прутка $d = 9$ мм (рис. 1). В качестве контрольного рабочего органа использовали четырехлучевой кротователь подпокровного рыхлителя РП-2,4, диаметр конечного витка пружины которого $D_c = 0,25$ м, т. е. равен диаметру основания лучевого кротователя рыхлителя РП-2,4 [5]. Испытания проводились при скорости движения тяговой станции $0,29$ м/с и глубине обработки $0,25$ м.

Изменение тягового сопротивления чизельного ножа с пружиной и жестким рыхлителем на этапах вступления в работу и установившегося движения представлены на рисунке 2. На I и II этапах тяговое сопротивление чизельного ножа с конической пружиной имеет колебательный характер.

По величине и характеру изменения графики имеют несущественные отличия. Однако суммарная работа прохода чизеля с пружиной, представленная площадью под кривой, несколько меньше, чем у кротователя с жесткими лучами рыхлителя РП-2,4. Это объясняется меньшей площадью контакта витка пружины с почвой по сравнению с лучами кротователя.

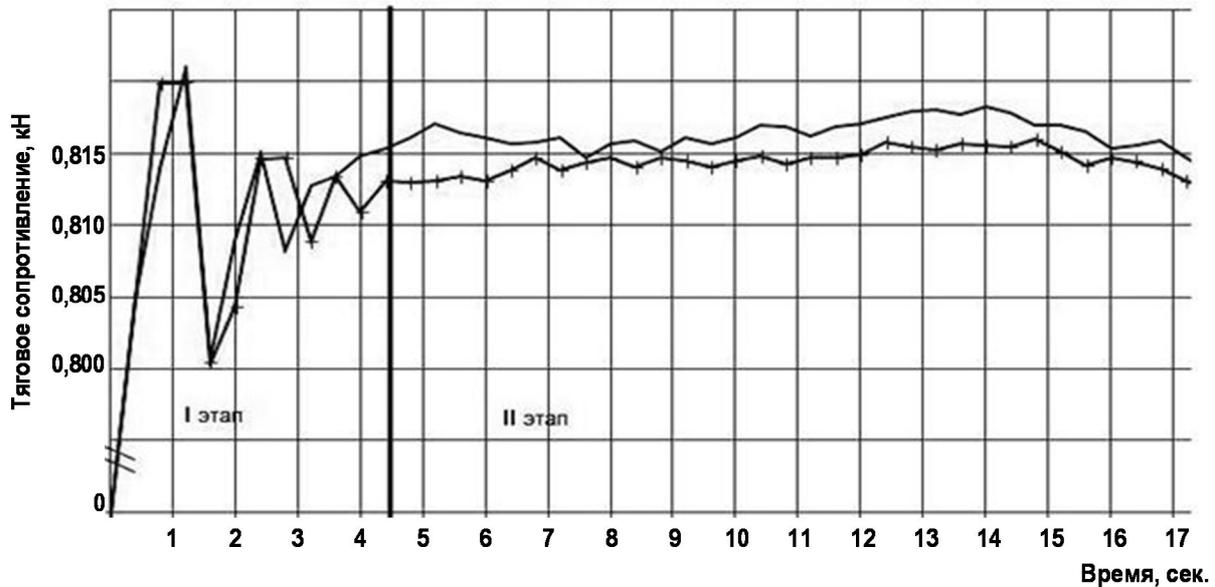


Рис. 2. Графики изменения тягового сопротивления рыхлителя подпокровного кротователя РП-2,4 (—) и конической пружины (---)

В ходе экспериментов было установлено, что на витках кротователя из прутка круглого сечения местами образуются почвенные наросты. Для пояснения влияния упругих свойств кротователя на процесс их формирования и срыва рассмотрим взаимодействие почвы и витка круглого сечения с уплотненным ядром (рис. 3).

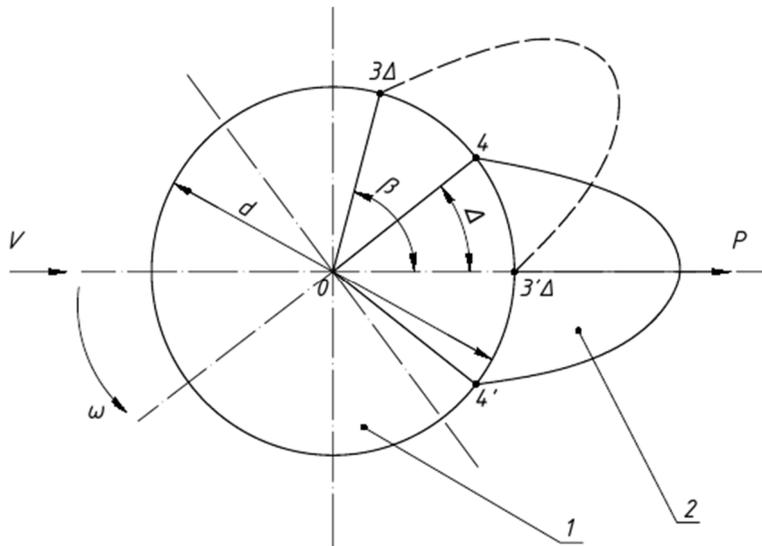


Рис. 3. Поперечное сечение витка пружины 1 с уплотненным ядром почвы 2

При переменных нагрузках случайного характера происходит растягивание и сжатие пружины. Витки рабочего органа, движущиеся со скоростью V , в процессе контакта с почвой совершают колебания. Происходит изменение диаметра витков, их кривизны, положения плоскости витков относительно поперечно-вертикальной плоскости движения. При этом неизбежен частичный разворот плоскости витка в направлении вектора ω , а следовательно, и уплотненного ядра на некоторый угол Δ (участок $3\Delta - 3'\Delta$).

При ускорении режущего элемента возрастают реакция почвы на нарост, ее нормальная и касательная составляющие. За счет разности реакций почвы при развороте плоскости витка произойдет срыв почвенного нароста и изменение угла резания, то есть скалывание отрезаемого комка почвы вовнутрь конической пружины. В этот мо-

мент уменьшится общее сопротивление P рабочего элемента. При дальнейшем движении формируется новое уплотненное ядро (участок 4 – 4'), возможно, на ином месте. В зависимости от количества и расположения наростов на витках кротователя будет происходить перепад тягового сопротивления на разную величину (рис. 2).

При проектировании и совершенствовании почвообрабатывающих рабочих органов необходимо учитывать, что на энергоёмкость реального процесса деформации почвы влияет форма рабочего органа [2]. Выполнение поверхности рабочего органа в виде почвенного нароста является способом снижения тягового сопротивления [1].

На основе принципа динамического отображения деформации пласта авторами предложено изготовить кротователь в виде пружины сложной формы, напоминающей почвенный нарост (рис. 4).

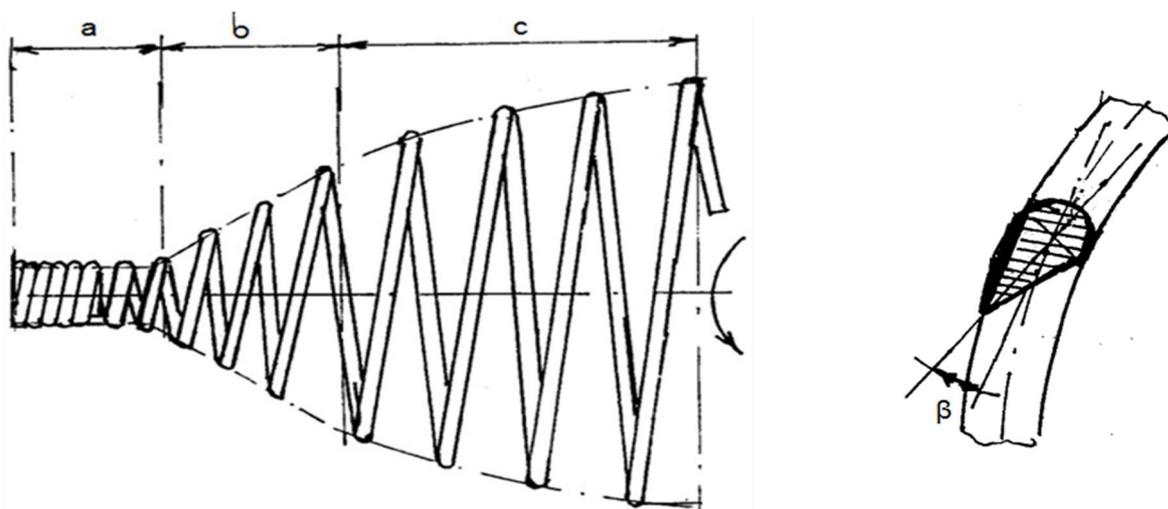


Рис. 4. Пружина рыхлителя сложной формы и поперечное сечение витка рыхлителя:
 а – цилиндрическая часть; б – коническая часть;
 с – завершающая часть (в форме параболоида вращения)

В передней части кротователь представлен в виде цилиндра, в средней – в виде конуса, а в задней – в виде параболоида вращения $y = x^n$, где $n = 0,5 \dots 0,7$ (рис. 4) [9]. Расчеты показали, что угол конуса пружины в ненагруженном состоянии должен составить $15 \dots 25^\circ$ (рис. 4, участок «б»). Поперечное сечение витков рабочей части имеет форму клина, наклоненного к оси под углом $\beta = 10 \dots 20^\circ$.

В целях обеспечения самозатачивания рабочую грань клина следует покрыть износостойким материалом, например, сормайтом.

Выводы

Научная задача снижения удельных затрат энергии при обработке почвы, повышения качества рыхления должна решаться путем адаптации параметров и формы рабочего органа к изменяющимся почвенным условиям и режимам работы.

Для этих целей необходимо использовать комбинированный почвообрабатывающий рабочий орган в виде механизма с многовариантной жесткостью пружины в тяговой опоре и пружинного кротователя. Для предварительного разрушения целостности пласта до встречи с витками кротователя необходим черенковый нож с дреномером.

Для изменения амплитуды и частоты возмущающей силы в широких пределах и поддержания колебаний рабочего органа следует создать высокую частоту его собственных колебаний. Это возможно за счет увеличения жесткости при неизменной массе, а также конструктивных особенностей кротователя. При снижении массы необходимую частоту собственных колебаний можно обеспечить за счет применения материалов с более высокими упругими свойствами для изготовления пружины в тяговой опоре и кротователя, а также за счет выбора рациональной формы сечения прутка по условиям прочности.

Библиографический список

1. Васильев С.И. Совершенствование метода и технических средств для горизонтального измерения твердости почвы при внедрении технологии координатного земледелия : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.И. Васильев. – Пенза, 2007. – 19 с.
2. Ветохин В.И. Обоснование формы и параметров рыхлительных рабочих органов с целью снижения энергозатрат на обработку почвы : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / В.И. Ветохин. – Москва : ВИСХОМ, 1992. – 232 с.
3. Казаков Ю.Ф. Результаты исследования пружинного кротователя / Ю.Ф. Казаков, В.В. Белов, А.В. Максимов // Известия Международной академии аграрного образования. – Санкт-Петербург, 2016. – Вып. 27 (2). – С. 15–19.
4. Магнус К. Колебания (введение в исследование колебательных систем) / К. Магнус ; пер. с нем. – Москва : Мир, 1982. – 304 с.
5. Мазяров В.П. Разработка и использование опытного образца подпорового рыхлителя с рабочими органами реактивного действия: заключительный отчет НИОКР / В.П. Мазяров, Т.В. Мазярова. – Регистрационный номер ФГНУ «ЦИТиС» № 01201059003, 2011. – 65 с.
6. Медведев В.И. Выбор оптимальных параметров почвообрабатывающей техники с использованием методов виброреологии и многокритериальной оценки / В.И. Медведев. – Чебоксары : ФГОУ ВПО ЧГСХА, 2000. – 98 с.
7. Мониторинг плотности почвы пахотного горизонта в системе точного (управляемого) земледелия / А. Кушнарев, В. Кравчук, С. Кушнарев, В. Дюжаев // Техніка и технології в АПК. – 2010. – № 9 (12). – С. 12–16.
8. Панов И.М. Физические основы механики почв : монография / И.М. Панов, В.И. Ветохин. – Киев : Феникс, 2008. – 266 с.
9. Пат. 2544622 Российская Федерация, МПК А01В 13/16, А01В 13/08, А01В15/00, Е02В 11/02 (2006.01). Подпоровый рыхлитель почвы / А.Г. Васильев, Ю.Ф. Казаков, А.В. Максимов; заявитель и патентообладатель А.Г. Васильев. – № 2014109204 ; заявл.11.03.2014 ; опубл. 20.03.15, Бюл. № 8. – 6 с.
10. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – Москва : Высшая школа, 1986. – 246 с.
11. Тимофеев А.И. Введение в современные методы аналитического исследования движения мобильных сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / А.И. Тимофеев, Н.М. Флайшер. – Москва : МИИСП имени В.П. Горячкина, 1976. – 54 с.
12. Grisso R.D. Review of Models for Predicting Performance of Narrow Tillage Tool / R.D. Grisso, J.V. Perumpral // American Society of Agricultural Engineers. – 1985. – Vol. 28 (4). – Pp. 1062–1067.
13. Jeffery J.C. The Development of the McConnell Till Aerator Design / J.C. Jeffery // Journal of Agricultural Engineering Research. – 1984. – Vol. 29 (3). – Pp. 257–263.
14. On-the-go measurements of soil penetration resistance on a Swedish Eutric Cambisol / E. Bölenius, G. Rogstrand, J. Arvidsson, B. Stenberg, L. Thylén // International Soil Tillage Research Organization 17th Triennial Conference. – Kiel, Germany, 2006. – Pp. 867–870.
15. Taylor W.E. Equipment for Aerating Bermuda grass Pastures / W.E. Taylor, W.E. McMurphy, G.L. McLaughlin // Transactions of the ASAE. – 1983. – Vol. 24 (2). – Pp. 352–356.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Юрий Федорович Казаков – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Чебоксары, e-mail: ura.kazakov@mail.ru.

Владимир Порфирьевич Мазяров – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Чебоксары, e-mail: mazyarov@polytech21.ru.

Владимир Николаевич Батманов – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов» ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Чебоксары, e-mail: bvn.academi-gsxa@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 08.01.2019

Дата принятия к печати 26.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Yuri F. Kazakov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, Russia, Cheboksary, e-mail: ura.kazakov@mail.ru.

Vladimir P. Mazyarov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, Russia, Cheboksary, e-mail: mazyarov@polytech21.ru.

Vladimir N. Batmanov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, Russia, Cheboksary, e-mail: bvn.academi-gsxa@yandex.ru.

Received January 08, 2019

Accepted January 26, 2019

ОРГАНИЗАЦИЯ МОЛОКОПРИЕМНЫХ ПУНКТОВ ПРИ МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЕ

**Иван Николаевич Краснов
Александра Юрьевна Краснова
Валентина Викторовна Мирошникова**

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской
государственный аграрный университет» в г. Зернограде

Показана возможность и целесообразность организации молокоприемного пункта непосредственно на сельской молочной ферме небольшого хозяйства. Такая ферма представлена в виде модулей из отдельно стоящих помещений с возможностью расширения. Дано описание процесса производства молока, технологии доения и первичной обработки молока с использованием пастеризации на основе применения гидродинамического нагревателя (ГДН), то есть нагревателя с непосредственным нагревом молока. Показано, что источниками потерь тепловой энергии в серийных пастеризаторах являются потери в окружающую среду, а также с потоком воды для охлаждения. Для уменьшения потерь тепла и энергии предложены теплоизоляция на наружной поверхности нагревателя молока путем монтажа вокруг него выдерживателя и усовершенствованная конструкция ячеек на роторе и статоре ГДН. Получены расчетные зависимости для определения основных параметров усовершенствованного пастеризатора с гидродинамическим нагревателем (скоростные показатели, усилия, действующие в основных деталях и узлах, расход энергии на привод). Установлено, что в конструкции ГДН необходимо использовать полое утепление, выполняющее одновременно роль выдерживателя молока, в котором осуществляется окончательная пастеризация молока. Для снижения затрат энергии на привод ГДН рекомендовано различное количество продолговатых ячеек в роторе и статоре с установкой их под разными углами наклона к оси ротора, что обеспечивает поочередный срез слоев молока и снижение усилий на этот процесс. Предусмотрена доработка прифермского молокоприемного пункта с возможностью приемки молока от личных подсобных и фермерских хозяйств, накопления его в течение суток до отправки на реализацию или на молочный завод, а для сохранения качества молока предусмотрена пастеризация по мере приема его и производства на модульной ферме.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ферма модульного построения, молокоприемный пункт, молоко, пастеризация, гидродинамический нагреватель.

ARRANGEMENT OF MILK COLLECTING STATION ON A COMMERCIAL DAIRY FARM

**Ivan N. Krasnov
Alexandra Yu. Krasnova
Valentina V. Miroshnikova**

Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd

The article shows the possibility and expediency of organizing a milk collecting station on-site on a rural dairy farm in a small enterprise. Such farm is presented in the form of modules consisting of separate premises with the possibility of expansion. The authors describe the process of milk production, milking technology and primary processing of milk by pasteurization using a hydrodynamic heater (HDH), i.e. a heater with direct heating of milk. It is shown that the sources of heat loss in serial pasteurizers are losses into the environment, as well as losses with cooling water flow. In order to reduce the heat and energy losses it is proposed to use thermal insulation on the outer surface of the milk heater by mounting a holder around it and improving the design of cells on the rotor and stator of the HDH. The authors have obtained the calculated dependences for determining the main parameters of an improved pasteurizer with a hydrodynamic heater (speed indicators, forces acting in the main parts and assemblies, energy consumption per drive, etc.). It is established that the HDH needs a hollow insulation that simultaneously performs the function of a milk holder, in which the final milk pasteurization is carried out. In order to reduce the energy consumption of the HDH drive it is proposed to install a various number of elongated cells in the rotor and stator at different angles of inclination to the rotor axis, which ensures a sequential slicing of milk layers and reduction of efforts spent on this process. It is envisaged that on-site milk collecting station on farms can be further improved to collect milk from private farm households and small farm enterprises and accumulating it during the day before sending it to the milk processing factory. In order to preserve the quality of milk it will also be possible to pasteurize it progressively as it is collected and produced on a modular farm.

KEYWORDS: farm of modular construction, milk collecting station, milk, pasteurization, hydrodynamic heater.

В настоящее время в Российской Федерации в связи с сокращением поголовья крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях более 80% молока производится в небольших сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах населения. Однако в таких условиях разрозненности хозяйств сбор и реализация молока затруднены, повышается длительность хранения и его бактериальная загрязненность [4, 6, 7]. Восстанавливаемые же и вновь строящиеся молочные фермы обычно оборудованы доильно-молочными блоками, не приспособленными к приему молока от населения, и не имеют прямых договоров с молочными заводами.

В представленной работе показана возможность и целесообразность организации молокоприемного пункта в сельской местности на базе одного из коровников фермы. Для примера принята разработанная авторами по заданию Министерства сельского хозяйства РФ модульная молочная ферма на 100 коров с малозатратной экологически безопасной системой получения молока [10].

На ферме предусмотрено наличие административно-производственного, кормоприготовительного, основного, доильно-молочного модулей и модуля по производству комплексных органических удобрений (рис. 1).

Модули выполнены в виде отдельных одноэтажных зданий или отдельно стоящих прямоугольных в плане блоков с возможностью варьирования их расположением относительно друг друга, увеличением или сокращением мощности самой фермы с учетом различных условий ее функционирования.

На ферме принята поточно-цеховая система производства молока. С учетом возраста и физиологического состояния все животные фермы разделены на технологические отдельные группы, размещенные в специальных цехах.

Кормоприготовительный и основной модули расположены в одном едином здании. В нем имеются: помещение для содержания коров (рис. 1), подразделенное на три секции 1, каждая из которых рассчитана на содержание 25 дойных коров; секция 8 для 12 сухостойных коров беспривязного содержания; секция 9 на 12 глубокостельных коров и нетелей привязного содержания. В центре помещения расположены секции 7 для новотельных коров, телятник-профилакторий 3 на 6 голов, денники 2 для отела животных и участок 13 для управления стадом. Вдоль одной из сторон здания размещены секции 4, 5 и 6 для беспривязного содержания молодняка разных возрастов. Снаружи здания для коров и молодняка предусмотрены выгульные площадки 18 и 19, между которыми имеется навес 20 для мобильных машин фермы.

Доильно-молочный модуль располагается в боковой пристройке коровника. Здесь перпендикулярно продольной оси здания расположен доильный зал с серийной доильной установкой марки УДА-8А и траншеей 16 для работы доярок. К доильному залу примыкают накопительные площадки 21 с расколами для прогона коров в доильные станки и выпуска их после доения с возможностью прогона в секции коровника. Кроме того, в коровнике расположены вакуум-насосная 24, молочная 25, участок 26 хранения средств для мойки и дезинфекции доильно-молочного оборудования, лаборатория молочная 37, котельная 30 с нагревателями воды, в том числе для подмывания вымени и промывки доильной аппаратуры, вентиляционная камера 29, электрощитовая 22, кабинет 32 для бригадира, комната 31 для персонала фермы, гардероб 35, душевые 33 и туалеты 36 [10].

Модуль 17 для приготовления полнорационных кормовых смесей на базе агрегата марки «Доза КК-1» расположен в торце здания. Смешивание, доставка и раздача кормов производятся мобильным измельчителем-смесителем раздатчиком кормов марки «Хозяин» ИСРК-12Г.

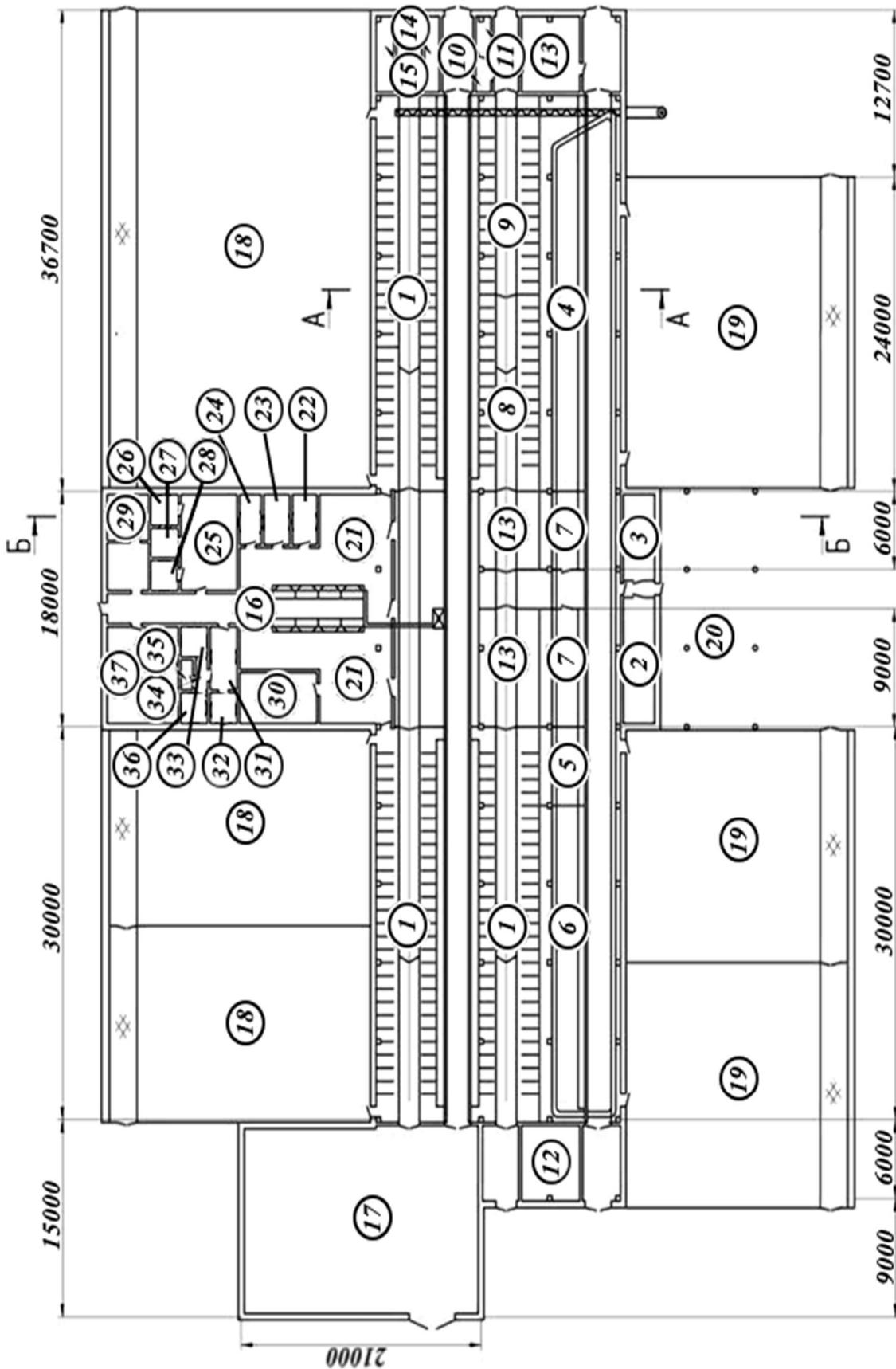


Рис. 1. План и разрез модуля коровника с молочным блоком

В коровнике также расположены кабинеты 10 и 11 лаборатории для искусственного осеменения коров, участок 13 зооветеринарной обработки животных, вентиляционная 15 и ветеринарная аптека 14.

Уборка навоза в секциях сухостойных и дойных коров производится скреперной установкой марки ТСГ-250, а в секциях для телят и молодняка разных возрастов – скребковым транспортером марки ТСН-160. Весь навоз поступает в загрузчик навоза (ЗНШ), а затем – в сменный контейнер.

На ферме предусмотрено доение коров как в основных секциях, так и в послеродовой секции с использованием доильного аппарата ДА-2М или его усовершенствованного варианта – АДУ-1.

Коровы основных секций доятся в доильно-молочном модуле на установке доильной марки УДА-8, которая имеет индивидуальные станки и представляет автоматизированный вариант доильной установки марки УДТ-8 [10, 12]. Выдоенное молоко от доильных аппаратов подается в молокопровод и транспортируется в сборник молока, расположенный в отделении молочной. В молочной насосом молоко подается в систему первичной обработки для очистки фильтрацией, охлаждения и транспортировки в емкость для хранения, вплоть до отправки на молочный завод или на пастеризацию.

Доение коров в послеродовой секции осуществляется на доильной установке УДВ-Ф-15. Молоко, надоенное от коров, содержащихся в этой секции, также подается для первичной обработки в доильно-молочный модуль. Предусмотрена возможность приема молока от коров, содержащихся в хозяйствах населения. Такое молоко поступает в молочную и накапливается в смеси с молоком, полученным на ферме в течение суток (с учетом однократного забора его на молочный завод).

Для обеззараживания и повышения срока хранения все молоко перед хранением на ферме подвергается пастеризации. Для этого, как известно, наиболее применимы во всех странах мира паровые пастеризаторы, при конденсации пара в которых организуется значительно больше тепла [3, 7, 8, 11].

Установка и использование паровых пастеризаторов (пастеризаторов косвенного нагрева молока) на небольших фермах обычно сопровождается большими дополнительными затратами средств на строительство котельной, получение пара, подачу воды, монтаж вытяжных систем и автоматики [2, 5].

Выявлена целесообразность использования в пункте 37 приема, первичной обработки и хранения молока наряду с оборудованием для очистки и охлаждения молока пастеризационной установки непосредственного нагрева, снабженной гидродинамическим нагревателем (рис. 2) [1, 4, 9].

Предлагаемый вариант пункта приема и обработки молока укомплектован серийным оборудованием, используемым в предложенном молокоприемном пункте. Стоимость такого пункта с набором указанного оборудования существенно ниже стоимости типовых молочных залов при фермах крупного рогатого скота, в основном за счет отсутствия здания котельной и парового котла.

Молоко, поступающее в молокоприемный пункт от коров, содержащихся на ферме, и все молоко, принимаемое от хозяйств населения, взвешивается на весах 1 и подается в молокоприемный накопительный бак 2, из которого далее насосом 3 подается в секцию пастеризационной установки 7, подогревается в регенераторе 4 до температуры 60–61°C поступающим из выдерживателя горячим молоком [10]. После пастеризации молоко поступает в сепаратор-очиститель 5, где подвергается очистке под действием центробежных сил, и затем в нагреватель гидродинамический 6 (ГДН).

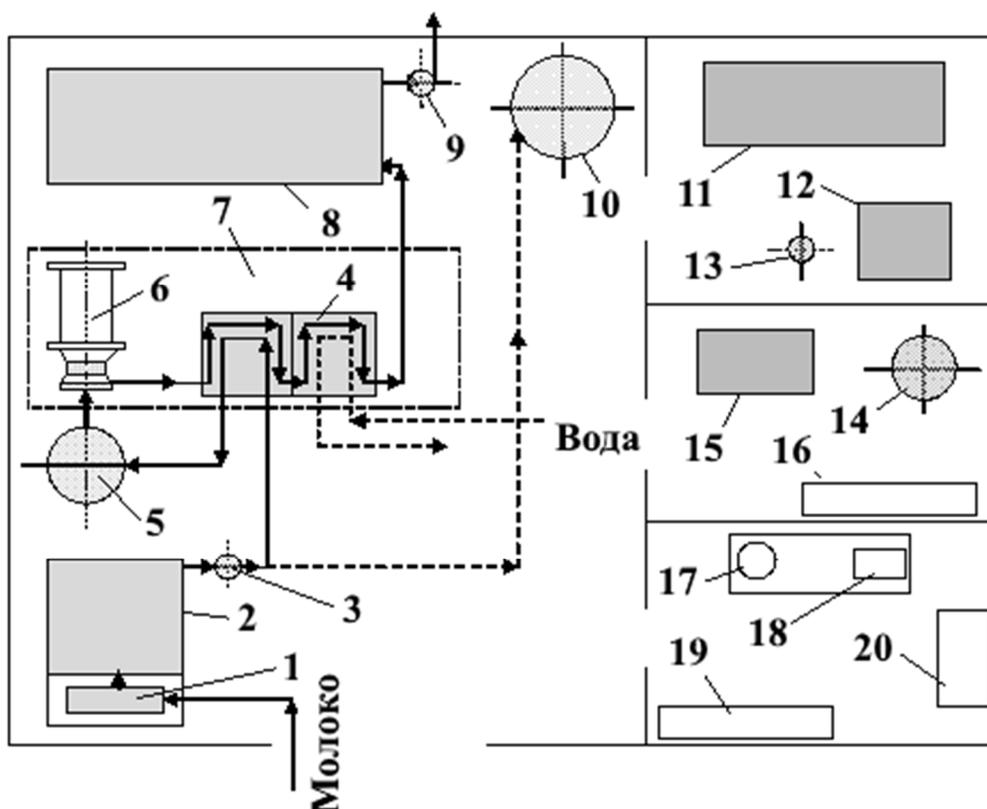


Рис. 2. Предлагаемый вариант планировки пункта приема и обработки молока:
 1 – весы молочные СМН-250; 2 – бак молокоприемный И1-ОБМ-500; 3, 9 – насосы молочные НМУ-6; 4 – охладитель и регенератор молока; 5 – сепаратор-очиститель марки ОМ-1; 6 – нагреватель гидродинамический; 7 – установка пастеризационная; 8 – резервуар-охладитель марки РПО-2,5; 10 – молочный резервуар И1-ОБМ-100; 11 – установка холодильная ТХУ-14; 12 – бак для охлажденной воды; 13 – водяной насос 1,5 К-8/19; 14 – водонагреватель марки УАП-400; 15 – бак И1-ОБМ-250 для раствора; 16, 19 – шкафы; 17 – лабораторная центрифуга ЦМЛП-24; 18 – прибор «Лактан-4»; 20 – рабочий стол

Подогретое и очищенное молоко наполняет ячейки ГДН и нагревается до температуры пастеризации порядка 75°C . Далее на выходе горячее молоко, пройдя выдерживатель, подается в двухсекционный регенератор тепла 4. В первой секции пастеризованное молоко потоком холодного молока охлаждается по пути его движения в гидродинамический нагреватель, во второй секции производится окончательное охлаждение молока до температуры $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ холодной водой из бака 12, например, холодильной установки 11.

Основным тепловым аппаратом в пастеризационной установке с прямым нагревом молока является гидродинамический нагреватель (ГДН), отличающийся от серийных гидродинамических нагревателей уменьшенными потерями тепла в окружающую среду [1, 9]. Кроме того, в усовершенствованном нагревателе устранен и недостаток в части неравномерной пульсации нагрузок из-за синхронного совпадения всех ячеек ротора и статора при его работе.

В предложенном авторами нагревателе по патенту Российской Федерации № 2 398 499 (рис. 3) ячейки выполнены по винтовой линии рядами на поверхности статора и ротора, причем углы наклона осей симметрии ячеек ротора и статора различны, различен и их шаг расстановки [9].

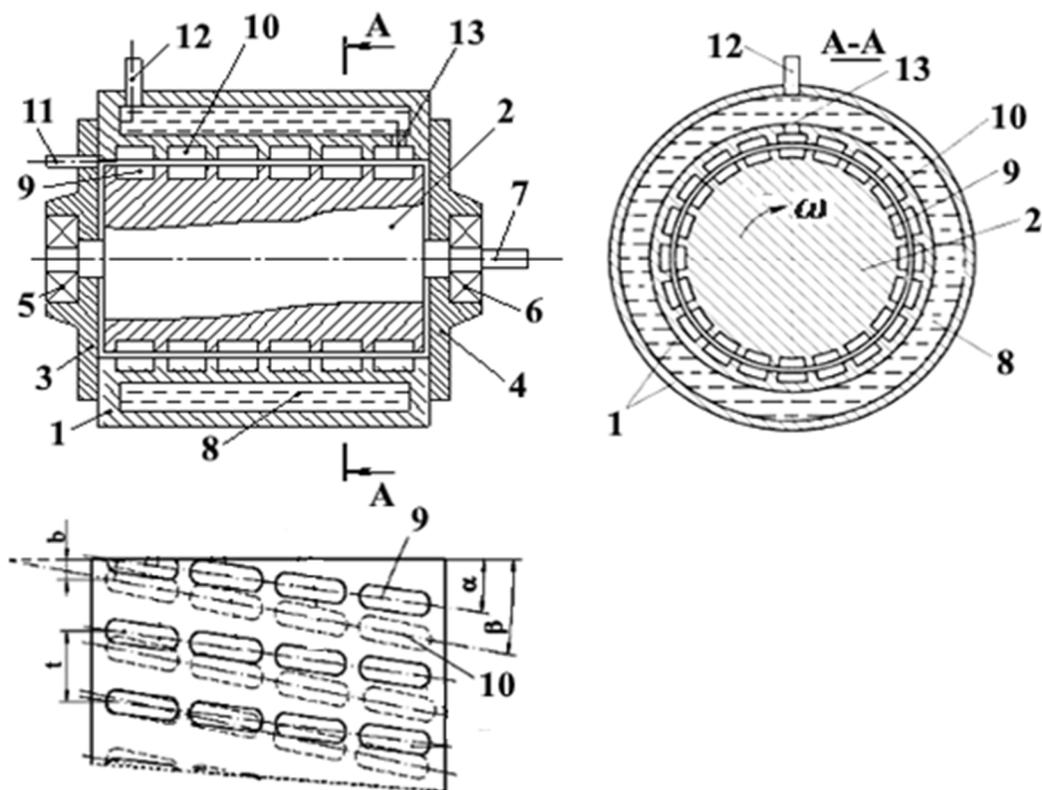


Рис. 3. Общий вид гидродинамического нагревателя молока: 1 – статор нагревателя; 2 – ротор; 3 и 4 – передняя и задняя крышки; 5 и 6 – передний и задний подшипники; 7 – вал; 8 – полость в статоре; 9 и 10 – ячейки ротора и статора; 11 и 12 – патрубки подачи и отвода молока; 13 – отверстие

ГДН включает корпус 1, представляющий собой полый цилиндр с ротором 2 внутри него, крышки 3 и 4, установленные с обеих сторон корпуса. В статоре 1 имеется полость 8, выполняющая роль выдерживателя [9], объем которого соответствует производительности устройства. Дополнительно выдерживатель выполняет и роль теплоизолятора наружной поверхности, что сокращает потери тепла в окружающую среду.

На роторе рядами профрезерованы продолговатые ячейки 9 с шагом t и под углом α к его оси, а на внутренней поверхности статора 1 – точно такие же ячейки 10, но с другим шагом расстановки их рядов, из-за чего количество ячеек в статоре меньше, чем в роторе. Углы наклона β и α рядов ячеек статора и ротора различны, их разность обеспечивает постепенный срез слоев молока, что дает более равномерную пульсацию нагрузки.

На крышках нагревателя расположены патрубки подачи молока 11 и вывода 12 нагретого до температуры пастеризации молока в выдерживатель.

При работе молоко по патрубку 11 поступает в зазор между ротором и статором, заполняя ячейки 9 и 10. В процессе вращения ротора оно захватывается рядами ячеек, из-за разгона ячейками ротора и резкого торможения ячейками статора молоко подвергается гидродинамическому воздействию, а также интенсивному трению слоев молока между собой и о контактирующие с молоком поверхности рабочих органов. Из-за этого и вихреобразования происходит нагрев молока до температуры его пастеризации. Нагретое молоко через отверстие 13 поступает далее для выдержки в полость 8 статора и уже пастеризованное выводится через патрубок 12 из нагревателя для производства последующих процессов регенерации, охлаждения и хранения.

Перегородки между ячейками в ГДН представляют собой своеобразные лопатки, а проточная часть образована ячейками и зазором между ротором и статором. Толщина этого слоя молока меняется от максимальной при совпадении ячеек до минимальной в соответствии с зазором между рабочими органами ГДН. Собственно конструкция ГДН напоминает центробежный насос и дает возможность исключить монтаж дополнительного насоса в пастеризационной установке.

Относительная скорость молока ω_1 зависит от разности угловой скорости ротора ω_0 и усредненной скорости молока ω (рис. 4) и определяется по формуле

$$\omega_1 = \omega_0 - \omega . \quad (1)$$

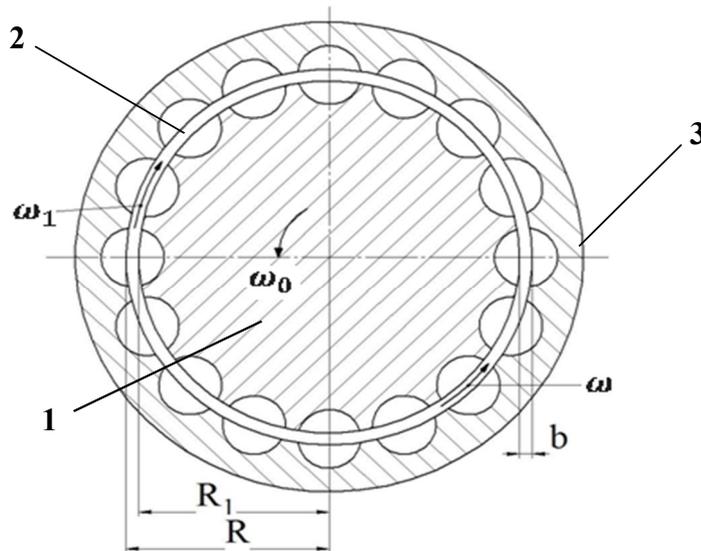


Рис. 4. Схема процесса течения молока в проточной части нагревателя:
1 и 2 – ротор и статор; 3 – ячейки нагревателя

На статор с внутренней стороны действует центробежная сила, вызванная угловой скоростью молока

$$P = mR\omega^2, \quad (2)$$

где m – масса пастеризуемого молока в проточной части нагревателя, кг;

R – внутренний радиус проточки статора ГДН, м.

В ГДН объем проточной части представляется суммой объемов зазора толщиной b между рабочими органами и объема ячеек статора и ротора

$$V = V_3 + V_Я = \pi(R^2 - R_1^2)B + \pi r^2 Bn, \quad (3)$$

где R_1 – радиус ротора наружный, м;

B – ширина нагревателя, м;

r и n – радиус (м) и количество ячеек (например, сквозных) в нагревателе.

Масса молока в проточной части ГДН определяется по уравнению

$$m = V \cdot \gamma = [\pi(R^2 - R_1^2)B + \pi r^2 Bn]\gamma, \quad (4)$$

где γ – удельный вес молока, кг/м³.

Следовательно, давление пастеризуемого молока на внутренние стенки статора можно определить по формуле

$$p = \frac{P}{F} = \frac{[\pi(R^2 - R_1^2)B + \pi r^2 Bn]\gamma \cdot R \cdot \omega^2}{\pi RB} = (R^2 - R_1^2 + r^2 n)\gamma \cdot \omega^2, \quad (5)$$

где F – площадь отверстия расточки статора под установку ротора, м².

Сила трения молока о поверхность статора под действием давления может быть определена по предложенной Г.А. Куком в работе [7] формуле

$$\tau_0 = \varepsilon \rho \frac{\omega^2}{8}, \text{ Н}, \quad (6)$$

где ε – коэффициент учета сопротивления потоку молока;
 ρ – плотность молока, $\rho = \gamma/g$, кг/м³.

На всю поверхность статора F в нагревателе будет действовать сила $F\tau$, тогда мощность на преодоление этой силы будет

$$N = \varepsilon \rho \frac{\omega^3}{8\eta \cdot 10^2} \cdot \pi R B, \text{ Вт}, \quad (7)$$

где η – КПД передачи в приводе ГДН.

Угловая скорость ω перемещаемого молока вдоль зазора ротор – статор меньше угловой скорости ω_0 вращения ротора совместно с лопатками. Ею определяется не только величина критерия Рейнольдса Re

$$Re = \frac{\omega D \gamma}{\mu g}, \quad (8)$$

где μ – вязкость молока, но и сила, вызывающая смещение молока по поверхности статора радиусом R

$$F\tau_0 = \varepsilon \rho \frac{\omega^2 R^2}{8} F, \quad (9)$$

где $F = \pi R \cdot B$.

Действие этой силы на всей ширине B ротора приводит к появлению момента, определяемого по формуле

$$M = \varepsilon \rho \frac{\omega^2 R^4}{8} \pi \cdot B. \quad (10)$$

В принципе этот момент соответствует моменту сил, которые воздействуют на лопатки самого ротора, учитывая, что каждая из этих лопаток пронизывает при вращении ротора слой молока высотой r при относительной угловой скорости ω_1 и преодолевает гидравлический напор молока фронтальной поверхностью высотой r и длиной B , при этом

$$\rho_1 = \frac{\rho \omega_1^2}{2} R_x^2 \cdot B, \quad (11)$$

где R_x – радиус расположения элементарной площадки на лопатке ротора.

В пределах известной высоты и длины лопатки от этого напора возникает элементарный момент

$$dM = \frac{\rho}{2} \omega_1 B R_x^2 \cdot dR_x \cdot R_x. \quad (12)$$

Изменение давления жидкости p_1 в относительном движении для лопастных агрегатов обычно учитывается известным коэффициентом $c = B/r$ для плоских форм лопаток. Однако сферическая поверхность лопатки ротора гидродинамического нагревателя допускает скольжение слоев срезаемого слоя молока по ней, что можно учесть, введя дополнительный коэффициент C_1 . Тогда

$$C = C_1 \frac{B}{r}. \quad (13)$$

С учетом количества лопаток на роторе z и этого поправочного коэффициента получим для момента, приложенного к оси ротора, следующую зависимость:

$$M = c_1 \frac{B^2}{r} \cdot z \rho \frac{\omega_1^2}{8} (R_1^4 - R_2^4). \quad (14)$$

Приравняв (14) к (10) и учтя, что $\omega = \omega_0 - \omega_1$, получим

$$\left(\frac{\omega_0 - \omega_1}{\omega_1}\right)^2 = \frac{C_1 z B}{\pi \varepsilon r} \cdot \frac{R_1^4 - R_2^4}{R^4}, \quad (15)$$

отсюда ω_1 можно определить по формуле

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{1 + \sqrt{\frac{C_1 z B}{\pi \varepsilon r} \cdot \frac{R_1^4 - R_2^4}{R^4}}}. \quad (16)$$

Затем по $\omega = \omega_0 - \omega_1$ можно найти и угловую скорость молока

$$\omega = \omega_0 = \left(1 + \sqrt{\frac{C_1 \cdot z \cdot B}{\pi \cdot \varepsilon \cdot r} \cdot \frac{R_1^4 - R_2^4}{R^4}}\right). \quad (17)$$

Анализ приведенных зависимостей показал, что мощность двигателя для привода ГДН можно определить не только по формуле (7), но и используя следующее выражение:

$$N = M \cdot \omega_0 = \frac{c_1 B^2 z \rho \omega_1^2 \cdot \omega_0}{8r} (R_1^4 - R_2^4). \quad (18)$$

Тогда с учетом КПД нагревателя

$$N = \frac{M \cdot \omega_0}{\eta \cdot 102}, \text{ кВт}. \quad (19)$$

По зависимости (18) снижение мощности привода ГДН возможно сокращением количества лопаток и изменением шага размещения их на рабочих органах, то есть очередным их раскрытием (а не синхронным) в процессе работы нагревателя.

Максимальная производительность ГДН тогда будет равна

$$G_T = \delta \cdot B \cdot v, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (20)$$

где δ – зазор радиальный ротор – статор, м;

v – окружная скорость молока в этом зазоре, м/с.

Учитывая, что $v = \omega R$, максимальная производительность определится из выражения

$$G_T \approx 6R^2 \delta B \omega. \quad (21)$$

Таким образом, производство молока на малой молочной ферме необходимо сопровождать приемом его от населения поселка и первичной обработкой с пастеризацией его на основе использования гидродинамических нагревателей, для расчета параметров которых получен ряд приведенных в настоящей работе зависимостей. В конструкции ГДН целесообразно использовать полое утепление, выполняющее одновременно роль выдерживателя молока. Для снижения затрат энергии на привод ГДН рекомендовано различное количество продолговатых ячеек в роторе и статоре с установкой их под разными углами.

Библиографический список

1. А. с. № 1324620 СССР, МКИ⁴ А23С 3/033. Устройство для нагрева жидкости / В.Е. Заушицин, В.И. Фомин, Ю.А. Фаянс, Г.И. Проценко, Л.Н. Кривцов, М.И. Мучник. – № 3857459/30-13 ; заявл. 28.02.85 ; опубл. 23.07.87, Бюл. № 27. – 7 с.
2. Алексопольский Д.Я. Гидродинамические передачи / Д.Я. Алексопольский. – Москва : Машгиз, 1963. – 271 с.
3. Ашуралиев Э.С. Обоснование параметров и повышение эффективности функционирования гидродинамического нагревателя жидкости сельскохозяйственного назначения : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Э.С. Ашуралиев. – Ростов-на-Дону, 2002. – 164 с.
4. Барагунов А.Б. Адаптация машинного доения в горных условиях / А.Б. Барагунов // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – № 4 (40). – С. 60–64.
5. Гавриленко Б.А. Гидродинамические муфты / Б.А. Гавриленко, В.А. Минин. – Москва : Оборонгиз, 1959. – 338 с.
6. Кук Г.А. Пастеризация молока / Г.А. Кук. – Москва : Пищепромиздат, 1951. – 239 с.
7. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности : в 2 т. / Г.А. Кук. – Москва : Пищепромиздат, 1955. – Т. 1. – 472 с.
8. Машины и оборудование для животноводческих ферм и комплексов / В.Ф. Ужик, О.В. Китаева, А.И. Тетерядченко, А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк. – Белгород (п. Майский) : Белгородский ГАУ, 2017. – 462 с.
9. Пат. 2 398 499 Российская Федерация, МПК А23L 3/015 (2006.01). Устройство для гидродинамического нагрева жидких продуктов / А.Ю. Краснова, И.Н. Краснов, Д.А. Лебедько ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия». – № 2009106298/13 ; заявл. 24.02.2009 ; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 25. – 5 с.
10. Производство молока на ферме модульного типа с экологически чистой технологией / И.Н. Краснов, И.В. Капустин, А.Ю. Краснова, В.В. Мирошникова // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 2 (6). – С. 45–50.
11. Результаты экспериментальных исследований процесса доения в условиях фермы / В.М. Ульянов, Н.С. Панферов, М.В. Паршина, Н.В. Бубнов, П.Г. Георгиев // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : матер. Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский гос. агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – Ч. II. – С. 183–186.
12. Krasnov I.N. The roles of milking motives in cows' milk discharging / I.N. Krasnov, A.Yu. Krasnova, V.V. Miroshnikova // EurAsian Journal of BioSciences. – 2018. – Vol. 12 (1). – Pp. 83–87.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Николаевич Краснов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Россия, Ростовская область, г. Зерноград, e-mail: krasnov1310@rambler.ru.

Александра Юрьевна Краснова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис в агропромышленном комплексе» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Россия, Ростовская область, г. Зерноград, e-mail: krasnov1310@rambler.ru.

Валентина Викторовна Мирошникова – кандидат технических наук, главный специалист по научно-исследовательской работе дирекции Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», Россия, Ростовская область, г. Зерноград, e-mail: mvalentina04@gmail.com.

Дата поступления в редакцию 22.02.2019

Дата принятия к печати 19.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan N. Krasnov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Mechanical Equipment and Technologies in Agro-Industrial Complex, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Russia, Rostov Oblast, Zernograd, e-mail: krasnov1310@rambler.ru.

Alexandra Yu. Krasnova, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Technical Service in Agro-Industrial Complex, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Russia, Rostov Oblast, Zernograd, e-mail: krasnov1310@rambler.ru.

Valentina V. Miroshnikova, Candidate of Engineering Sciences, Chief Specialist in Research of the Directorate, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Russia, Rostov Oblast, Zernograd, e-mail: mvalentina04@gmail.com.

Received February 22, 2019

Accepted March 19, 2019

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА МОЙКИ МОЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Анатолий Иванович Завражнов
Петр Алексеевич Матушкин

Мичуринский государственный аграрный университет

На молочно-товарных фермах используются доильные аппараты, сепараторные и фильтрующие машины, подогреватели и пастеризаторы, охладители и всевозможные емкости для хранения. В процессе доения, сепарирования и последующей обработки молока его компоненты осаждаются на поверхности технологического оборудования в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу, в которой находятся белок, жир и минеральные соли. На структуру загрязнений, кроме адсорбционных свойств материалов, применяемых для изготовления оборудования, влияют периодичность и качество его мойки, а также состав воды и моющих средств, используемых в процессе мойки и дезинфекции. В случаях низкокачественной обработки молочное сырье может многократно подвергаться рискам заражения патогенными микроорганизмами. В связи с этим актуальны вопросы, касающиеся не только выбора многокомпонентных средств для санитарной обработки оборудования, но и эффективности режимов их использования. В круг задач исследования входило проведение сравнительной оценки эффективности пенообразующих моющих средств и обоснование рациональных режимов обработки ими молочного оборудования с учетом используемых конструкционных материалов. Чистоту поверхности оценивали по количеству на единице площади тестируемой поверхности колониеобразующих единиц (КОЕ/см²) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). На основании сравнительных испытаний пенной мойки пяти моющих средств установлено, что наилучшим из них является средство Термоклин, так как после обработки этим препаратом на поверхности наблюдалось минимальное значение КМАФАнМ – 19 КОЕ/см². При этом следует учитывать, что наибольшая отмывающая способность этого препарата проявляется при температуре в интервале от 34 до 42°C. Ополаскивание деталей наиболее целесообразно проводить под давлением 2,8–3,2 кг/см² на расстоянии 800–900 мм под углом наклона пистолета 30–35°.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: молочная ферма, оборудование, сепарирование, доение, пенная мойка, моющие средства, режимы мойки.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WASHING PROCESS OF MILKING EQUIPMENT USED IN AGRICULTURAL INDUSTRY

Anatoly I. Zavrazhnov
Petr A. Matushkin

Michurinsk State Agrarian University

Agricultural producers use on commercial dairy farms various equipment, i.e. milking machines, separators, filtration devices, heaters, pasteurizers, coolers, and all kinds of storage tanks. In the process of milking, separation and subsequent processing of milk, its components are deposited on the surface of the equipment in the form of films or layers representing a homogeneous structure of protein, fat and mineral salts. The structure of pollution, in addition to the adsorption properties of materials used at dairy equipment manufacturing, is influenced by the periodicity and quality of its washing, as well as by the composition of water and cleaning detergents used in the washing and disinfection process. In cases of low-quality processing, raw milk can be repeatedly exposed to the risk of pathogenic microorganisms' contamination. In this regard, issues relating not only to the choice of multi-component devices for sanitary treatment of equipment, but also to the effectiveness of their usage modes, became a highly topical problem. Among the objectives of the study the authors conducted a comparative evaluation of the effectiveness of the foaming cleaning detergents, as well as justification of rational modes of processing of dairy equipment taking

into account the employed structural materials. Surface purity was estimated by the quantity of Colony Forming Units (CFU/cm²) of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms (QMAFAnM) on a unit of tested surface. In accordance with the results obtained during testing the process of washing of the dairy equipment with five cleaning detergents, it was found that the best of them was Thermoclean agent, since after its treatment on the surface there was minimum number of QMAFAnM (19 CFU/cm²). It should be noted that the greatest washing ability of this agent is manifested at a temperature in the range from 34 to 42°C. Parts rinsing is advisable to carry out under the pressure of 2.8-3.2 kg/cm² at a distance of 800-900 mm at 30-35° angle of water spray gun.

KEYWORDS: dairy farm, equipment, pollution, pathogenic microorganisms, foam washing, cleaning detergents, washing modes.

В современных российских условиях молочная ферма – это сельскохозяйственное предприятие, занимающееся не только разведением и содержанием животных разных видов, преимущественно крупного рогатого скота, но и производством молока-сырья, в том числе с возможностью относительно небольших объемов товарного производства сыра, масла, йогурта, взбитых сливок, сухих молочных продуктов и др. [1, 3, 7].

Молоко, которое получают на молочно-товарных фермах крупных агрохолдингов, сельскохозяйственных организаций различных форм собственности, в крестьянских (фермерских) хозяйствах, в хозяйствах населения, нормализуют или пропускают через сепаратор и получают еще один продукт – сливки. Далее молоко очищают и охлаждают, а также пастеризуют. Для этого используются сепараторные и фильтрующие машины, подогреватели и пастеризаторы, охладители и всевозможные емкости для хранения.

Процесс пастеризации – важный этап производственной цепочки, позволяющий обезопасить потребителей от инфекций и бактерий, так как в процессе производства и переработки молочное сырье многократно подвергается рискам заражения патогенными микроорганизмами, связанными с качеством санитарной обработки (мойки и дезинфекции) на фермах, а в дальнейшем – в цехах молочных предприятий [6, 8, 9]. Эти факторы могут привести к загрязнению молочного сырья нежелательной микрофлорой, нарастанию его кислотности, что сразу же сказывается на последующих процессах переработки молочного сырья, на качестве работы технологического оборудования и, в конечном итоге, на качестве готового продукта. В связи с этим для молочных ферм и молокоперерабатывающих предприятий являются актуальными вопросы, касающиеся выбора и эффективных режимов использования средств, содержащих поверхностно-активные вещества и комплексоны, для санитарной обработки технологического оборудования [10, 11].

В настоящее время промышленность выпускает различные доильные аппараты, а также доильные агрегаты и установки, которые делятся на выжимающие и отсасывающие (по роду силы, используемой для извлечения молока), а также на трехтактные, двухтактные и непрерывного отсоса (по типу действия). При производстве оборудования, использующегося на молочных фермах, применяют разнообразные по структуре и свойствам конструкционные материалы: нержавеющую сталь, полиамид, чугун, бронзу, латунь и др. [1, 2, 3]. Например, доильный аппарат производства фирмы Melasty (Турция) включает ведро доильное стальное вместимостью 20–30 дм³, четыре металлических доильных стакана, снабженных комплектом сосковой силиконовой резины, воздушный шланг, коллектор, пульсатор попарного доения, а также молочный, вакуумный и магистральный шланги длиной по 1,5 м (рис. 1).

Для очистки молока от механических примесей и слизи с одновременным разделением на сливки и обезжиренное молоко (обрат) применяют сепараторы-сливкоотделители (рис. 2) с различным исполнением рабочих деталей: из нержавеющей стали, полипропилена (каплена), конструкционной стали, покрытой пищевым оловом.



Рис. 1. Основные конструктивные элементы современных доильных аппаратов, изготовленных с использованием различных конструкционных материалов (на примере доильного аппарата производства фирмы Melasty, Турция): 1 – доильный аппарат в сборе; 2 – молочный коллектор; 3 – сосковая резина; 4 – пульсатор; 5 – коллектор с доильными стаканами в сборе; 6 – молочные, магистральные и воздушные шланги; трубы из нержавеющей стали



Рис. 2. Общий вид сепаратора-сливкоотделителя Ж5-ЩС2-НС

При переработке молока его составные части осаждаются на поверхности оборудования в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу, в которой находятся белок, жир и минеральные соли. Состав этих слоев загрязнений зависит от вида перерабатываемого молочного сырья и условий его переработки. На структуру загрязнений, кроме адсорбционных свойств, влияют также периодичность, качество ежедневно проводимой мойки оборудования и состав воды, используемой в процессе мойки и дезинфекции.

На поверхности оборудования, соприкасающегося с сырым молоком и молочным сырьем, образуются легкоудаляемые пленки загрязнений, содержащие слабоадсорбированный жир, белок и плазму.

На наружных поверхностях оборудования обнаруживаются, кроме жира и белка, технические масла и различного рода механические примеси.

Загрязнения на поверхности оборудования, контактирующего с высокожирным сырьем, отличаются мажущейся маслянистой консистенцией, прочно адсорбированы на поверхности и очень сложно удаляются водой, температура которой ниже 30°C.

Таким образом, загрязнения при производстве и переработке молока очень разнообразны, а их состав и структура во многом зависят от режимов переработки молочного сырья, поэтому для качественной мойки оборудования необходимо подбирать многокомпонентные моющие средства. Для достижения лучшего результата при выборе моющих средств необходимо учитывать не только состав и структуру загрязнений, но и особенности материала, из которого изготовлены детали, узлы и агрегаты, которые подвергаются санитарной обработке.

Цель работы – сравнительная оценка эффективности пенообразующих моющих средств и обоснование рациональных режимов обработки ими молочного оборудования с учетом особенностей конструкционных материалов, из которых оно выполнено.

Для проведения исследований были использованы пять образцов многокомпонентных пенных моющих средств различных производителей: Процесс актив пенный (НПП «Флореаль», Россия), Калгонит 312 («Calvatis GmbH», Германия), Шаумрайн («Wigol W. Stache GmbH», Германия), Термоклин (ООО «СИКМО», Россия) и Зауэр («Wigol W. Stache GmbH», Германия).

В качестве объекта для тестирования моющих средств была выбрана тарелка сепаратора Ж5-ОС2-НС, изготовленная из нержавеющей стали AISI 304 и имеющая форму конуса. Исследования проводили внутри производственного помещения при температуре окружающей среды 30°C и относительной влажности воздуха 65%.

Пенные моющие средства наносили на поверхность тестируемого объекта с использованием автономного пеногенератора [4]. Было выбрано среднее значение температуры моющего раствора 35°C с учетом рекомендуемого фирмами-производителями интервала их использования 30–40°C.

На первом этапе смачивание тестируемой поверхности производили, используя пистолет-распылитель, находящийся на расстоянии 1,2 м до объекта под давлением 3 кг/см², пенный раствор наносили под давлением 1,9 кг/см².

На втором этапе пену и загрязнения смывали с расстояния 700–800 мм, меняя угол наклона пистолета к омываемой поверхности в пределах 20–40°. Давление ополаскивания регулировалось при помощи фильтра-регулятора с интервалом 0,2 кг/см² в пределах 2,4–3,4 кг/см².

Чистоту поверхности оценивали по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ/см²) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на единице площади тестируемой поверхности, то есть был использован показатель количества жизнеспособных микроорганизмов на единице площади поверхности оборудования.

При проведении исследований тестируемый объект устанавливался на центр стола в соответствии с нормами технологического проектирования предприятий молочной промышленности [2].

Предварительно проведенные исследования показали, что легче всего отмываются детали, выполненные из нержавеющей стали [4]. В связи с этим сравнение моющих пенных растворов проводили на деталях из нержавеющей стали при температуре 35°C. В соответствии с МР 2.3.2.2327-08 нормой КМАФАнМ являются показатели до 100 КОЕ/см² [5]. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Влияние тестируемых моющих растворов на количество жизнеспособных микроорганизмов на единице площади поверхности молочного оборудования

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что лучший результат получен при использовании моющего пенного раствора Термоклин. Так как Термоклин оказался эффективней других моющих средств при удалении загрязнений с поверхности тестируемого оборудования, показав минимальное количество колониеобразующих единиц микроорганизмов на единицу площади (19 КОЕ/см^2), дальнейшие эксперименты проводились с этим пенным моющим средством.

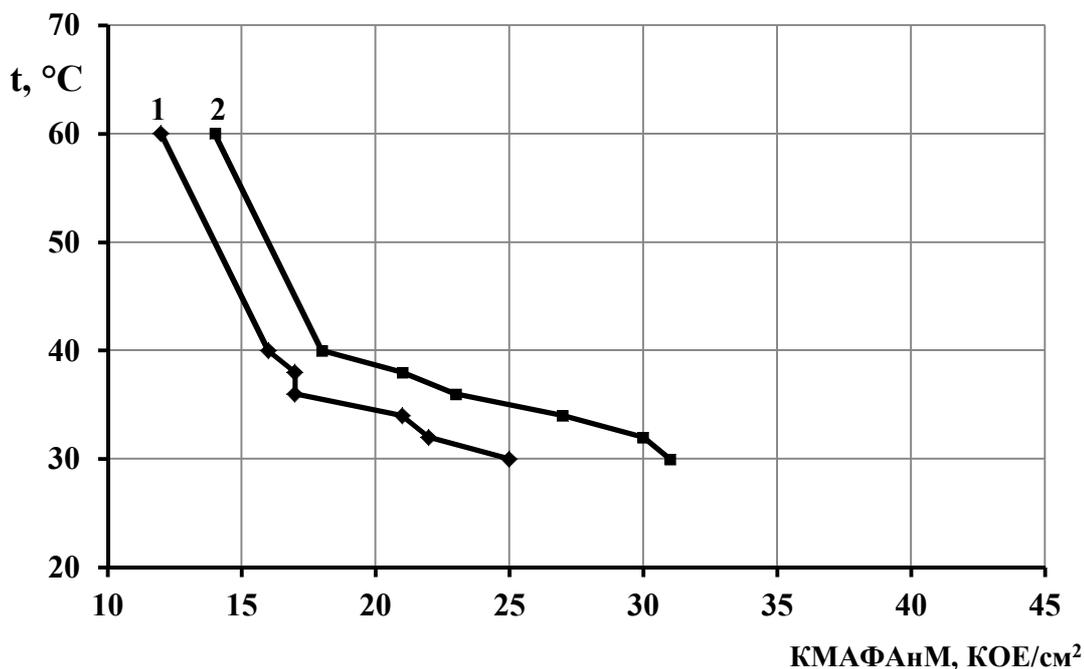
В ходе проведения исследований поддерживались одинаковыми не только условия окружающей среды (температура воздуха, относительная влажность), но и технические характеристики процесса (давление смачивания, нанесения, ополаскивания). Температура моющего раствора менялась с интервалом 2°C , начиная с 30°C .

На следующем этапе исследования моющую способность средства Термоклин определяли по качеству мойки деталей, выполненных из различных материалов, наиболее распространенных при производстве молочного оборудования:

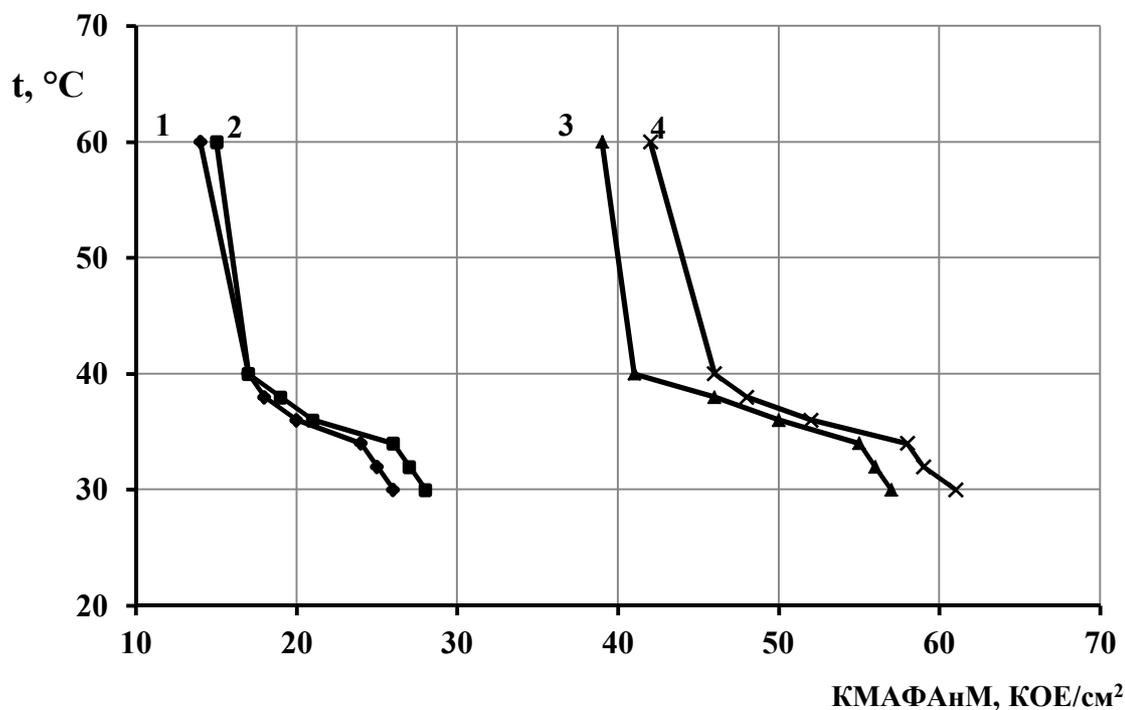
- нержавеющая сталь AISI 304;
- полиамид 6;
- сталь 40X;
- алюминий пищевой;
- бронза;
- латунь;
- серый чугун.

Процедуру отбора смывов проводили в соответствии с требованиями, изложенными в Методических рекомендациях МР 2.3.2.2327-08 [5]. Так, смывы с крупного оборудования и инвентаря брались с поверхности площадью 100 см^2 , для этого использовали стерильный трафарет площадью 100 см^2 или 50 см^2 (два раза). Смывы с мелкого оборудования и инвентаря брались со всей поверхности. Смывы с оборудования, имеющего несколько поверхностей или сложную конфигурацию, делали с разных поверхностей в отдельности.

Экспериментально установлено, что качество мойки зависит от материала, из которого выполнены поверхности, контактирующие с молоком и молочными продуктами (рис. 4).



а) 1 – нержавеющая сталь; 2 – полиамид 6



б) 1 – алюминий; 2 – бронза (латунь); 3 – сталь 40Х; 4 – серый чугун

Рис. 4. Зависимость качества мойки деталей, выполненных из различных материалов, от температуры пенного раствора Термоклин

На поверхностях, выполненных из нержавеющей стали, отмечено наименьшее количество колониеобразующих единиц микроорганизмов на единицу площади по сравнению с другими материалами, использованными в экспериментах. Так, на поверхности из нержавеющей стали после обработки пенным раствором Термоклин отмечено 11 и 25 КОЕ/см² соответственно при температуре 60 и 30°C. На поверхностях, выполненных из алюминия, бронзы (латуни), полиамида 6, стали 40X, серого чугуна эти показатели были выше: при температуре 60°C – соответственно 12, 13, 14, 39 и 41 КОЕ/см², а при температуре 30°C – соответственно 28, 29, 31, 57 и 61 КОЕ/см². Этот факт можно объяснить тем, что нержавеющая сталь имеет более гладкую поверхность, чем другие более шероховатые и пористые материалы.

При исследовании режимов ополаскивания лучшее качество мойки отмечено при давлении 2,8–3,2 кг/см². В этих пределах качество струи соответствует требованиям, изложенным в Методических рекомендациях МР 2.3.2.2327-08, диаметр распыления с расстояния 700–800 мм находится в пределах 800–900 мм. Угол наклона пистолета к поверхности обмыва должен находиться в пределах 30–35°.

Таким образом, для сельхозтоваропроизводителей можно сформулировать следующие рекомендации.

При выборе пенообразующих средств для мойки молочного оборудования приоритет следует отдавать препарату Термоклин, при этом необходимо учитывать, что наибольшая отмывающая способность этого препарата проявляется при температуре в интервале от 34 до 42°C. Ополаскивание деталей наиболее целесообразно проводить под давлением 2,8–3,2 кг/см² с расстояния 800–900 мм под углом наклона пистолета 30–35°.

Библиографический список

1. Бредихин С.А. Технологическое оборудование переработки молока / С.А. Бредихин. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 416 с.
2. ВНТП 645/1618-92. Нормы технологического проектирования предприятий молочной промышленности. – Введ. 1992–07–01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/view/352056735> (дата обращения: 05.12.2018).
3. Грицай Д.И. Оборудование для доения коров, обработки и переработки молока в личных подсобных и фермерских хозяйствах / Д.И. Грицай, И.В. Капустин. – Ставрополь : Изд-во «АРГУС», 2014. – 128 с.
4. Матушкин П.А. Особенности исследования процесса мойки молочного оборудования с использованием пены / П.А. Матушкин, А.И. Завражнов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 125–129.
5. МР 2.3.2.2327–08. Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности (с атласом значимых микроорганизмов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200075166> (дата обращения: 05.12.2018).
6. Обоснование выбора ПАВ при создании высокощелочных моющих средств / Ж.И. Кузина, Б.В. Маневич, Е.Б. Харитоновна, Т.В. Орлова, Н.А. Гаврилова // Переработка молока. – 2018. – № 5 (223). – С. 26–28.
7. Текучев И.К. Модернизация ферм – основа технической политики в молочном скотоводстве / И.К. Текучев, Л.П. Кормановский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 1 (29). – С. 74–88.
8. Эффективность использования комплексонов при мойке оборудования на молочных предприятиях / Б.В. Маневич, Ж.И. Кузина, Е.Б. Харитоновна, Т.В. Орлова // Переработка молока. – 2018. – № 4 (222). – С. 19–21.
9. Efficiency of cleaning procedure of milking equipment and bacterial quality of milk / L. Bava, M. Zucali, M. Brasca, L. Zanini, A. Sandrucci // Italian Journal of Animal Science. – 2009. – Vol. 8 (2). – Pp. 387–389. DOI: 10.4081/ijas.2009.s2.387.
10. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines / D.J. Reinemann, G.M.V.H. Wolters, P. Billon, O. Lind, M.D. Rasmussen // Bulletin of 381 International Dairy Federation, Brussels, Belgium. – 2003. – Pp. 4–19.
11. The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices / A.M. Elmoslemany, G.P. Keefe, I.R. Dohoo, J.J. Wichtel, H. Stryhn, R.T. Dingwell // Preventive Veterinary Medicine. – 2010. – Vol. 95. – Pp. 32–40.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Анатолий Иванович Завражнов – доктор технических наук, академик РАН, главный научный сотрудник, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Петр Алексеевич Матушкин – аспирант кафедры технологических процессов и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Дата поступления в редакцию 12.02.2019

Дата принятия к печати 06.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Anatoly I. Zavrazhnov, Doctor of Engineering Sciences, Academician of RAS, Chief Researcher, Professor, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Petr A. Matushkin, Postgraduate Student, the Dept. of Technological Processes and Technosphere Safety, Michurinsk State Agrarian University, Russia, Tambov Oblast, Michurinsk, e-mail: region6813@mail.ru, aiz@mgau.ru.

Received February 12, 2019

Accepted March 06, 2019

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МАГНИТНОГО КЛАПАНА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

**Евгений Александрович Андрианов
Владимир Павлович Шацкий
Алексей Александрович Андрианов
Татьяна Николаевна Тертычная**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях заметного снижения доли промышленного животноводства и существенного увеличения производства молока фермерскими и личными подсобными хозяйствами важная роль отводится машинному доению коров. Однако если в доильных залах крупных молочных комплексов доильные установки комплектуются элементами автоматики, реагирующими на уровень молокоотдачи в процессе выведения молока, то серийно производимые переносные доильные аппараты не обладают полным спектром параметров режима доения, позволяющих осуществлять адекватное воздействие на молочную железу при выполнении различных технологических операций. Одним из резервов повышения адаптивности и функциональности доения коров в условиях малых ферм является создание многофункционального доильного оборудования, позволяющего управлять режимом доения в соответствии с физиологическим состоянием лактирующих животных. Целью исследований является обоснование параметров переключающего устройства магнитного клапана блока регулирования уровня вакуумметрического давления в разработанном авторами многофункциональном стимулирующем доильном аппарате. Приведена расчетная схема к выводу уравнения, определяющего диаметр мембраны, и получена расчетная зависимость для определения основных параметров переключающего устройства магнитного клапана. Для подтверждения теоретических положений по определению параметров переключающего устройства магнитного клапана проведен однофакторный эксперимент. В качестве критерия оптимизации выбрана масса грузового элемента устройства. С целью получения уравнения регрессии, адекватно аппроксимирующего опытные данные, использована компьютерная программа «Excel». В результате обработки опытных данных получено уравнение регрессии, позволяющее определить диаметр мембраны переключающего устройства. В результате анализа полученной графической зависимости установлены рациональные геометрические параметры переключающего устройства магнитного клапана.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: доильный аппарат, конструктивные параметры, переключающее устройство магнитного клапана, режим доения, блок регулирования уровня вакуумметрического давления.

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE SWITCHING DEVICE OF THE MAGNETIC VALVE OF MULTIFUNCTION MILKING MACHINE UNIT

**Evgeniy A. Andrianov
Vladimir P. Shatsky
Aleksey A. Andrianov
Tatiana N. Tertychnaya**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In the context of a significant decrease in the share of industrial husbandry in total dairy production output and a significant increase in milk production by farmers and subsidiary individual holdings, an important role is assigned to cows' machine milking. However, if in the milking parlors of large dairy complexes milking machines are equipped with automation devices responding to the level of milk in the process of milk removal, serial produced portable milking machines do not fulfill a full range of parameters of the milking mode, allowing an adequate impact on the mammary gland in the performance of various technological operations. One of the reserves of increasing the

adaptability and functionality of cows' milking in the conditions of small farms is the creation of multifunctional milking equipment that allows controlling the process of milking in accordance with the physiological status of lactating animals. The purpose of the research was to substantiate the parameters of the switching device of the magnetic valve of the vacuum pressure level control unit of the multifunctional stimulating milking machine developed by the authors. For the derivation of equation determining the diameter of the membrane, the authors presented design model and estimated dependence for determining the main parameters of the switching device of the magnetic valve. To confirm the theoretical provisions for determining the parameters of the switching device of the magnetic valve, the authors conducted single-factor experiment for which the weight of the load element of the device was chosen as the optimization criterion. For the derivation of the regression equation adequately approximating experimental findings, Excel computer program was used. As a result of the experimental data processing, the regression equation was obtained and the diameter of the membrane of the switching device was determined. As follows from the analysis of the obtained graphic dependence, the rational geometric parameters of the switching device of the magnetic valve were laid down.

KEYWORDS: milking machine, design parameters, magnetic switching valve, mode of milking, control unit, level of vacuum pressure.

Введение

В условиях заметного снижения доли промышленного животноводства и существенного увеличения производства молока фермерскими и личными подсобными хозяйствами важная роль отводится машинному доению коров. Однако если в доильных залах крупных молочных комплексов доильные установки комплектуются элементами автоматики, реагирующими на уровень молокоотдачи в процессе выведения молока, то серийно производимые переносные доильные аппараты не обладают полным спектром варьирующих параметров режима доения, позволяющим осуществлять адекватное воздействие на молочную железу при выполнении различных технологических операций доения коров [3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 16].

Одним из резервов повышения адаптивности и функциональности доения коров в условиях малых хозяйственных образований является создание многофункционального доильного оборудования, позволяющего управлять режимом доения в соответствии с физиологическим состоянием лактирующего животного [3, 4, 14, 16].

В ходе ранее проведенных исследований авторами разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального доильного аппарата [1, 8], обоснованы конструктивные параметры блока управления режимом доения [2] и режимные параметры предложенного доильного аппарата [7].

В представленной статье авторы обосновывают параметры переключающего устройства магнитного клапана блока регулирования уровня вакуумметрического давления.

Методика исследований

Объект исследований – рабочий процесс переключения магнитного клапана многофункционального доильного аппарата.

Предмет исследования – закономерности изменения технологических показателей многофункционального доильного аппарата в зависимости от параметров переключающего устройства магнитного клапана блока регулирования уровня вакуумметрического давления.

При рассмотрении теории процесса переключения магнитного клапана в блоке регулирования уровня вакуумметрического давления использовались методы моделирования рабочих процессов на основе дифференциального и интегрального исчисления и последующих математических вычислений. Использована теория пластин и оболочек, изложенная в работе Л.М. Савельева [9].

С целью подтверждения теоретических положений по определению параметров переключающего устройства магнитного клапана проведен однофакторный эксперимент. Для определения массы грузового элемента была разработана лабораторная установка, представленная на рисунке 1.

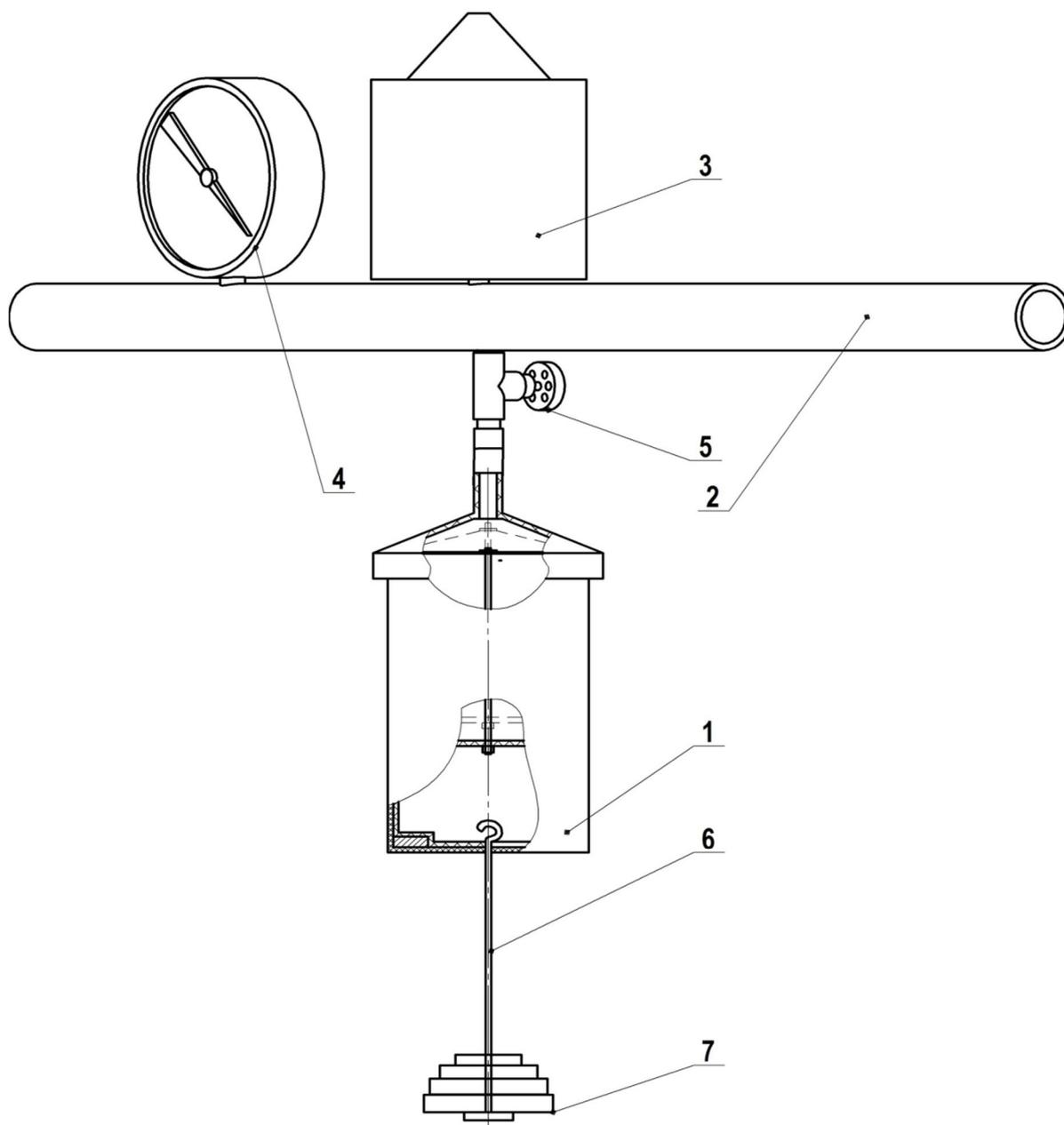


Рис. 1. Схема лабораторной установки для определения конструктивных параметров переключающего устройства магнитного клапана блока регулирования уровня вакуумметрического давления: 1 – переключающее устройство магнитного клапана; 2 – вакуумпровод; 3 – регулятор уровня вакуумметрического давления; 4 – вакуумметр; 5 – кран; 6 – шарнирное устройство для размещения сменных грузов; 7 – сменные грузы различной массы

Для получения характерной зависимости массы грузового элемента от диаметра мембраны переключающее устройство магнитного клапана соединяли с вакуумпроводом через вакуумный кран. К втулке клапана подвешивали шарнирное устройство для размещения сменных грузов. Варьируя массу груза, устанавливали мембрану в исходное положение. Далее взвешиванием определяли массу грузового элемента переключающего устройства. Опыты проводились с трехкратной повторностью. Уровни варьирования диаметра мембраны переключающего устройства магнитного клапана устанавливали исходя из конструктивных соображений. Границами области исследования были нижний и верхний уровни изменения фактора, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Уровни варьирования диаметра мембраны переключающего устройства магнитного клапана

Наименование фактора	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
		-1	0	+1
d_m – диаметр мембраны, м	0,01	0,03	0,04	0,05

Для получения уравнения регрессии, адекватно аппроксимирующего опытные данные, использована компьютерная программа «Excel» [10].

Результаты и их обсуждение

Блок регулирования уровня вакуумметрического давления включает регулятор вакуумметрического давления доильного аппарата и переключающее устройство магнитного клапана (рис. 2).

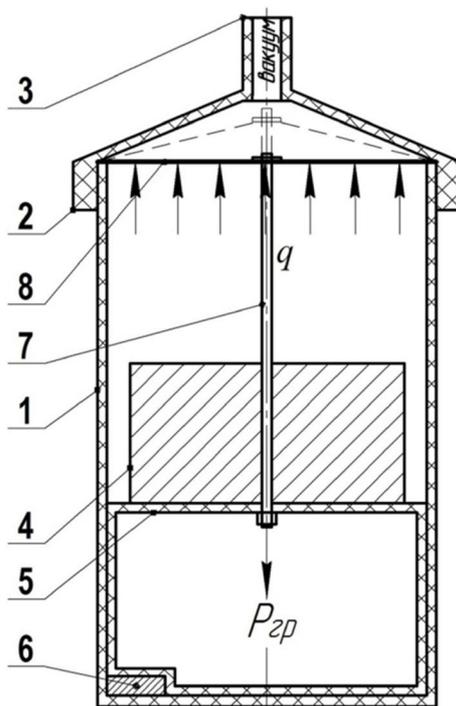


Рис. 2. Переключающее устройство магнитного клапана:
1 – корпус устройства; 2 – крышка; 3 – патрубок; 4 – грузовой элемент; 5 – втулка; 6 – магнит; 7 – шток; 8 – мембрана

Переключающее устройство содержит корпус 1, имеющий в верхней части крышку 2 с патрубком 3, герметично прижимающую мембрану 8, которая посредством штока 7 шарнирно связана с втулкой 5. В нижней части втулки 5 установлен магнит 6, взаимодействующий с магнитным клапаном, а в верхней части – грузовой элемент 4. Подачей через патрубок 3 в камеру переменного давления, образуемую в надмембранной области между крышкой 2 и мембраной 8, вакуумметрического или атмосферного давления осуществляется переключение магнитного клапана и изменение вакуумного режима доильного аппарата.

При подаче вакуума в камеру переменного давления и воздействии симметрично распределенной нагрузки на поверхность мембраны втулка с магнитом перемещается вверх, занимая крайнее верхнее положение, магнитный клапан регулятора вакуумметрического давления за счет собственного веса переключается в нижнее положение, а в

межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов устанавливается высокий уровень вакуума.

При подаче воздуха в надмембранную область давление над и под мембраной выравнивается, втулка с магнитом под действием веса грузового элемента перемещается вниз, занимая крайнее нижнее положение, магнитный клапан регулятора вакуумметрического давления за счет силы притяжения между магнитами переключается в верхнее положение, а в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов устанавливается низкий уровень вакуума. При этом остаточный уровень вакуума, возникающий при работе вибропульсатора, не должен приподнимать втулку с магнитом, чтобы стабильно устанавливался низкий уровень вакуума в системе.

В связи с вышеизложенным целью исследований является определение диаметра мембраны и веса грузового элемента переключающего устройства, при которых обеспечивается стабильное удержание втулки с магнитом в верхнем и нижнем положении при подаче соответственно вакуумметрического и атмосферного давления. Вес грузового элемента и диаметр мембраны будем определять в системе «мембрана – груз», на которую с одной стороны действуют сила P_{cp} , сосредоточенная в центре, а с другой – распределенная нагрузка q , направленная в противоположную сторону (рис. 2).

Для расчета диаметра мембраны при воздействии симметрично распределенной нагрузки по ее поверхности относительно центра [$w = w(r)$] используем полярный радиус r и полярный угол ϕ в соответствии с известными соотношениями: $x = r \cos\phi$ и $y = r \sin\phi$ [9] и получим

$$\frac{d^4 w}{dr^4} + \frac{2}{r} \frac{d^2 w}{dr^2} - \frac{1}{r^2} \frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1}{r^2} \frac{dw}{dr} = \frac{q}{D}, \quad (1)$$

где w – прогиб мембраны, м;

q – распределенная нагрузка, Па;

D – изгибная жесткость мембраны, Н·м.

Изгибная жесткость мембраны определяется по формуле

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости резины, Па;

μ – коэффициент Пуассона;

h – толщина резины, м.

Общий интеграл уравнения (1) выражается зависимостью

$$w = C_1 \ln r + C_2 r^2 \ln r + C_3 r^2 + C_4 + w^*. \quad (3)$$

Первые четыре слагаемых в правой части выражения (3) являются общим решением уравнения (1), а пятое слагаемое w^* – частное решение, которое определяется при $q = const$ по следующей формуле:

$$w^* = \frac{qr^4}{64D}. \quad (4)$$

Из условия конечности прогиба и кривизны в центре мембраны постоянные интегрирования C_1 и C_2 равны нулю ($C_1 = C_2 = 0$). Постоянные интегрирования C_3 и C_4 определим при $r = R$. Тогда для заделанного края

$$\begin{aligned} (w)_{r=R} = 0; \quad \left(\frac{dw}{dr} \right)_{r=R} = 0; \quad w = C_3 r^2 + C_4 + \frac{qr^4}{64D}; \\ C_3 = -\frac{2qR^2}{64D}; \quad C_4 = \frac{qR^4}{64D}; \quad w(r) = \frac{q(r^2 - R^2)^2}{64D}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для расчета мембраны при воздействии сосредоточенной в центре силы заданым условием, что мембрана радиусом R жестко заделана по контуру и нагружена в центре сосредоточенной силой P_{zp} . При отсутствии распределенной нагрузки частное решение определяется при $w^* = 0$, а прогиб мембраны – по формуле (6) [9, 15]

$$w(r) = \frac{P_{zp} R^2}{16 \pi D} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} + 2 \frac{r^2}{R^2} \ln \frac{r}{R} \right). \quad (6)$$

При $r = 0$ по формулам (7) и (8) определяем прогиб мембраны

$$w_1(q, R) = \frac{qR^4}{64D}; \quad (7)$$

$$w_2(p, R) = \frac{P_{zp} R^2}{16 \pi D}. \quad (8)$$

Для того чтобы сила действия вакуумметрического давления на мембрану поднимала втулку с магнитом, необходимо, чтобы соблюдалось следующее условие:

$$w_1(q, R) > w_2(p, R), \quad (9)$$

то есть

$$q > \frac{64P_{zp}}{R^2 16 \pi}. \quad (10)$$

Так как $P_{вак} = q$, выражение (10) принимает вид

$$P_{вак} > \frac{4P_{zp}}{\pi R^2}, \quad (11)$$

где $P_{вак}$ – вакуумметрическое давление, Па;

P_{zp} – вес грузового элемента, Н;

R – радиус мембраны, м.

Используя функциональную зависимость (11), можно определить конструктивные параметры переключающего устройства магнитного клапана.

Результаты проведенного однофакторного эксперимента по определению массы груза переключающего устройства магнитного клапана представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты опытов по определению массы грузового элемента переключающего устройства

Диаметр мембраны d_m , м	Масса грузового элемента m_{zp} , кг			
	1-я повторность	2-я повторность	3-я повторность	Среднее значение
0,03	0,82	0,78	0,8	0,80
0,04	1,46	1,44	1,46	1,45
0,05	2,21	2,18	2,21	2,20

При аппроксимации опытных данных в программе Microsoft Excel получено уравнение регрессии, адекватно ($R^2 = 0,99$) описывающее зависимость массы грузового элемента от диаметра мембраны [15]

$$m_{zp} = 70d_m - 1,3167, \quad (12)$$

где d_m – диаметр мембраны, м;

m_{zp} – масса грузового элемента, кг.

На рисунке 3 представлены сравнительные зависимости (теоретическая и экспериментальная) массы груза от диаметра мембраны переключающего устройства магнитного клапана.

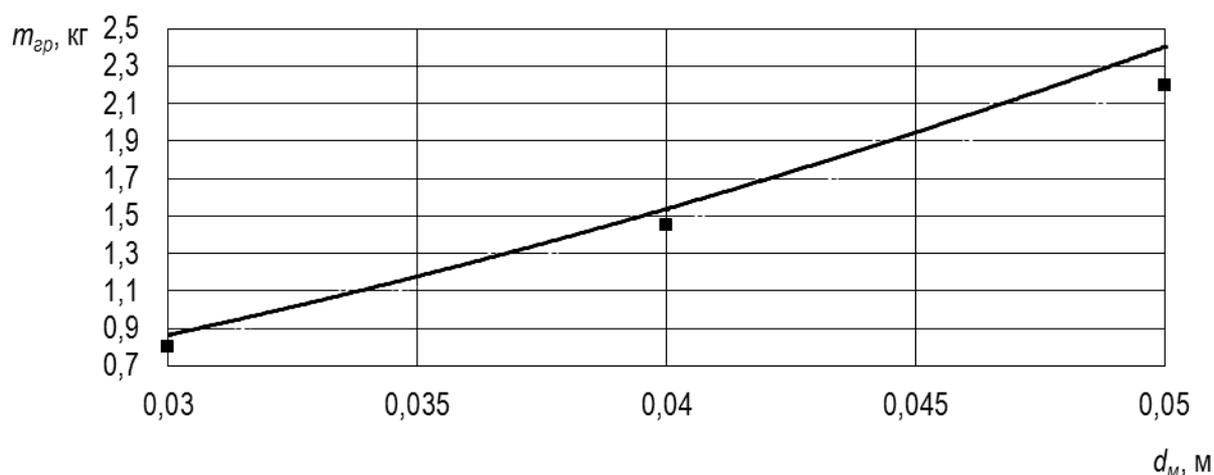


Рис. 3. Сравнительные графические зависимости массы груза от диаметра мембраны переключающего устройства магнитного клапана:
 ■ – экспериментальная зависимость; — – теоретическая зависимость

Анализ графических зависимостей показал верность разработанных теоретических положений, так как ошибка сходимости результатов исследований не превышает 10%.

Рациональные численные значения параметров переключающего устройства магнитного клапана получены исходя из следующих условий:

- для надежного удержания втулки с магнитом в верхнем положении вес грузового элемента должен быть в 2–2,5 раза меньше силы распределенной нагрузки от действия вакуумметрического давления;
- для обеспечения инерционности системы при фиксации втулки с магнитом в нижнем положении вес грузового элемента должен быть максимально возможным с учетом первого условия.

Выводы

Установлены следующие конструктивные параметры переключающего устройства:

- диаметр мембраны – $d_m = 0,04$ м;
- масса грузового элемента – $m_{гр} = 0,55$ кг.

Экспериментально установленные параметры позволяют осуществлять надежную фиксацию магнитного клапана в верхнем и нижнем положении.

Библиографический список

1. Аппроксимация кривой молокоотдачи / В.П. Шацкий, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин // Сельский механизатор. – 2017. – № 11. – С. 24–25.
2. Бородин С.А. Обоснование параметров блока управления режимом доения / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Сельский механизатор. – 2018. – № 9. – С. 30–31.
3. Кирсанов В.В. Метод создания многофункциональной элементной базы доильного оборудования / В.В. Кирсанов // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 9. – С. 16–18.
4. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В.В. Кирсанов, К.С. Шукин, В.Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 65–67.
5. Краснов И.Н. Доильные аппараты / И.Н. Краснов. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1974. – 227 с.
6. Краснов И.Н. Новые принципы доения коров / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, В.Н. Скворцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 40–42.
7. Обоснование режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 4. – С. 18–23.

8. Пат. 172455 Российская Федерация (на полезную модель), МПК А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. – № 2016147854 ; заявл. 06.12.2016 ; опубл. 11.07.2017, Бюл. № 3. – 6 с.
9. Савельев Л.М. Теория пластин и оболочек : конспект лекций. Направление 151600.68 Прикладная механика. Магистерская программа «Прочность конструкций летательных аппаратов» / Л.М. Савельев. – Самара : Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 2013. – 45 с.
10. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии : учебник / под ред. А.И. Завражнова. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 496 с.
11. Ужик В.Ф. К изменению соотношения тактов пульсатора доильного аппарата / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, О.В. Ужик // Научная жизнь. – 2016. – № 12. – С. 15–25.
12. Ужик В.Ф. Обоснование конструктивно-режимных параметров гидравлического контура гидро-стабилизированного пульсатора адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, О.В. Китаёва // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – Вып. 2 (53). – С. 112–120.
13. Ужик О.В. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров переносного адаптивного манипулятора доения коров с автономным источником питания : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / О.В. Ужик. – Белгород, 2007. – 174 с.
14. Ульянов В.М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки сти-мулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / В.М. Ульянов. – Рязань, 2008. – 300 с.
15. 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 : Агро-промиздат, 1987. – 400 с.
16. Экспериментальные исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в лабораторных условиях / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 3 (31). – С. 65–70.

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.

Владимир Павлович Шацкий – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

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 Тертычная – 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 02.02.2019

Дата принятия к печати 18.02.2019

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.

Vladimir P. Shatsky, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

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 February 02, 2019

Accepted February 18, 2019

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОБАВКА К ПРИРАБОТОЧНЫМ МАСЛАМ

Валерий Васильевич Остриков¹
Сергей Николаевич Сазонов¹
Алла Владимировна Забродская¹
Дмитрий Николаевич Афоничев²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях сельскохозяйственного производства в процессе послеремонтной обкатки двигателей тракторов вместо специального прирабочного масла используется моторное масло, которое не обеспечивает необходимое качество приработки деталей двигателя. С целью повышения эксплуатационных свойств моторных масел в них вносятся специальные добавки и присадки. Установлено, что использование в составе прирабочных масел абразивных материалов повышает эффективность выравнивания микронеровностей на восстановленных деталях и оставляет следы износа на новых (вкладыши, гильзы цилиндров). Предложено использовать в качестве «мягкого» абразивного материала ультрадисперсный порошок карбамида, который на этапе холодной обкатки выполняет функцию микрошлифовки поверхностей трения и далее на этапе горячей обкатки при высокой температуре (135°C) растворяется в масле, повышая его смазывающие свойства и обеспечивая увеличение толщины масляной пленки. В результате экспериментальных исследований на машине трения КТ-2 получены зависимости изменения диаметра пятна износа от концентрации ультрадисперсного порошка карбамида. Определена рациональная концентрация карбамида в масле, составляющая 1–1,5%. Установлено, что внесение карбамида при температуре нагрева масла М-10Г_{2К} 135–140°C позволяет повысить толщину масляной пленки на 30–40% – до 12–13 мкм, в то время как в масле М-10Г_{2К} без добавки данное значение не превышает 9 мкм. Определено, что присутствие карбамида в масле после проведения операции обкатки двигателя и его слива обеспечивает укрупнение растворенных примесей и выпадение их в осадок за период отстаивания 18–20 ч., что предопределяет возможность повторного использования отработанного масла после его очистки от механических примесей и воды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двигатель внутреннего сгорания, послеремонтная обкатка, прирабочное масло, добавка, противоизносные свойства, смазывающие свойства, масляная пленка.

BREAK-IN OILS POLYFUNCTIONAL ADDITIVE

Valery V. Ostrikov¹
Sergey N. Sazonov¹
Alla V. Zabrodskaya¹
Dmitriy N. Afonichev²

¹All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In terms of agricultural production in the process of post-maintenance running-in of engines of tractors instead of special break-in oil ordinary engine oil is used that does not provide the necessary quality of the engine parts breaking-in. In order to improve the performance characteristics of motor oils, special components and additives are blended into them. It is established that the use of abrasive materials in the composition of break-in oils improves the efficiency of microroughnesses levelling on the reworked parts and leaves wear scars on the surfaces of new parts, such as bearings, cylinder liners. It is proposed to use as a soft abrasive ultradisperse urea powder, which at the stage of cold running-in performs the function of microgrinding of frictional interfaces, and further at the stage of hot running-in at a high temperature of 135°C dissolves in the oil, thus increasing its lubricity and providing an increase in the thickness of the oil film. As a result of experimental studies conducted on KT-2 frictional test machine, the authors determined the dependences of changes in the wear scar on the concentration of ultradisperse urea powder. Urea shure concentration in oil was defined equal to 1-1.5%. It was found that urea blending as a component into M-10G_{2K} oil at its heating temperature of 135-140°C allows increasing the thickness of the oil film by 30-40%, i.e. up

to 12-13 micron, while in pure M-10G_{2K} oil without additives, this value does not exceed 9 micron. It was defined that the presence of urea in the oil after engine running-in and after oil discharge provides for dissolved impurities coarsening and their break-down during the settling-out for 18-20 hours, which determines the possibility of break-in oil reuse after its clarification from mechanical impurities and water.

KEYWORDS: internal combustion engine, after running, break-in oil, additive, antiwear properties, lubricity, oil film.

В Российской Федерации в сельскохозяйственном производстве используется около 50% техники со сроком службы 10 и более лет, которая периодически подвергается капитальному ремонту. Ремонт двигателей внутреннего сгорания тракторов является наиболее сложным и затратным и осуществляется либо в специализированных ремонтных предприятиях, либо силами инженерно-технических работников непосредственно в ремонтных мастерских хозяйств. При проведении капитального ремонта производится замена изношенной цилиндропоршневой группы, вкладышей и расточка шеек коленчатого вала под ремонтные размеры. После сборки двигателя в соответствии с технологическим регламентом проводится его обкатка в стендовых условиях, где определяются основные рабочие характеристики двигателя и качество ремонта.

В реальных условиях сельскохозяйственного производства в послеремонтной обкатке двигателей тракторов взамен специальных масел чаще всего применяют товарные моторные масла М-10Г_{2К}, что снижает качество приработки [1, 3, 5, 9, 10].

В силу того, что микровыступы на поверхностях трения новых и подвергшихся обработке деталей имеют разные по высоте параметры, то в процессе стендовой обкатки имеют место все виды фрикционного взаимодействия.

Обеспечить процесс выравнивания микронеровностей можно введением в масло микро- и ультрадисперсных абразивов. Однако это не всегда приводит к положительным результатам, так как большинство абразивов имеют высокую твердость и могут оставлять на поверхностях трения вкладышей, гильз цилиндров следы износа [2, 4, 8].

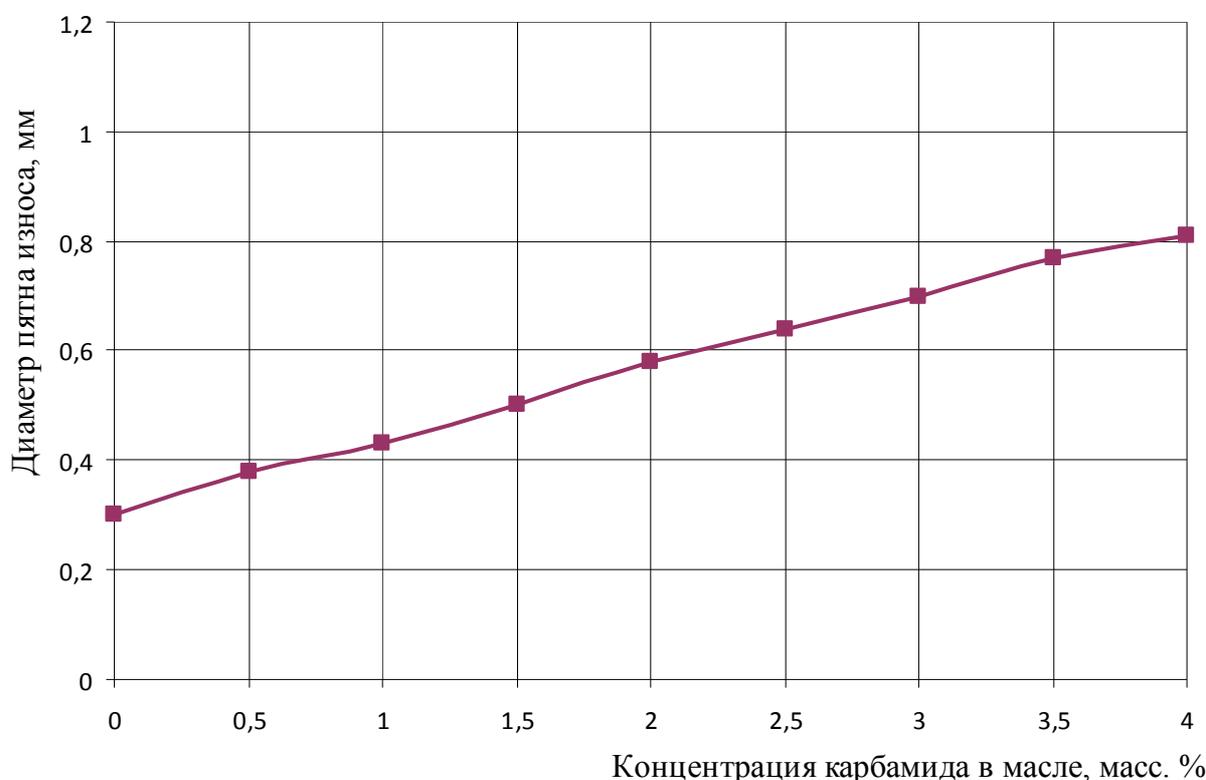


Рис. 1. Зависимость изменения противоизносных свойств масла М-10Г_{2К} от концентрации ультрадисперсного порошка карбамида (нагрузка 150 Н, время работы ЧШМТ – 3 ч.)

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» разработаны новый технологический процесс и полифункциональная добавка к приработочным маслам в виде ультрадисперсного порошка карбамида. Карбамид, размолотый до ультрадисперсного состояния частиц размером 0,5–1 мкм, вносится в моторное масло и перемешивается до равномерного распределения частиц по всему объему.

Определение свойств карбамида в качестве абразивного материала в масле и его смазывающих, противоизносных свойств выполнялось на четырехшариковой машине трения (ЧШМТ) КТ-2.

Установлено, что при внесении в моторное масло М-10Г_{2К} ультрадисперсного порошка карбамида при температуре масла 40°C диаметр пятна износа шариков увеличивается в соответствии с ростом концентрации карбамида в масле (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют об «абразивных» свойствах карбамида, несмотря на его низкую твердость относительно твердости металла.

Рациональной концентрацией смешивания карбамида с маслом целесообразно считать значение 1–1,5%, так как в данном случае не происходит значительного изменения диаметра пятна износа и может проходить «мягкая» микрошлифовка поверхности трения.

Как известно из многих работ [6, 7], карбамид имеет свойство плавиться при температуре 132°C, переходя в жидкое состояние, легко смешиваемое с маслом. При понижении температуры в масле вновь образуются кристаллы.

В данном контексте можно полагать, что внесенный в приработочное масло размолотый ультрадисперсный порошок карбамида на этапе холодной обкатки будет выполнять функции абразивного материала. Далее в период горячей обкатки при увеличении нагрузки, когда в парах трения температура возрастает и масло прогревается до 140–150°C, карбамид в тонком слое переходит в жидкое состояние, выполняя функции присадки, повышающей смазывающие свойства приработочного масла.

При проведении исследований на машине трения установлено, что внесение карбамида в масло подтверждает выдвинутую гипотезу. На рисунке 2 представлена зависимость изменения диаметра пятна износа от температуры масла при концентрации карбамида 1,5%.

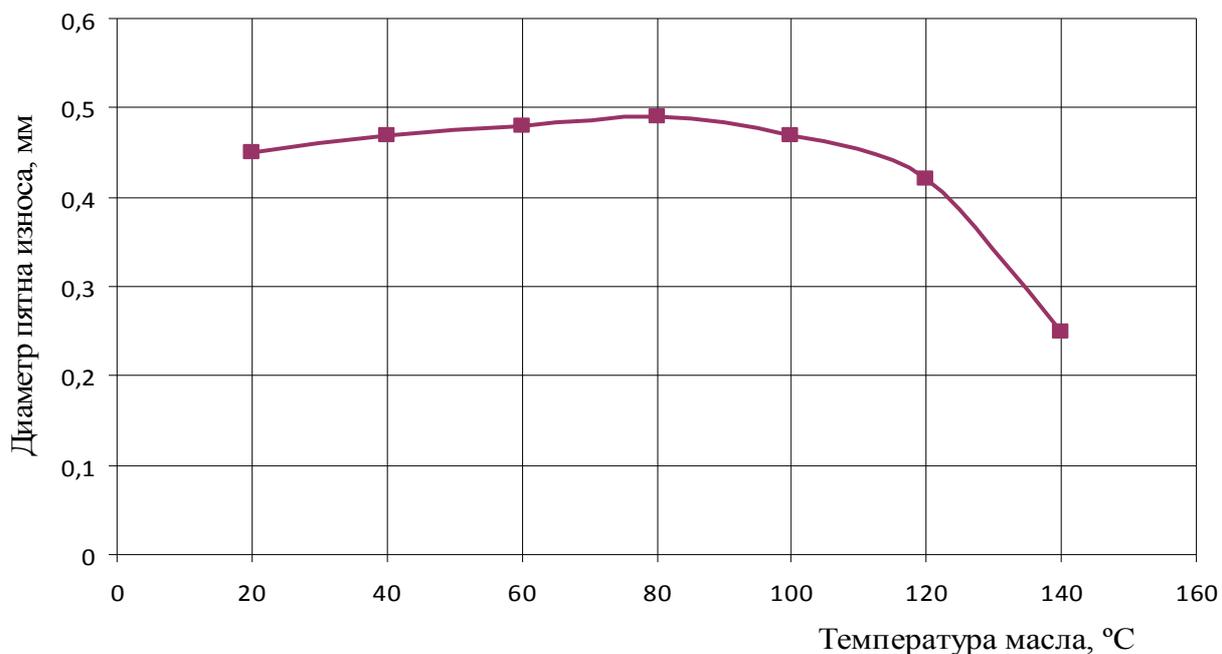


Рис. 2. Зависимость изменения противоизносных свойств масла от температуры нагрева в присутствии карбамида

Повышение смазывающих свойств масел под действием карбамида характеризуется также увеличением толщины масляной пленки, определенной гравиметрическим методом при различной температуре нагрева.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения толщины масляной пленки от температуры масла.

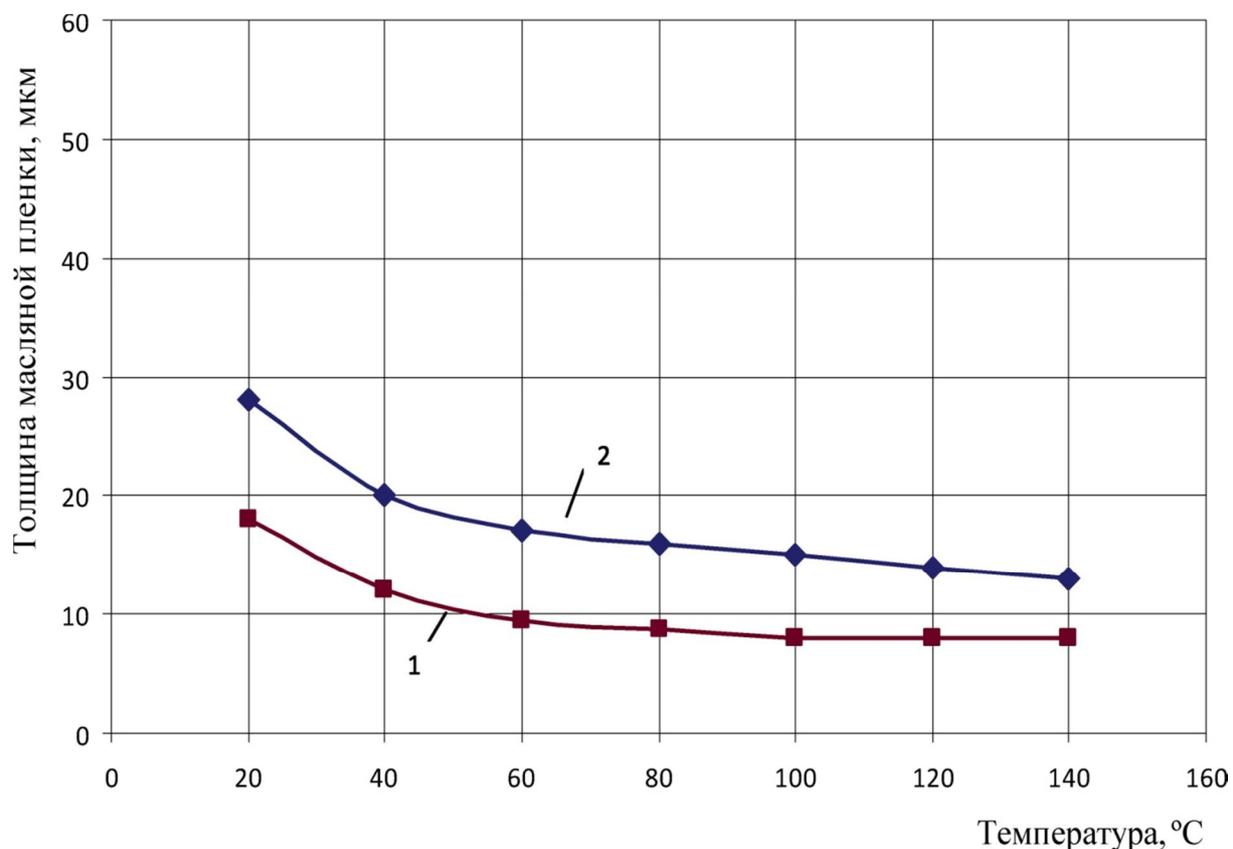


Рис. 3. Зависимость изменения толщины масляной пленки от температуры нагрева масла: 1 – масло М-10Г_{2К}; 2 – масло М-10Г_{2К} + 1,5% карбамида после нагрева до 140°C и охлаждения

Установлено, что внесение карбамида и нагрев масла М-10Г_{2К} до 140°C позволяют повысить толщину масляной пленки на 30–40%, что очень важно в условиях приработки двигателя в период горячей обкатки. И если в процессе приработки деталей, когда температура масла М-10Г_{2К} на поверхности трения достигает 140–150°C, толщина масляной пленки составляет 8–9 мкм, то при внесении в это же масло растворенного карбамида данный показатель повышается до 12–13 мкм.

В результате действия карбамида азот в масле оказывает положительный эффект в виде снижения дымности выхлопных газов, образующихся при сгорании топлива и масла в процессе обкатки отремонтированного двигателя.

Остаточное содержание карбамида в масле 0,3–0,5% после проведения технологического процесса обкатки и слива масла способно в период его отстаивания интенсифицировать осаждение образовавшихся в масле смол.

Карбамид, являясь хорошим коагулянтom продуктов сгорания топлива и масла, обеспечивает укрупнение смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов, образовавшихся за 1,5–2,0 ч. обкатки масла, в соответствии с чем в слитом из картера двигателя масле за 15–20 ч. отстаивания содержание нерастворимых примесей снижается (рис. 4).

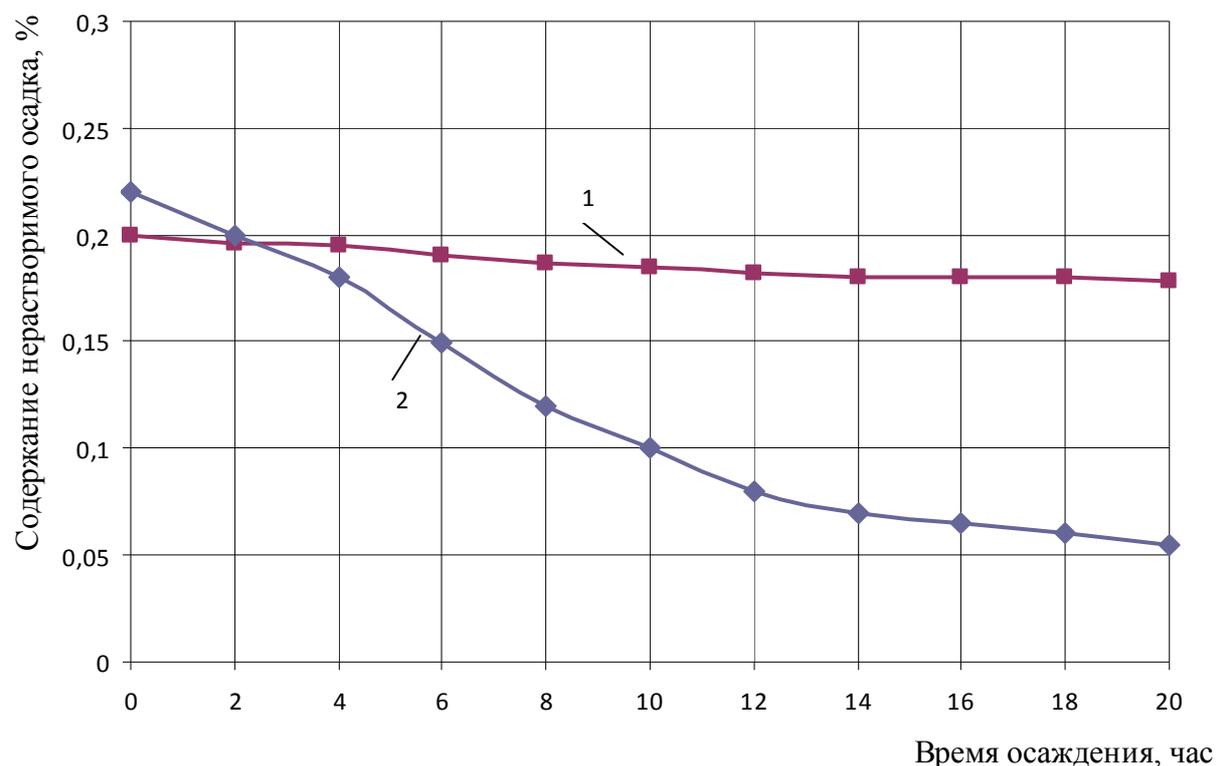


Рис. 4. Зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в отработанном приработочном масле от времени отстаивания: 1 – масло М-10Г_{2К}; 2 – масло М-10Г_{2К} + 1,5% карбамида после нагрева до 140°С и охлаждения

Анализируя полученные данные (рис. 4), отметим, что содержание растворенных примесей и продуктов окисления в масле в процессе его отстаивания под действием карбамида снижается более чем в четыре раза (линия 2), при этом в масле М-10Г_{2К} после обкатки двигателя ЯМЗ-240 содержание смол практически не изменилось (линия 1).

Выводы

Карбамид отличается полифункциональными свойствами при добавлении его к приработочному маслу. На начало обкатки ультрадисперсные частицы карбамида обеспечивают «мягкую» микрошлифовку прирабатываемых деталей, далее в период обкатки под нагрузкой повышают смазывающие свойства масла. После слива масла из картера карбамид способствует удалению продуктов окисления, смол, тем самым предопределяя возможность повторного использования отработанного масла после очистки и анализа основных физико-химических характеристик.

Библиографический список

1. Арабян С.Г. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей: справочник / С.Г. Арабян, А.Б. Виппер, И.А. Холомонов. – Москва : Машиностроение, 1984. – 208 с.

2. Балабанов В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин. Теория и практика эффективной эксплуатации и ремонта машин / В.И. Балабанов, С.А. Ищенко, В.И. Беклемышев. – Москва : Изумруд, 2005. – 216 с.
3. Волченков А.В. Исследование и разработка триботехнически обоснованных режимов обкатки двигателей после капитального ремонта / А.В. Волченков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 256–264.
4. Комбалов В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ / В.С. Комбалов. – Москва : Наука, 1974. – 112 с.
5. Ольховатский А.К. Разработка энергосберегающей технологии послеремонтной ускоренной обкатки и продления ресурса двигателей тракторов с применением наноматериалов / А.К. Ольховатский // Нанотехнологические разработки аграрных вузов : каталог. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – С. 70–73.
6. Остриков В.В. Удаление продуктов старения из масел / В.В. Остриков, И.В. Бусин // Сельский механизатор. – 2012. – № 1. – С. 36–37.
7. Пат. 2528421 Российская Федерация, МПК С10М 175/02, С10G 21/20, С10G 49/18 (2006.01). Способ очистки моторного масла от продуктов старения и загрязнений / В.В. Остриков, С.Ю. Попов, А.Г. Зимин ; заявитель и патентообладатель ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук». – № 2013130794/04 ; заявл. 04.07.2013 ; опубл. 20.09.2014, Бюл. № 26. – 4 с.
8. Формирование износостойких поверхностных структур и механизм их разрушения при трении в среде смазочного материала, модифицированного ультрадисперсными алмазографитовыми добавками. Часть 1. Триботехнические свойства / П.А. Витязь, В.И. Жорник, В.А. Кукаренко, А.И. Камко // Трение и износ. – 2006. – № 1(27). – С. 61–68.
9. Храмцов Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 123 с.
10. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / В.М. Школьников. – Москва : Химия, 1989. – 432 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Васильевич Остриков – доктор технических наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Сергей Николаевич Сазонов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: snsazon@mail.ru.

Алла Владимировна Забродская – научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Дмитрий Николаевич Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 11.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery V. Ostrikov, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Laboratory of the Use of Lubricants and Waste Oil Products, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Sergey N. Sazonov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Researcher, Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Alla V. Zabrodskaya, Scientific Researcher, Laboratory of the Use of Lubricants and Refined Oil Products, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Dmitriy N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Received February 16, 2019

Accepted March 11, 2019

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ОТ ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ

Роман Михайлович Панов
Наталья Викторовна Прибылова
Сергей Александрович Филонов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором являются наиболее распространенными потребителями электрической энергии на промышленных и агропромышленных предприятиях. В процессе эксплуатации часто возникает необходимость запитать трехфазный асинхронный электродвигатель от однофазной электрической сети, для чего авторами предлагается электронное устройство, осуществляющее оптимальное подключение трехфазного электродвигателя мощностью от 1 до 3 кВт в однофазную сеть. Это устройство дает возможность регулировать частоту вращения электродвигателя за счет использования дешевого и простого в применении частотного преобразователя напряжения. Диапазон регулирования частоты питающего напряжения составляет 40–100 Гц. В основу устройства положен инвертор, выполненный на современной элементной базе. Задающий генератор выполнен на таймере КР1006ВИ1. Регулирование эффективного значения подаваемого на обмотки двигателя напряжения осуществляется с помощью метода широтно-импульсной модуляции. Основными компонентами разработанной электронной схемы являются: делитель тактовой частоты; формирователь импульсов трехфазной последовательности; оптрон, осуществляющий гальваническую развязку «верхнего» и «нижнего» ключей; транзисторы, используемые в качестве силовых ключей, позволяющие коммутировать ток 37 А и выдерживающие напряжение до 1000 В; электронный трансформатор для питания устройства управления; диоды; интегральный стабилизатор напряжения; конденсаторы емкостью 560 мкФ×400 В. Охлаждение осуществляется тремя вентиляторами с напряжением питания 12 В. Разработана и изготовлена печатная плата устройства на двустороннем фольгированном стеклотекстолите. Разработанное устройство обеспечивает высокий уровень мощности на валу электродвигателя, выполнено на современной элементной базе, обладает высоким быстродействием, компактностью, надежностью, сравнительно невысокой стоимостью и не нуждается в наладке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трехфазный асинхронный электродвигатель, питание от однофазной сети, частотный преобразователь напряжения, метод широтно-импульсной модуляции, регулирование частоты вращения.

FREQUENCY CONVERTER USED FOR POWER SUPPLY OF THREE-PHASE AC INDUCTION MOTOR FROM SINGLE-PHASE NETWORK

Roman M. Panov
Natalia V. Pribylova
Sergey A. Filonov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Three-phase AC induction motors with squirrel-cage rotor are the most common devices in industrial and agro-industrial enterprises consuming electrical energy. During operation, the necessity arises to energize three-phase AC induction motor from single-phase electrical network, and the authors for these reasons propose an electronic device providing optimal connection into single-phase network of three-phase AC induction motor with 1-3 kW of power per unit. This device makes it possible to adjust motor speed of rotation by incorporating cheap and easy-to-use frequency voltage converter. Frequency control band of the supply voltage is 40-100 Hz. The device is based on an inverter implemented on a modern element base. Master oscillator is based on КР1006ВИ1 timer. Regulation of the effective value of the voltage supplied to the motor winding is carried out using Pulse Width Modulation method. The main components of the developed electronic circuit are: time frequency divider, three-

phase sequence pulse shaper, optocoupler performing galvanic separation of the upper and lower keys, transistors used as force multipliers for switching current of 37 A and withstanding voltage up to 1000 V, electronic transformer for powering the control device, diodes, integral voltage stabilizer, capacitors with a capacity of $560 \mu\text{f} \times 400 \text{ V}$. Cooling is carried out by three fans with a supply voltage of 12 V. The PCB of the device was designed and manufactured on two-side foil-clad glass textolite. The developed device provides a high level of power output, implements modern element base, has a high speed of operation, compactability, reliability, relatively low cost and practically need no adjustment.

KEYWORDS: three-phase AC induction motor, single-phase electrical network, frequency voltage converter, Pulse Width Modulation method, speed frequency control.

Наиболее распространенным электрическим двигателем, применяемым для привода различных механизмов, является трехфазный асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором. Широкое применение таких АД обусловлено простотой их конструкции и изготовления, высокой надежностью и невысокой стоимостью. Кроме того, они не имеют щеточно-коллекторного узла или узла контактных колец, что обеспечивает минимальные эксплуатационные расходы. Благодаря вышеперечисленным преимуществам такие машины не теряют работоспособность по истечении срока службы и при отработке всего моторесурса, отпущенного промышленным станкам и механизмам. Часто, после списания их с производства, такие АД попадают в частные руки и могут использоваться в домашних мастерских, на садовых участках и т. п. При этом трехфазный АД, при определенных условиях, может вполне выполнять свои функции и при питании от однофазной сети.

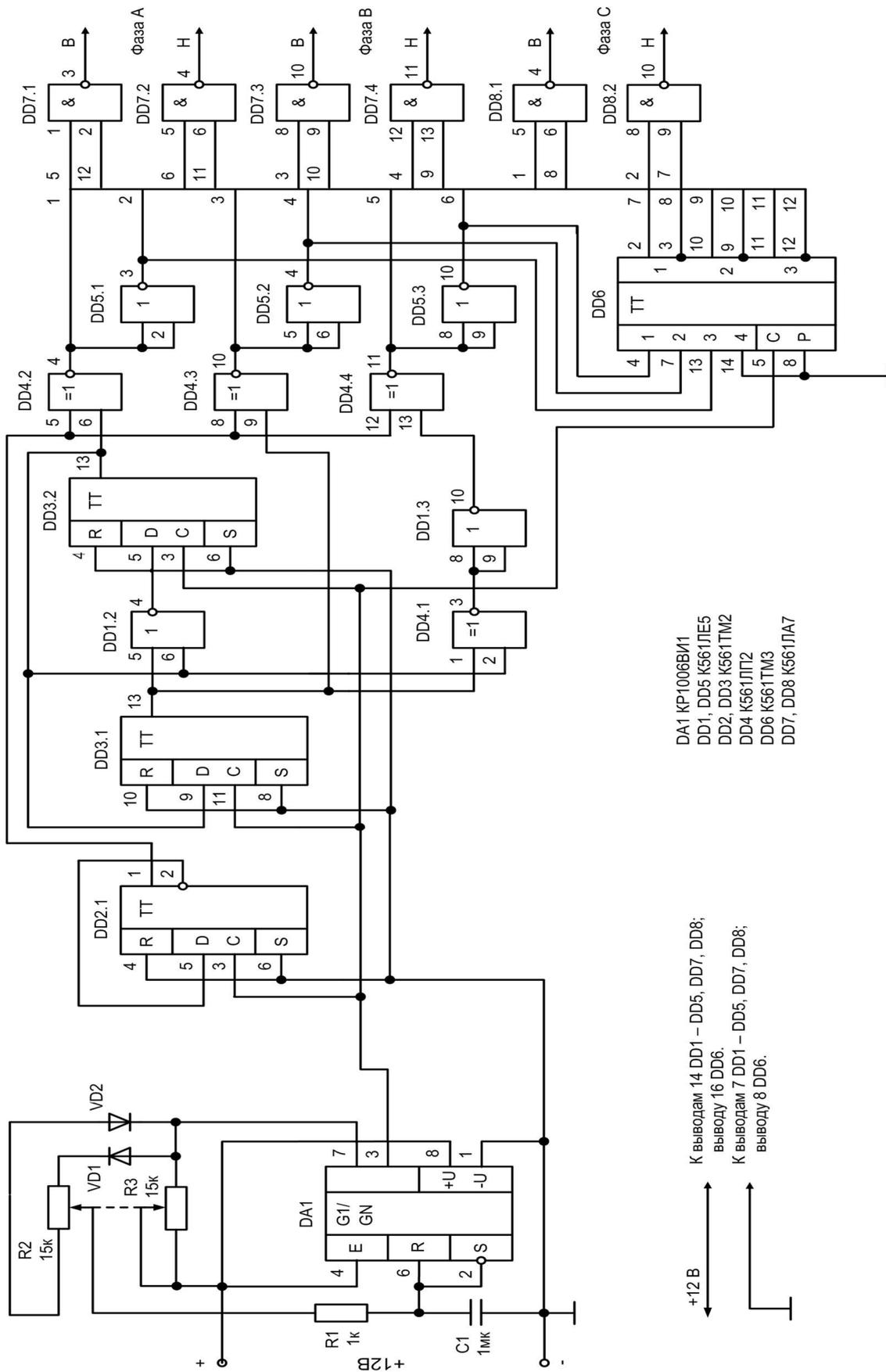
В данной статье представлены авторские предложения по оптимальному подключению асинхронных трехфазных двигателей в однофазную сеть за счет использования энергоэффективного [4], дешевого и простого в применении частотного преобразователя напряжения [5]. Существуют другие методы включения трехфазного асинхронного двигателя в однофазную сеть, основанные на различных способах использования фазового сдвига токов в обмотках с применением емкостных элементов, которые в настоящей статье не рассматриваются, так как при этом частично теряется мощность асинхронной машины и отсутствует возможность регулирования ее частоты вращения [3, 9]. Предложенное преобразовательное устройство может применяться как для питания стандартных электрических машин, так и для асинхронных электродвигателей специальных конструкций [1].

Преобразователь частоты служит для питания трехфазного АД от однофазной сети с возможностью регулировки частоты вращения. Электрическая схема преобразователя частоты приведена на рисунке 1. В основу положен инвертор для питания трехфазного двигателя [7], выполненный на современной элементной базе.

В бытовой технике наиболее широко распространены электродвигатели мощностью от 1 до 3 кВт с частотой трехфазной сети 50÷400 Гц. Именно для таких электродвигателей и был разработан преобразователь частоты. Задающий генератор выполнен на таймере DD1 NE555 [10].

Главная трудность, возникающая при разработке частотного регулятора, состоит в необходимости изменять вместе с частотой и эффективное значение подаваемого на обмотки двигателя напряжения [2].

При снижении частоты переменного тока уменьшается индуктивное сопротивление обмотки, что приводит к недопустимому возрастанию тока. Чтобы избежать перегрева обмотки, необходимо снижать напряжение питания двигателя методом широтно-импульсной модуляции. Частота следования импульсов регулируется резистором R3, а длительность импульсов – резистором R2. Поскольку они связаны механически, то при уменьшении частоты одновременно уменьшается длительность импульса. Таким образом, тактовые импульсы поступают на формирователь импульсов трехфазной последовательности.



- DA1 КР1006ВИ1
- DD1, DD5 К561ЛЕ5
- DD2, DD3 К561ТМ2
- DD4 К561ЛП2
- DD6 К561ТМ3
- DD7, DD8 К561ЛА7

К выводам 14 DD1 – DD5, DD7, DD8;
 Выводу 16 DD6.
 К выводам 7 DD1 – DD5, DD7, DD8;
 Выводу 8 DD6.

+12 В

Рис. 1. Схема преобразователя частоты

На D-триггере DD2.1 выполнен делитель тактовой частоты на 2. На D-триггере DD3.1, DD3.2 и логическом элементе DD1.2 выполнен делитель тактовой частоты на 3 со скважностью 3 (отношение периода к длительности импульса). На логических элементах DD4.1-DD4.4, DD1.3, DD5.1-DD5.3 выполнен формирователь импульсов трехфазной последовательности. Скважность этих импульсов равна 2. С помощью D-триггеров микросхемы DD6 получают трехфазную импульсную последовательность, задержанную относительно исходной. Это необходимо для образования пауз между импульсами, открывающими силовые транзисторы преобразователя. На тактовый вход микросхемы DD6 подаются тактовые импульсы с логического элемента DD1.1. Если на входе D микросхемы DD6 низкий уровень, то информация от входа D появится на выходе Q во время низкого уровня тактового импульса. Если на входе D высокий уровень, передача данных будет иметь место при высоком уровне на входе C. Таким образом, состояние триггеров микросхемы DD6 изменяется по спадам тактовых импульсов, а не фронтам, чем и достигается задержка, равная длительности тактового импульса. Из прямых и инверсных выходных сигналов всех триггеров устройства (логические элементы DD7.1-DD7.4, DD8.1, DD8.2) формируются импульсы управления «верхним» (В) и «нижним» (Н) силовыми ключами преобразователя.

Три одинаковых узла силовых ключей преобразователя построены по схеме, изображенной на рисунке 2.

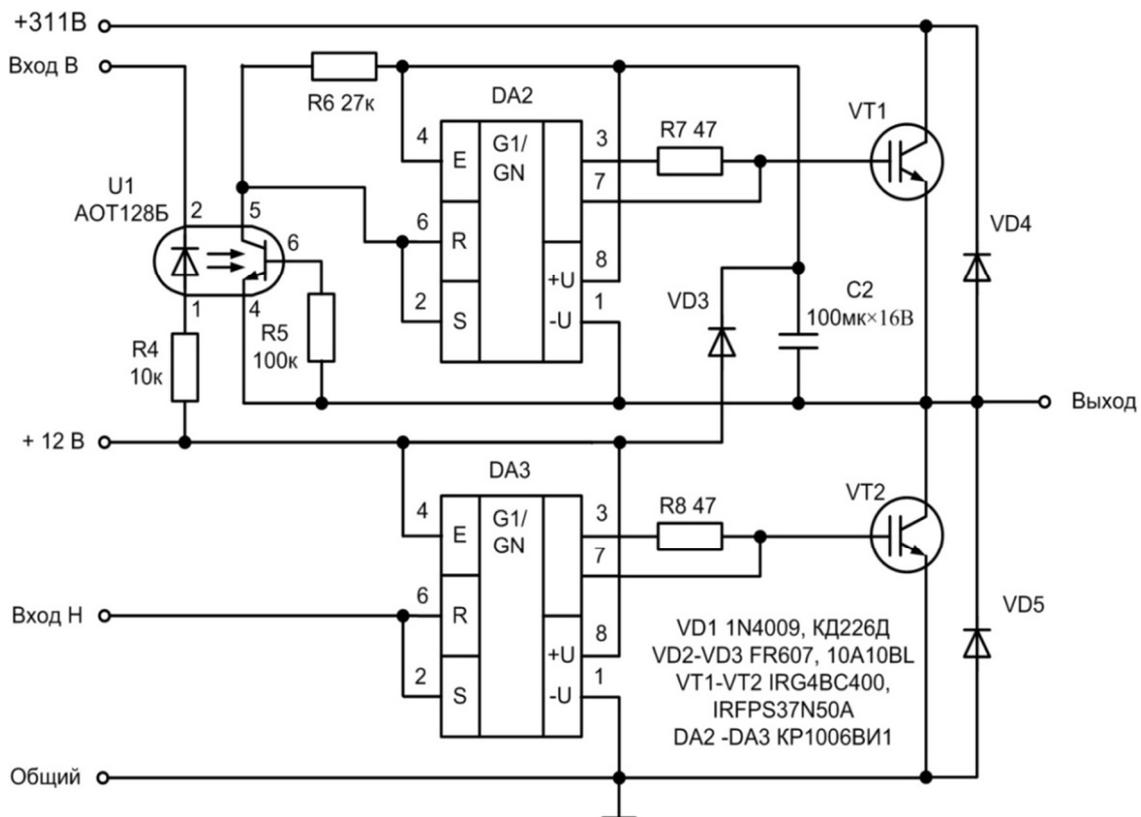


Рис. 2. Схема силовых ключей преобразователя

Для расщипки выходных полевых транзисторов VT1 и VT2 использованы таймеры NE555 DA2 и DA3, работающие в режиме инвертирующих триггеров Шмидта [8, 10]. Они позволяют получить импульсы тока затвора транзисторов амплитудой до 200mA, что гарантирует быстрое переключение. Микросхема DA2 питается с помощью «бустрепного» способа питания. Этот способ позволяет не использовать трансформатор питания с несколькими изолированными вторичными обмотками отдельных выпрямителей и стабилизаторов напряжения для питания аналогичных узлов в каждой из фаз [12, 13].

Гальваническую развязку «верхнего» и «нижнего» ключей осуществляет оптрон U1. Выходной сигнал оптрона инвертирован по отношению к входному сигналу. Когда открыт транзистор VT2, минусовой вывод конденсатора C1 фактически соединен с общим проводом. Через диод VD1 этот конденсатор заряжается до напряжения 12 В. При закрытом транзисторе VT2 закрыт диод VD1, но накопленный конденсатором C1 заряд остается достаточным для питания микросхемы DA2, пока транзистор вновь не будет открыт.

В качестве силовых ключей используют транзисторы IRFPS37N50A фирмы International Rectifier, позволяющие коммутировать ток 37А и выдерживающие напряжение U_{CU} до 1000В. Еще лучше использовать транзисторы типа IGBT. В IGBT совмещены два способа управления электрическим током, один из которых характерен для полевых транзисторов (управление электрическим полем), а второй – для биполярных (управление инжекцией носителей электричества) [6].

Для обозначения электродов IGBT принято использовать термины «эмиттер», «коллектор» и «затвор». У IGBT – маленькое напряжение в открытом состоянии, меньшее, чем в полевом транзисторе. Уменьшение напряжения приводит к пропорциональному снижению мощности, рассеиваемой транзистором. Нами использовались транзисторы фирмы International Rectifier IRG4BC40U, способные коммутировать ток 40 А, напряжение насыщения 1,7 В.

Для питания устройства управления использовался электронный трансформатор для питания галогенных ламп. Он выполнен в виде преобразователя напряжения сети в низковольтное напряжение 15 В с частотой 45 кГц [11]. Это напряжение выпрямляется диодами, способными работать на такой частоте, такими как КД226Д, КД213А и т. д. Выпрямленное напряжение стабилизируется интегральным стабилизатором напряжения на 12 В с изолированным корпусом, который прикручивают к шасси преобразователя. В качестве силового выпрямителя используется мост MB3510, способный выпрямить ток 35А напряжением 1000 В. Он также прикрепляется к шасси преобразователя винтом, при этом посадочное место моста должно быть предварительно смазано теплопроводящей пастой КПТ.

Выпрямленное мостом сетевое напряжение заряжает два конденсатора емкостью 560 мкФ × 400 В, включенных параллельно, а затем подается на силовые ключи. Чем больше мощность нагрузки, тем больше должна быть емкость конденсаторов. Силовые транзисторы установлены на общем радиаторе с помощью изолирующих прокладок (кремнеорганических). Радиатор обдувается потоком воздуха, создаваемого тремя вентиляторами. Питание вентиляторов осуществляется от выпрямителя блока управления (до стабилизатора напряжения). Напряжение питания вентиляторов составляет 12 В.

При эксплуатации преобразователя необходимо учесть, что ток в обмотках АД и вращающий момент на валу двигателя пропорциональны магнитному потоку в его статоре, который, в свою очередь, пропорционален отношению приложенного к обмоткам напряжения к частоте. С уменьшением частоты питающего напряжения, при его неизменном эффективном значении, ток в обмотках растет. Это ведет к перегреву двигателя и силовых ключей преобразователя частоты, то есть при уменьшении частоты необходимо уменьшать напряжение питания. Но, если взять нижнюю границу изменения частоты в 40 Гц, то напряжение можно не уменьшать. Верхнюю границу можно без опасения взять в 100 Гц.

Печатная плата изготовлена на двухстороннем фольгированном стеклотекстолите. Для более простого изготовления (методом лазерного принтера и утюга) эскиз платы был выполнен в программе Spring Layout v5.0.

Выводы

Таким образом, разработано электронное устройство для питания трехфазного асинхронного электродвигателя от однофазной сети, которое обеспечивает высокий

уровень мощности на валу электродвигателя, позволяет осуществлять регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя как вниз, так и вверх от номинальной, не нуждается в наладке и начинает работу сразу после подачи на него напряжения питания.

Библиографический список

1. Анненков А.Н. Моделирование и поиск рациональной конструкции асинхронного двигателя малой мощности с повышенным пусковым моментом / А.Н. Анненков, С.А. Филонов, А.И. Шиянов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – № 4. – С. 120–123.
2. Афоничев Д.Н. Математическая модель управляемого асинхронного электродвигателя / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, М.А. Степин // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения : матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 115-й годовщине со дня рождения профессора Харитончика Е.М. (г. Воронеж, 6 апреля 2017 г.) : в 2 ч. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. 2. – С. 10–15.
3. Афоничев Д.Н. Основы научных исследований в электроэнергетике / Д.Н. Афоничев. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 204 с.
4. Груздев К.П. Применение частотно-регулируемого привода как способ повышения энергосбережения / К.П. Груздев, В.В. Панин // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе : матер. междунар. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 6–7 июня 2018 г.) : в 2 ч. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. II. – С. 66–69.
5. Кутняхов Д.И. Применение преобразователя частоты для модернизации электропривода токарного станка / Д.И. Кутняхов, В.А. Черников, Н.В. Прибылова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : матер. международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 100–104.
6. Лачин В.И. Электроника : учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. – 572 с.
7. Мурадханян Э. Управляемый инвертор для питания трехфазного двигателя / Э. Мурадханян // Радио. – 2004. – № 12. – С. 37–38.
8. Техническое обслуживание измерительных трансформаторов. Трансформаторы тока и напряжения ; сост. Ф.Д. Кузнецов ; под ред. Б.А. Алексеева. – Москва : ЭНАС, 2017. – 96 с.
9. Устройство защиты электродвигателя от неполнофазных режимов работы и перегрузки / Д.Н. Афоничев и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (55). – С. 117–123.
10. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы : справочник / В.Л. Шило. – 2-е изд., исправленное. – Москва : Радио и связь, 1989. – 352 с.
11. Шрайбер Г. 300 схем источников питания. Выпрямители. Импульсные источники питания. Линейные стабилизаторы и преобразователи (в помощь радиолюбителю) / Г. Шрайбер ; пер. с французского. – Москва : ДМК Пресс, 2008. – 224 с.
12. Brewster H.D. Digital Electronics / H.D. Brewster. – Jaipur (India) : Oxford Book Company, 2009. – 307 p.
13. Sinclair I.R. Practical Electronics Handbook / I.R. Sinclair, J. Dunton. – 6th edition. – Oxford-Boston : Newnes, 2007. – 590 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Роман Михайлович Панов – ведущий инженер кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: panov1982@yandex.ru.

Наталья Викторовна Прибылова – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: n.pribylova@mail.ru.

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

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 12.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Roman M. Panov, Leading Engineer, the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: panov1982@yandex.ru.

Natalia V. Pribylova, 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: n.pribylova@mail.ru.

Sergey A. Filonov, 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: filonovser@yandex.ru.

Received February 16, 2019

Accepted March 12, 2019

ВНУТРЕННИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И СИСТЕМА ИХ ОГРАНИЧЕНИЯ

Владимир Владимирович Картавец
Дмитрий Николаевич Афоничев

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В связи с усложнением структуры сельских электрических сетей 10–35 кВ и модернизацией аппаратной базы на основе современных коммутационных и защитных устройств особую актуальность приобретает задача анализа внутренних перенапряжений в сети в различных режимах ее работы. Результаты анализа имеют большое значение при решении задач выбора системы ограничения перенапряжений, обоснования уровней изоляции оборудования, отстройки устройств релейной защиты. В работе проведена классификация и анализ режимов, при которых могут быть созданы условия образования перенапряжения в линиях электропередачи и оборудовании подстанций. Предлагаются возможные меры ограничения перенапряжений. Особое внимание уделено феррорезонансным перенапряжениям, связанным с наличием в сети трансформаторов напряжения как элемента, обладающего нелинейной индуктивностью, а также шинных мостов, линий электропередачи и других элементов, обладающих емкостью. Проанализирована физическая картина развития феррорезонансных явлений. Отмечено, что возможны два механизма возбуждения феррорезонансных колебаний: самовозбуждение колебаний токов и напряжений в электрической сети, содержащей параллельные ветви с нелинейной индуктивностью трансформатора и емкостью оборудования, а также механизм как результат переходного процесса, связанного с какой-либо коммутацией, например возникновения и исчезновения замыкания линии на землю. Рассмотрены методы изучения феррорезонансных процессов с помощью современных программных средств, сделаны предварительные выводы об условиях образования феррорезонансных цепей и предложены способы ограничения феррорезонансных перенапряжений. В качестве основного элемента защиты предложен нелинейный ограничитель перенапряжений. Описаны три варианта использования ограничителей: включение на шины трансформаторной подстанции вместо разрядников; заземление нейтрали электрической сети через ограничитель и установка ограничителя в разомкнутый треугольник вторичной обмотки трансформатора напряжения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электрическая сеть, перенапряжения, коммутация, трансформатор напряжения, феррорезонанс.

LIMITING SYSTEM FOR INTERNAL OVERVOLTAGES IN RURAL ELECTRICAL NETWORKS

Vladimir V. Kartavtsev
Dmitriy N. Afonichev

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Constant complication of the structure of rural electrical networks of 10-35 kV and further modernization of electrical equipment with modern switching and protective devices set the priority for profound analysis of internal overvoltages in the network at various modes of operation. The results of such analysis can be of great importance in solving the problems of choosing a system for limiting overvoltages, justifying the levels of equipment insulation, and grading of relay protection devices. The authors present the classification and analysis of modes under which conditions overvoltage in electric transmission lines and substation equipment can be generated; propose possible measures limiting the overvoltages, paying special attention to ferroresonance overvoltages generated due to the presence of voltage transformers in the network as an element of nonlinear inductance, as well as due to the presence of busbar bridges, electric transmission lines and other elements possessing capacity; analyze physical pattern of ferroresonance phenomena development; describe two possible mechanisms of ferroresonance oscillations excitation: (i) self-excitation of oscillations of currents and voltages in an electric transmission line containing parallel branches with a nonlinear inductance of a transformer and capacity, (ii) mechanism of ferroresonance oscillations excitation as a result of a transient process associated with any type of switching, for example, generation and breaking of line ground fault; consider methods for studying ferroresonance processes using modern software; draw preliminary conclusion on the conditions of

ferroresonance chains generation; propose methods for limiting ferroresonance overvoltages, i.e. propose to use nonlinear overvoltage suppressor as the main protection element; discuss three options of limiters usage: (i) switching on a transformer substation busbar instead of arresters, (ii) neutral grounding of the electric line by the limiter, (iii) installation of the limiter in the open delta of voltage transformer secondary winding.

KEYWORDS: electric line, overvoltages, switching, voltage transformer, ferroresonance.

Электрические сети представляют собой наиболее повреждаемый элемент электроэнергетической системы [1, 3, 8, 9,]. Причиной повышенной аварийности электрических сетей являются атмосферные и внутренние перенапряжения.

Ранее считалось, что для электрических сетей 6–35 кВ основное значение имели атмосферные перенапряжения. В настоящее время особую актуальность приобретают внутренние перенапряжения в связи с оснащением электрического оборудования устройствами, выполненными на современной элементной базе, которые имеют пониженный запас электрической прочности изоляции.

Для сетей номинального напряжения 220 кВ и выше также возрастает роль внутренних перенапряжений, поскольку увеличивается их кратность по отношению к номинальному напряжению и приближается к аналогичному показателю для атмосферных перенапряжений. Поэтому для обоснованного выбора уровней изоляции в электрических сетях любого класса напряжения необходимо иметь достоверную информацию о внутренних перенапряжениях [10].

Можно выделить несколько типов внутренних перенапряжений.

Перенапряжения первого типа возникают при проведении либо плановых коммутаций по сборке или разборке штатных электрических схем, либо при возникновении замыкания одной или нескольких фаз сети на землю с проведением последующих аварийных коммутаций, направленных на предотвращение или ликвидацию короткого замыкания. Этот тип перенапряжений называют коммутационными перенапряжениями.

Второй тип перенапряжений носит название дуговых, поскольку возникает при дуговых замыканиях в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью.

К третьему типу относятся феррорезонансные перенапряжения, сопровождающие специфические режимы, связанные с наличием в электрических сетях нелинейных силовых и измерительных трансформаторов.

Коммутационные перенапряжения носят кратковременный характер, в то время как дуговые и феррорезонансные имеют большую продолжительность по времени.

Система защиты от коммутационных перенапряжений построена на использовании как аппаратных средств, так и противоаварийной автоматики. Под аппаратными средствами понимаются вентильные разрядники, ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН), предвключаемые и шунтирующие активные сопротивления, которыми оснащаются выключатели. К средствам противоаварийной автоматики и релейной защиты относится автоматическое повторное включение (АПВ), дополненное в отличие от традиционного АПВ автоматикой, реализующей оптимальную последовательность порядка включения фаз линии электропередачи после ликвидации аварии в сети.

Для распределительных электрических сетей 6–35 кВ, а также питающих сетей напряжением 110–220 кВ используются преимущественно вентильные разрядники, установленные на подходах к подстанциям и у силовых трансформаторов.

В сетях высокого напряжения совместное использование разрядников и предвключаемых сопротивлений позволило удовлетворительно решить задачу ограничения коммутационных перенапряжений [5, 7]. Внедрение ОПН с улучшенными характеристиками по сравнению с разрядниками позволяет значительно повысить эффективность уже имеющихся систем ограничения перенапряжений, т. е. увеличить надежность системы электроснабжения потребителей, повысить ресурс предвключаемых и шунтирующих сопротивлений выключателя.

Дополнительное снижение уровней перенапряжений в электрических сетях достигается за счет модернизации автоматики ликвидации коротких замыканий. Как известно, АПВ предполагает отключение релейной защитой аварийной линии электропередачи, выдержку в таком состоянии схемы в течение времени, достаточном для самоликвидации дуги переменного тока, возникающей между поврежденной фазой или фазами и землей, и последующее включение линии. Сигнал на включение фаз линии подается одновременно на все выключатели. При этом возникают существенные кратности перенапряжения, представляющие опасность для линейной и подстанционной изоляции и приводящие к быстрому расходованию ресурса разрядников и ОПН. Модернизация АПВ предполагает формирование определенного порядка чередования включения фаз, при котором возникают перенапряжения с минимальной кратностью.

Наиболее простым для технической реализации представляется «программированное включение» электропередачи при двухстороннем ее питании от систем различной мощности. К минимальным перенапряжениям приведет включение линии в первую очередь со стороны системы большей мощности, т. е. характеризующейся меньшей величиной эквивалентного реактивного сопротивления. Сигнал на подключение второго конца линии выдается с задержкой времени, достаточной для затухания переходного процесса, вызванного первой коммутацией [5, 7, 9].

Дальнейшее совершенствование «программированного включения» электропередачи заключается во введении задержки включения каждой фазы по отношению к включению предыдущей фазы на время, достаточное для затухания переходного процесса. Каждое включение фазы происходит в практически установившемся режиме, что существенно снижает уровни коммутационных перенапряжений. Отметим, что «программированное включение» применимо и к плановой коммутации включения линии электропередачи.

Дополнительные возможности ограничения перенапряжений открываются и при однофазном автоматическом повторном включении (ОАПВ). ОАПВ позволяет расширить возможности управления коммутацией в области выбора момента включения выключателя, отвечающего минимуму биений напряжения в бестоковой паузе на его контактах [5].

Таким образом, современные системы ограничения перенапряжений, основанные на совместном использовании как аппаратных средств, так и средств противоаварийной автоматики, позволяют эффективно ограничить коммутационные перенапряжения до допустимых уровней.

Феррорезонансные явления представляются наиболее опасными для сельских электрических сетей 6–35 кВ, поскольку они сопряжены, как правило, с высокими значениями токов, длительно существующих в этих режимах и разрушающих электрическую изоляцию аппаратов в результате термического воздействия.

Меры ограничения коммутационных перенапряжений, принятые в сетях этого класса напряжений, не могут предотвратить феррорезонанс, поэтому необходимы специальные меры борьбы с ним. В настоящее время вся защита от подобных перенапряжений сводится к перечню схемных мероприятий, позволяющих исключить возможность появления в процессе оперативного переключения электрических схем, предрасположенных к развитию феррорезонансных явлений. Но подобное мероприятие не может исключить ошибки персонала или аварийные ситуации, приводящие к опасным схемам.

Более надежным средством подавления феррорезонанса является оснащение трансформаторов напряжения активными сопротивлениями, включенными во вторичные обмотки. Величина активного сопротивления лежит в пределах от 25 до 6,25 Ом.

Но необходимость выполнения переключений во время процесса на вторичной обмотке для изменения величины этого сопротивления является существенным недостатком данного способа.

Установка дополнительного сопротивления в первичную обмотку трансформатора напряжения номиналом от 2000 до 8000 Ом представляется слишком дорогостоящим мероприятием.

В связи с отсутствием в настоящее время надежных средств ограничения феррорезонансных перенапряжений проблема их разработки приобретает несомненную актуальность.

Физическая картина развития феррорезонансных явлений в сетях с электромагнитным трансформатором напряжения достаточно подробно изложена в научной литературе [5, 9, 10]. Основные ее положения сводятся к следующему.

Возможны два механизма возбуждения феррорезонансных колебаний.

К первому типу относится случай самовозбуждения колебаний токов и напряжений в электрической сети, содержащей параллельно или последовательно включенные между собой емкость шин или линии [2] и нелинейную индуктивность трансформатора. Эти элементы образуют колебательный контур, настроенный на некоторый ряд частот, поскольку индуктивность изменяется по величине в зависимости от напряжения и тока. Процесс возникновения колебаний некоторой частоты можно объяснить с помощью сведения нелинейной индуктивности к линейному элементу с переменными параметрами. Величина индуктивности изменяется с частотой в два раза большей, чем частота приложенного напряжения. Следовательно, при возникновении колебаний напряжения даже небольшой амплитуды с частотой $n\omega$ и изменении параметров с частотой $2n\omega$ в электрической сети могут сложиться условия для длительного существования $n\omega$ -гармонической составляющей тока и напряжения.

Качественно условия существования n -ой гармоники выглядят следующим образом:

- осуществлено глубокое насыщение трансформатора;
- настройка в резонанс линейной части схемы на частоту меньше $n\omega$, для чего входное сопротивление схемы должно иметь емкостной характер;
- схема должна иметь малые потери.

Ко второму типу механизма развития феррорезонансных колебаний относится появление его как результат переходного процесса, связанного с какой-либо коммутацией, например, возникновение и исчезновение замыкания фазы линии на землю. При коммутации в сети перенапряжения достигают существенных величин, что приводит к дополнительному насыщению магнитной системы трансформатора и, следовательно, возникновению предпосылок к настройке колебательного контура на одну из частот изменения индуктивности трансформатора. При выполнении условий существования n -ой гармоники в электрической цепи могут возникать и длительно существовать высшие четные и нечетные гармоники, а также некоторые субгармоники.

Были проведены исследования феррорезонансных явлений применительно к обоим типам их развития в сельских электрических сетях 10–35 кВ [6]. Аналитический расчет переходного процесса в трехфазных нелинейных схемах является весьма сложной задачей, поэтому вычислительные эксперименты проводились с использованием программного комплекса «Micro-CAP-3» (Spectrum Software, Великобритания).

Рассмотрим режим возникновения замыкания на землю с последующим его исчезновением в сети 10 кВ. Схема замещения электрической сети приведена на рисунке. Сопротивление R_2 (2840 Ом) и LN моделируют нелинейный трансформатор напряжения, характеристика намагничивания которого приведена в литературе [4]. Емкость

оборудования подстанции и отходящих линий электропередачи учтена в схеме параметром C , величина которого изменялась в широких пределах: от 100 пФ (емкость между витками первичной обмотки трансформатора) до 10 мкФ. Величина сопротивления R составляет порядка 1 Ом.

Предполагается возникновение и ликвидация замыкания на землю в одной из фаз. Переменными параметрами являются время погасания дуги T_d и емкость C .

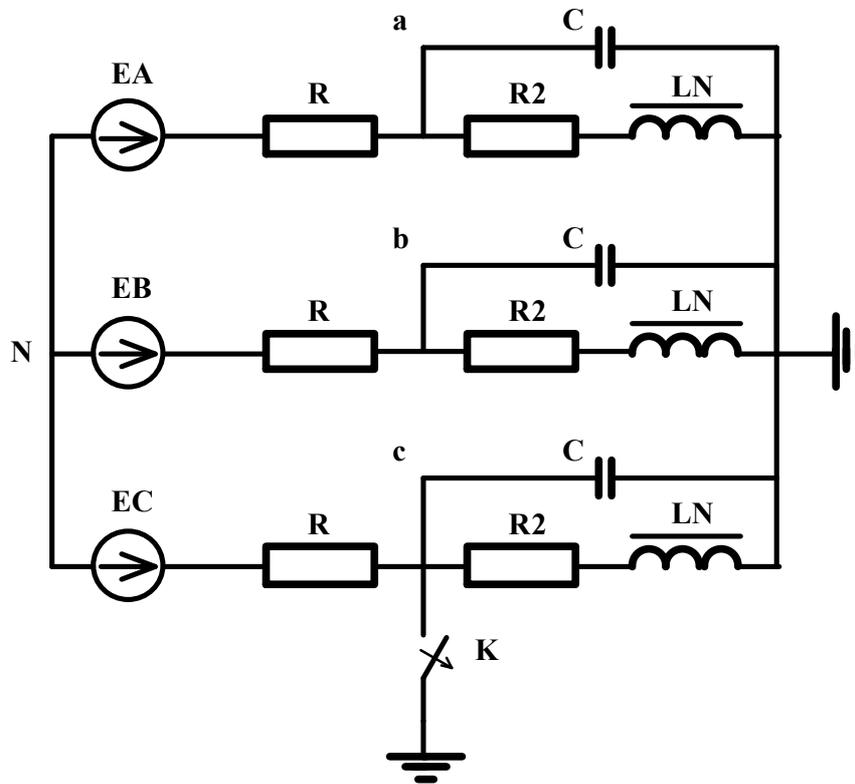


Схема замещения электрической сети для моделирования феррорезонансных явлений

Установлено, что условие развития феррорезонанса в сетях с изолированной нейтралью предполагает наличие на одну фазу трансформатора напряжения емкости подстанционного оборудования до 80 нФ [6].

На основании проведенных исследований условий возникновения феррорезонанса и оценки величин перенапряжений и токов, сопровождающих это явление, можно предложить несколько вариантов системы защиты электротехнического оборудования. Установленные на фазах линии вентильные разрядники не могут быть использованы для этих целей, поскольку затруднена координация их характеристик с уровнями феррорезонансных напряжений.

В качестве основного элемента защитной системы может быть предложен нелинейный ограничитель перенапряжений со стандартными параметрами ОПН-10.

Расчеты перенапряжений были проведены применительно к схеме с одним трансформатором напряжения и емкостью $C = 50$ нФ.

Первый вариант системы ограничения перенапряжения основан на замене вентильных разрядников на ОПН, установленных на шинах подстанции. Подобная система позволяет за весьма непродолжительный промежуток времени (5–6 периодов промышленной частоты) полностью подавить перенапряжения на нейтрали силового транс-

форматора и свободную составляющую фазных напряжений. Таким образом, ОПН, установленные на шинах подстанции, позволяют эффективно защитить трансформаторы напряжения и остальное оборудование сети от феррорезонансных перенапряжений.

Второй вариант системы защиты предполагает заземление нейтрали электрической сети через ОПН стандартной конструкции. Как следует из результатов расчета, напряжение на нейтрали сети несколько снижается по сравнению с напряжением в сети без ОПН, а на фазах – приближается к симметричному режиму. Однако действие ОПН нельзя признать удовлетворительным, т. е. такая система защиты не обладает достаточной эффективностью и требует дальнейшего совершенствования путем использования в нейтрали ОПН с глубоким уровнем ограничения перенапряжений. В этом случае необходимо решать вопрос о возможности работы ОПН в режиме металлического замыкания в сети на землю. Известно, что в этом режиме напряжение смещения нейтрали сети достигает фазного, от которого и должен быть отстроен ОПН с глубоким уровнем ограничения перенапряжений. Если не принимать мер по экстренному отключению поврежденной линии, то ОПН быстро израсходует свой ресурс и выйдет из строя.

Третий вариант системы ограничения перенапряжений предполагает установку ОПН в разомкнутый треугольник вторичной обмотки трансформатора напряжения. По эффективности эта мера подобна варианту с ОПН на шинах подстанции, но имеет ряд преимуществ:

- позволяет снизить количество ОПН с трех на каждой секции шин, имеющих трансформатор напряжения, до одного аппарата, установленного в треугольник трансформатора напряжения;

- позволяет получить существенную экономию за счет более дешевого ОПН, выполненного на низкий класс напряжения.

В нормальном режиме работы сети ОПН имеет высокое сопротивление, разрывающее вторичную обмотку трансформатора напряжения. В случае возникновения феррорезонансных перенапряжений ОПН за счет своей нелинейной характеристики уменьшает сопротивление, что приводит к ограничению перенапряжений и срыву явления феррорезонанса.

При всех положительных чертах данного способа ограничения перенапряжений следует иметь в виду, что в этом случае, как и при ОПН в нейтрали сети, необходимо координировать параметры нелинейного ограничителя с работой релейной защиты при ликвидации однофазного замыкания на землю, т.е. обеспечить возможность отстройки ОПН от длительного режима замыкания в сети.

Выводы

1. В электрических сетях 10–35 кВ проходящее замыкание фазы на землю может привести к развитию феррорезонансных перенапряжений при величине емкости линии и оборудования на один комплект трансформатора напряжения порядка до 80 нФ и соответствующих условиях погасания дуги переменного тока.

2. Для ограничения феррорезонансных перенапряжений можно предложить один из следующих способов:

- включение ОПН стандартных параметров на шины подстанции вместо разрядников;

- включение ОПН, выполненного на уровень ограничения несколько более низкий, чем фазное напряжение, в нейтраль силового трансформатора;

- включение ОПН во вторичную обмотку трансформатора напряжения.

Окончательный выбор одной из систем защиты может быть проведен после дополнительного исследования условий эксплуатации ОПН в этих схемах и сравнительного технико-экономического анализа вариантов.

Библиографический список

1. Афоничев Д.Н. Особенности автоматизации проектирования систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, И.А. Кекух // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 152–158.
2. Вольнов К.Д. Результаты измерения входной емкости электрооборудования 6-750 кВ / К.Д. Вольнов, А.В. Созинов, Ф.Х. Халилов // Электрические станции. 1982. – № 9. – С. 60–61.
3. Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 715 с.
4. Дударев Л.Е. Численный анализ феррорезонансных процессов в сетях с изолированной нейтралью // Электрические станции. – 1991. – № 1. – С. 35–36.
5. Кадомская К.П. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них / К.П. Кадомская, Ю.А. Лавров, А.А. Рейхердт. – Новосибирск : НГТУ, 2004. – 319 с.
6. Картавец В.В. Разработка системы ограничений феррорезонансных перенапряжений в электрических сетях / В.В. Картавец, В.Б. Фурсов, Е.С. Цеджинов // Электромеханические устройства и системы : межвузовский сб. науч. тр. – Воронеж : ВГТУ, 1996. – С. 98–103.
7. Координация изоляции и перенапряжений в электрических высоковольтных сетях / В.И. Гуль, В.И. Нижевский, И.В. Хоменко, С.Ю. Шевченко, В.А. Чевычелов. – Харьков : ЭДЭНА, 2009. – 270 с.
8. Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва : БИБИКОМ: ТРАНСЛОГ, 2015. – 657 с.
9. Перенапряжения в сетях 6–35 кВ / Ф.А. Гиндуллин, В.Г. Гольдштейн, А.А. Дульзон, Ф.Х. Халилов. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 191 с.
10. Тиходеев Н.Н. Изоляция электрических сетей / Н.Н. Тиходеев, С.С. Шур. – Ленинград : Энергия, Ленинградское отделение, 1979. – 302 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Владимирович Картавец – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Дмитрий Николаевич Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 08.02.2019

Дата принятия к печати 26.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir V. Kartavtsev, 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: et@agroeng.vsau.ru.

Dmitriy N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Received February 08, 2019

Accepted February 26, 2019

СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА СВИНИНЫ В РЕГИОНАЛЬНОМ АПК

Константин Семенович Терновых
Ольга Ивановна Кучеренко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью исследования является оценка современного состояния организации производства и определение экономической эффективности функционирования отрасли свиноводства в Воронежской области. Использовались следующие методы исследования: экономико-статистический, расчетно-конструктивный, сравнения и др. Показано, что свиноводство области в последнее время характеризуется интенсивным ростом и динамичным развитием. За анализируемый период производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий увеличилось на 22,3%. В рейтинге субъектов Российской Федерации, производящих свинину, Воронежская область занимает пятое место, третье место – по поголовью свиней. Приводятся данные о том, что в 2017 г. продуктивность свиней в сельскохозяйственных организациях области была на 6,4 и 4,0% выше, чем в среднем по Российской Федерации и ЦФО. Установлено, что основной вклад в развитие свиноводства региона вносят три компании интегрированного типа (ГК «Агроэко», Верхнехавский агрохолдинг, ГК АПК «ДОН»), отличительной особенностью деятельности которых является производство продукции с законченным оборотом стада, создание собственной кормовой базы и генетических центров, организация убойных цехов и мясопереработки. Отмечено, что развитие интеграционных процессов, внедрение ресурсосберегающих технологий, автоматизация большинства выполняемых процессов, использование генетического потенциала животных позволяют свиноводческим предприятиям области осуществлять рентабельное производство. Сделан вывод о том, что насыщение рынка свиноводческой продукцией может привести к падению эффективности производства из-за снижения цен реализации, поэтому в сложившихся условиях особое значение приобретает снижение затрат на выращивание свиней за счет организации собственного высокотехнологичного комбикормового производства, использования рецептуры с пониженным содержанием фуражного зерна, а также включения белковых компонентов и микробиологических добавок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: свиноводство, Воронежская область, агрохолдинги, продуктивность, эффективность производства, себестоимость продукции.

THE STATUS AND EFFICIENCY OF ORGANIZATION OF PORK PRODUCTION IN THE REGIONAL AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Konstantin S. Ternovykh
Olga I. Kucherenko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The objective of this study was to assess the current state of organization of production and to determine the economic efficiency of pig breeding industry in Voronezh Oblast. The authors used the following methods of research: the economic and statistical, computational and constructive, comparative, etc. It is shown that the region's pig production has recently been characterized by intensive growth and dynamic development. Over the period of research the production of pork in farms of all categories in terms of live weight increased by 22.3%. In the ranking of subjects of the Russian Federation Voronezh Oblast takes the fifth place in terms of pork production, and the third place in terms of livestock of pigs. It is reported that in 2017 the productivity of pigs in agricultural organizations of the region was 6.4 and 4.0% higher than the average for the Russian Federation and the Central Federal District, respectively. It has been established that the main contribution to the development of the region's pig breeding is made by three integrated companies (GK Agroeko, Verkhnekhavsky Agricultural Holding, and GK APK DON). Their distinctive feature is the production with closed herd turnover, creation of their own forage base and genetic centers, organization of slaughterhouses and meat processing. It is noted that the development of integration processes, the introduction of resource-saving technologies, the automation of most processes being performed, and the use of genetic potential of animals allow the pig-breeding enterprises in the Oblast to carry out profitable production. It is concluded that saturation of the market with pig products can lead to a drop in production efficiency due to lower sales prices. Therefore, in the current conditions it is of particular importance to reduce the cost of raising pigs by organizing on-site high-tech production of mixed feeds, using the formulations with reduced feed grain content, and adding protein components and microbiological additives.

KEYWORDS: pig breeding, Voronezh Oblast, agricultural holdings, productivity, production efficiency, costs of production.

Свиноводство Воронежской области в последнее время демонстрирует интенсивный рост и динамичное развитие. В рейтинге субъектов Российской Федерации область занимает пятое место по производству свинины [11]. поголовье свиней в 2017 г. превысило 1 млн голов (третье место в России) [5].

За анализируемый период производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий области увеличилось на 22,3% (табл. 1). Резкое сокращение производства мяса наблюдалось только в 2014 г., что связано с распространением африканской чумы свиней (АЧС). От этого вируса пострадали крупные свиноводческие комплексы Воронежской области, такие как ЗАО Агрокомбинат «Николаевский», ООО «Агроресурс-Воронеж» и другие.

Таблица 1. Показатели развития свиноводства Воронежской области

Показатели	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
Поголовье свиней в хозяйствах всех категорий, тыс. гол.	510,3	504,6	638,6	713,8	1169,3
Производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий, тыс. т	149,2	98,0	111,6	146,5	182,5
в т. ч. в сельхозорганизациях	87,5	82,2	97,6	133,0	170,7
Удельный вес сельскохозяйственных организаций в производстве свинины, %	58,6	83,9	87,5	90,8	93,5
Удельный вес свинины в общем объеме производства скота и птицы в живом весе, %	40,1	30,5	28,5	38,3	43,4

Источник: [4].

В структуре производства ведущую роль играют сельскохозяйственные организации, доля которых в общем объеме постоянно растет, достигнув в 2017 г. 93,5%. Необходимо отметить, что данной категорией хозяйств за 2013–2017 гг. был получен наибольший прирост свинины – 83,2 тыс. т (95,1%). Хозяйства населения области производят всего лишь 6,4% мяса свиней. При этом с каждым годом наблюдается устойчивая тенденция снижения их доли в выращивании продукции свиноводства, что связано с распространением АЧС и вытеснением их с рынка крупными агрохолдингами, которые имеют преимущества по себестоимости и цене реализации.

Вместе с тем сложившаяся ситуация уже в ближайшее время может оказать отрицательное влияние на рынок сельскохозяйственной продукции, в том числе отразиться на качестве свинины. Также нельзя забывать о том, что мелкие и средние товаропроизводители обеспечивают рабочими местами основную часть сельского населения в небольших муниципальных образованиях. Поэтому с целью обеспечения сохранения традиционного уклада жизни и занятости на отдельных сельских территориях целесообразно развивать малые формы хозяйствования.

Следует констатировать, что интенсивное развитие свиноводства Воронежской области связано с государственной поддержкой отрасли, льготными условиями кредитования, строительством и реконструкцией свиноводческих ферм и комплексов, совершенствованием кормовой базы и селекционно-племенного потенциала [7].

Исследованиями установлено, что основной вклад в производство свинины области вносят три компании интегрированного типа (ГК «Агроэко», Верхнехавский агрохолдинг, ГК АПК «ДОН»). Характерными особенностями деятельности предприятий такого типа являются развитие отрасли свиноводства с законченным оборотом стада, создание собственной кормовой базы, организация убойных цехов и мощностей по переработке полученной продукции. Здесь в крупных масштабах внедряются достижения научно-технического прогресса, современные ресурсосберегающие технологии, автоматизированное технологическое оборудование ведущих зарубежных фирм [6].

В 2017 г. на свинокомплексах анализируемых предприятий было размещено 840,6 тыс. голов свиней и реализовано 1189 тыс. ц свиней в живом весе, что составляло соответственно 86,6% от всего поголовья в сельскохозяйственных организациях области и 86,2% от промышленной реализации (табл. 2).

**Таблица 2. Основные предприятия-производители свинины
Воронежской области (по состоянию на начало 2017 г.)**

Наименование предприятия	Поголовье свиней		Реализовано свиней в живом весе	
	тыс. гол.	%	тыс. ц	%
ГК «Агроэко»	657,8	67,8	895,5	64,9
в том числе:				
ООО «Агроэко-Воронеж»	272,3	28,1	206,2	14,9
ООО «Агроэко-Восток»	157,0	16,2	314,3	22,8
ООО «АПК Агроэко»	228,5	23,5	375,0	27,2
Верхнехавский агрохолдинг	107,0	11,0	211,2	15,3
в том числе				
ООО «Альфа»	18,7	1,9	43,5	3,2
ООО «СГЦ»	62,4	6,4	111,9	8,1
ООО спецхоз «Вишневатский»	25,9	2,7	55,8	4,0
ООО «Донской Бекон»	75,8	7,8	82,3	6,0
Итого 3 производителя свинины	840,6	86,6	1189,0	86,2
Всего сельскохозяйственные организации Воронежской области	970,4	100,0	1380,0	100,0

Источник: рассчитано на основе годовой отчетности предприятий.

Лидирующие позиции в развитии свиноводства Воронежской области занимает агрохолдинг «Агроэко». В результате реализации инвестиционных проектов было построено 11 современных свинокомплексов, селекционно-генетический центр, а также высокотехнологичный комбикормовый завод с элеватором [2]. Продукция производится с использованием автоматизированных технологий от животных трех чистых линий европейской высокопродуктивной генетики и элитного маточного поголовья: йоркшир, ландрас и дюрок [9]. По итогам 2017 г. ГК «Агроэко» вошла в десятку лидеров-производителей свинины в Российской Федерации. Объем производства свиней на убой в живом весе составил 65% от общего промышленного производства в области. В перспективе планируется производить 150 тыс. т свинины.

Большое внимание в агрохолдинге уделяется внедрению достижений отечественной и зарубежной науки и передовой практики, что обеспечивает ресурсосбережение и безубыточность производства. В 2017 г. в Таловском районе был запущен свинокомплекс «Березовский». В ранее построенных комплексах ГК «Агроэко» площадки репродуктора, доращивания и откорма расположены друг от друга на несколько километров. СК «Березовский» – монокомплекс, объединяющий все три площадки. Он состоит из десяти цехов: племенного выращивания, осеменения, ожидания, опороса, доращивания, а также пяти цехов откорма. На предприятии внедрена современная система откорма, фиксирующая изменение веса животного за единицу времени и среднесуточный прирост в автоматическом режиме. Свиней, достигших нужного веса, трижды переводят на более дешевый корм. Если животное отстает в весе, оно получает метку и отправляется на лечение. Благодаря внедрению этой системы только одна площадка позволяет экономить около 20 млн руб. в год. Обслуживание и контроль процесса

кормления осуществляются через автоматизированную систему управления. Каждый кормовой бункер снабжен тензодатчиками, позволяющими учесть расход корма и оценить эффективность рецептур кормов и генетический потенциал животных. Новая система микроклимата регулирует температурные режимы и влажность в помещениях в зависимости от времени года, создавая оптимальные условия для получения стабильных привесов [12].

В ближайшие годы руководство агрохолдинга планирует строительство шести новых свинокомплексов и мясоперерабатывающего комбината мощностью 2,5 млн гол. свиней в год. Объем инвестиций к 2022 г. прогнозируется довести до 62 млрд руб. [1]. Таким образом, ГК «Агроэко» завершит создание замкнутого свиноводческого кластера в Воронежской области.

Верхнехавский агрохолдинг является вторым по величине производителем свинины в Воронежской области (его доля составляет 15,3% промышленного производства свинины). В состав агрохолдинга входят три свиноводческих предприятия: ООО «Альфа», ООО «СГЦ» и ООО спецхоз «Вишневатский». ООО «СГЦ» занимается разведением чистопородного поголовья свиней пород крупная белая, ландрас, дюрок (французской генетики) и производством гибридных свиней для промышленных репродукторов, продает семенной материал [13]. В 2011 г. ООО «СГЦ» был присвоен статус селекционно-генетического центра. Численность поголовья основных свиноматок на конец 2017 г. составила 3637 гол., племенных животных – 35 053 гол.

Активно развивается отрасль свиноводства в ООО «Донской Бекон» (входит в ГК АПК «ДОН»). В настоящее время введены в эксплуатацию свиноводческие комплексы «Ольшанский», «Растыкайловка» и «Тростянский». В перспективе руководство ГК АПК «ДОН» предполагает построить 10 свиноводческих комплексов мощностью 65 тыс. т товарной свинины. Завершить строительство планируется к 2022 г., объем инвестиций составит 7,5 млрд руб. [3].

За исследуемый период на сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области можно отметить устойчивое увеличение продуктивности свиней. Так, среднесуточный прирост свиней на выращивании и откорме вырос с 464 г в 2013 г. до 583 г в 2017 г. (на 25,6%), что связано с выведением мясных пород и кормлением полноценными комбикормами, обогащенными белково-витаминными добавками (табл. 3).

Таблица 3. Среднесуточный прирост свиней на выращивании и откорме, г

Регионы	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
РФ	504	544	537	543	548
ЦФО	537	580	565	565	561
Белгородская область	564	587	575	561	548
Воронежская область	464	575	491	484	583
Курская область	561	593	609	601	586
Липецкая область	505	549	533	573	584
Тамбовская область	516	640	616	626	537

Источник: [4].

При этом необходимо заметить, что в 2017 г. продуктивность свиней в Воронежской области была выше, чем в среднем как по Российской Федерации, так и по ЦФО: соответственно на 6,4 и 4,0%.

Использование высокопродуктивных генетических ресурсов, улучшение структуры рациона, применение современных систем кормления животных позволили снизить расход кормов на производство единицы продукции (табл. 4).

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 4. Расход кормов на 1 ц прироста свиней, ц к. ед.

Регионы	В хозяйствах всех категорий		В сельскохозяйственных организациях	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
РФ	3,6	3,5	3,37	3,31
ЦФО	3,12	3,04	3,0	2,94
Белгородская область	2,96	2,95	5,96	2,95
Воронежская область	3,38	3,0	3,13	2,85
Курская область	3,02	2,99	2,92	2,90
Липецкая область	3,03	3,0	2,69	2,75
Тамбовская область	3,21	3,15	2,99	2,93

Источник: [4].

В мировой практике свиноводство считается экономически выгодным, если затраты кормов по стаду не превышают 4 кг на 1 кг свинины [6]. В Воронежской области данный показатель ниже на 28,8%.

Высокая конверсия корма, хорошо выраженные мясные, откормочные и репродуктивные качества у животных способствовали устойчивому развитию свиноводства на сельскохозяйственных предприятиях регионального АПК.

Исследованиями установлено, что постоянно наращивать производство свинины и эффективно функционировать могут свиноводческие предприятия, которые входят в состав крупных интегрированных структур (агрохолдингов). Модернизация производственной базы и создание вертикально интегрированных структур, включающих в себя все элементы технологической цепочки от поля до прилавка, позволяют субъектам хозяйствования повысить свою устойчивость к различным негативным макроэкономическим факторам и показывать высокую экономическую эффективность [14]. Так, рентабельность производства свинины в ООО «Агроэко-Восток» составляет 44,4%, в ООО «АПК Агроэко» – 23,6%, в ООО спецхоз «Вишневский» – 21,6% (табл. 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность производства свинины на сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области

Показатели	ООО «Агроэко-Воронеж»	ООО «Агроэко-Восток»	ООО «АПК Агроэко»	ООО «Альфа»	ООО «СГЦ»	ООО спецхоз «Вишневский»	ООО «Донской Бекон»
2015 г.							
Полная себестоимость 1 ц живого веса, руб.	-	6601,7	7780,5	7500,9	8755,8	7981,1	7526,0
Цена реализации 1 ц, руб.	-	9253,1	9471,7	9403,0	11066,0	10420,5	9376,3
Уровень рентабельности, %	-	40,2	21,7	25,4	26,4	30,6	24,6
2016 г.							
Полная себестоимость 1 ц живого веса, руб.	7592,5	6414,2	7205,1	7682,4	7859,8	7067,1	7567,0
Цена реализации 1 ц, руб.	8647,0	8732,6	8913,9	8779,1	9057,3	8942,2	8818,5
Уровень рентабельности, %	13,9	36,1	23,7	14,3	15,2	26,5	16,5
2017 г.							
Полная себестоимость 1 ц живого веса, руб.	7919,0	6415,1	7316,9	7505,9	7688,9	7447,9	8268,0
Цена реализации 1 ц, руб.	8239,9	9260,7	9043,8	8831,6	9027,2	9058,3	9170,4
Уровень рентабельности, %	4,1	44,4	23,6	17,7	17,4	21,6	10,9

Источник: рассчитано на основе годовой отчетности предприятий.

Следует отметить, что в ближайшем будущем в товарном свиноводстве наступит перенасыщение и возможно падение эффективности производства из-за снижения цен реализации. Поэтому в сложившихся условиях особое значение приобретает снижение себестоимости.

В структуре затрат на производство свинины наибольший удельный вес занимают корма, в связи с этим все элементы технологии должны быть направлены на повышение эффективности использования кормов и уменьшение их стоимости. В сельскохозяйственных организациях Воронежской области затраты на корма в 2017 г. составляли 54,3%, из них собственного производства всего лишь 29,2%. Как известно, основу кормового рациона в свиноводстве составляют комбикорма. Несмотря на рекордный урожай и падение цен на зерно, стоимость комбикормов остается достаточно высокой, что связано с применением импортных дорогостоящих биологически активных веществ и витаминов [8]. При этом в составе отечественных комбикормов преобладает зерно (до 70%), в то время как в странах Евросоюза этот показатель не превышает 45–50% [10]. В этих странах широко используются зернобобовые, жмыхи и шроты, побочные продукты пищевой и перерабатывающей промышленности. Из-за высокого содержания зерновых в отечественных комбикормах имеет место несбалансированность как по содержанию белка, так и по аминокислотному составу. Поэтому в настоящее время одной из главных задач является производство полнорационных комбикормов по рецептам, содержащим меньшую долю фуражного зерна за счет включения белковых компонентов и микробиологических добавок.

Крупные агрохолдинги области для обеспечения свиноголовья собственными кормами вкладывают инвестиции в строительство собственных комбикормовых заводов. Среди реализованных проектов следует выделить современный высокотехнологичный комбикормовый завод ГК «Агроэко» в Таловском районе, который централизованно снабжает свиноккомплексы кормами. Это позволяет отслеживать качество и безопасность как входящего зерна, так и вырабатываемых комбикормов. На заводе внедрена новая программа автоматизации технологического процесса Van Aarsen, которая позволяет не только контролировать каждый этап производства, но и предоставляет информацию рекомендательного характера. Кроме того, имеется возможность совместить многие программы, в том числе бухгалтерский учет, который включает приход и расход сырья и объем комбикорма. Завод может производить 290 тыс. т кормов в год [9]. В агрохолдинге используют рецептуры собственной разработки в зависимости от породы свиней и направления продуктивности. В ближайших планах агрохолдинга – запуск комбикормового завода в Павловском районе, инвестиции в строительство которого составили 2,6 млрд руб. Мощность завода 20 т/час комбикормов для взрослых животных и 5 т/час престартерных комбикормов. Проектом предусмотрено последующее увеличение мощности до 40 т/час [2].

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Во-первых, за анализируемый период производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий Воронежской области увеличилось на 22,3%, что связано с государственной поддержкой отрасли, льготными условиями кредитования, строительством современных свиноводческих комплексов. В рейтинге субъектов Российской Федерации область занимает пятое место по производству свинины.

Во-вторых, большую часть областного объема свинины производят три компании интегрированного типа (ГК «Агроэко», Верхнехавский агрохолдинг, ГК АПК «ДОН»), спецификой которых является производство продукции с законченным оборотом стада, создание собственной кормовой базы, генетических центров, организация убойных цехов и мясопереработки.

В-третьих, развитие интеграционных процессов, внедрение ресурсосберегающих технологий, автоматизация большинства выполняемых работ, использование генетического потенциала животных позволяют свиноводческим предприятиям области осуществлять рентабельное производство.

В-четвертых, насыщение рынка свиноводческой продукцией может привести к снижению эффективности производства из-за падения цен реализации. Поэтому в сложившихся условиях особое значение приобретает уменьшение затрат на выращивание свиней путем организации собственного высокотехнологичного комбикормового производства, используя рецепты, содержащие меньшую долю фуражного зерна за счет включения белковых компонентов и микробиологических добавок.

Библиографический список

1. «Агроэко» инвестирует 62 млрд рублей в свои Воронежские проекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/30870-agroeko-investiruet-62-mlrd-rublej/> (дата обращения: 07.12.2018).
2. Агроэко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroeco.ru/Pages/index.asp> (дата обращения: 08.10.2018).
3. АПК «ДОН» запустил два новых свиноккомплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/29326-apk-don-zapustil-dva-novykh-svinokompleksa/> (дата обращения: 23.11.2018).
4. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (дата обращения: 23.11.2018).
5. Итоги социально-экономического развития Воронежской области за январь-декабрь 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://econom.govvrn.ru/its/monitoring-sotsilno-ekonomicheskogo-gazvitiya> (дата обращения: 28.11.2018).
6. Кучеренко О.И. Организационно-экономические аспекты развития свиноводства : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / О.И. Кучеренко. – Воронеж, 2009. – 172 с.
7. Кучеренко О.И. Состояние и тенденции развития свиноводства в ЦЧР / О.И. Кучеренко, Е.В. Попкова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1–2 (40–41). – С. 237–241.
8. МПА: «Комбикорма-2017» (Экономика, Новости, прогнозы) // Комбикорма. – 2017. – № 7–8. – С. 6–9.
9. Новый завод «Агроэко»: на первом плане биобезопасность // Комбикорма. – 2016. – № 1. – С. 45–50.
10. Отечественному комбикорму не хватает компонентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/342548/> (дата обращения: 28.05.2018).
11. Прогноз социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочную перспективу до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.govvrn.ru/sites/default/files/docprav386-1805218.pdf> (дата обращения: 08.10.2018).
12. Современный подход в выращивании свиней от ГК «Агроэко» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agramik.ru/news/sovremennyy-podhod-v-vyravivanii-svinej-ot-gk-agrojeko~4849/> (дата обращения: 07.12.2018).
13. Терновых К.С. Интеграционные процессы в животноводстве: состояние и пути совершенствования / К.С. Терновых, А.А. Измаков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (36). – С. 336–343.
14. Тихомиров А.И. Свиноводство России в современных экономических условиях / А.И. Тихомиров // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2016. – № 20 (25). – С. 90–98.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Константин Семенович Терновых – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Ольга Ивановна Кучеренко – 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 22.12.2018

Дата принятия к печати 24.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Konstantin S. Ternovykh, Doctor of Economic Sciences, Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Head of the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Olga I. Kucherenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Received December 22, 2018

Accepted January 24, 2019

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАРАЩИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ СКОТОВОДСТВА

Андрей Валерьевич Улезько
Евгения Петровна Рябова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Исследуются приоритетные направления создания системных экономических условий преодоления кризиса развития отечественного скотоводства, в частности: обеспечение добросовестной конкуренции на рынке молока и молочной продукции, равного доступа к средствам государственной поддержки отрасли и кредитным ресурсам всех форм крупного, среднего и малого агробизнеса; предоставление налоговых льгот хозяйствующим субъектам, реализовавшим проекты по строительству новых или реконструкции старых комплексов и ферм с целью стабилизации их финансового положения; развитие производственной и рыночной инфраструктуры скотоводства, стимулирующих стабилизацию и увеличение поголовья крупного рогатого скота в малых формах хозяйствования; активизация селекционно-генетической работы, направленной на повышение продуктивного потенциала крупного рогатого скота и его адаптационных свойств к различным природно-климатическим и организационно-экономическим условиям содержания, выхода телят в расчете на 100 голов маточного поголовья, удлинение сроков производственной эксплуатации коров и снижение затрат на воспроизводство основного стада; повышение продуктивности естественных кормовых угодий и удешевление рационов кормления крупного рогатого скота; ускоренная модернизация технико-технологической базы отрасли; разработка мер государственной поддержки кооперации, интеграции и разделения труда в молочном и мясном скотоводстве; стимулирование роста спроса на молоко и мясо крупного рогатого скота за счет роста доходов населения и пропаганды здорового питания. Делается вывод о том, что отрасль способна стать драйвером развития аграрного сектора многих регионов РФ, оказать положительное влияние на структуру посевных площадей и повышение устойчивости агроландшафтов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: скотоводство, молочное скотоводство, мясное скотоводство, потенциал развития, рынки продукции скотоводства.

PRIORITY DIRECTIONS OF EXPANDING THE POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF CATTLE BREEDING

Andrey V. Ulez'ko
Eugenia P. Ryabova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The article examines the priority directions aimed at creating systemic economic conditions for overcoming the crisis in the development of domestic cattle breeding. These directions include ensuring fair competition in the market of milk and dairy products; equal access to the means of governmental support for the industry and credit resources for all forms of large, medium and small agribusiness; and tax privileges for economic entities that have implemented projects for the construction of new or renovation of old complexes and farms in order to stabilize their financial condition. The production and market infrastructure of cattle breeding should be developed to promote the stabilization and growth of cattle stock in small farms. Selective genetic work should be enhanced to increase the productive potential of cattle and its adaptive properties to various climatic, organizational, and economic conditions, increase the calf crop per 100 heads of breeding stock, lengthen the terms of production operation of cows, and reduce the costs of reproduction of the main herd. The priority directions also include increasing the productivity of natural forage lands, reducing the cost of feeding rations for cattle, and accelerated modernization of technical and technological base of the industry. It is necessary to develop the measures of governmental support for cooperation, integration and division of labor in dairy and beef cattle breeding, and stimulating the growth of demand for milk and meat of cattle due to the growth of income of the population and promotion of healthy nutrition. It is concluded that this industry can become the driver for the development of the agrarian sector in many regions of the Russian Federation. It can also have a positive effect on the structure of cultivated lands and increase the sustainability of agricultural landscapes.

KEYWORDS: cattle breeding, dairy cattle breeding, beef cattle breeding, potential of development, markets of cattle breeding products.

Потенциал развития скотоводства как отрасли сельскохозяйственного производства определяется совокупным воздействием макроэкономических факторов, условий, формирующихся на уровне отдельных регионов, производственными и финансовыми возможностями хозяйств различных категорий и их конкурентоспособностью на рынках продукции скотоводства.

Для создания системных макроэкономических условий преодоления кризиса развития скотоводства необходимо:

- обеспечить добросовестную конкуренцию на рынке молока, создав действенные барьеры на пути массовых фальсификаций молочной продукции с использованием жиров растительного происхождения;

- обеспечить равный доступ к средствам государственной поддержки отрасли и кредитным ресурсам всех форм крупного, среднего и малого агробизнеса и различного рода кооперативных формирований;

- с учетом длинных сроков окупаемости инвестиционных проектов в скотоводстве предоставить на срок до 7 лет налоговые льготы хозяйствующим субъектам, реализовавшим проекты по строительству новых или реконструкции старых комплексов и ферм с целью стабилизации их финансового положения;

- разработать программы развития производственной и рыночной инфраструктур скотоводства, стимулирующих стабилизацию и увеличение поголовья крупного рогатого скота в малых формах хозяйствования, в том числе в хозяйствах населения предпринимательского типа;

- активизировать селекционно-генетическую работу, направленную на повышение продуктивного потенциала молочного и мясного стада крупного рогатого скота и его адаптационных свойств к различным природно-климатическим и организационно-экономическим условиям;

- стимулировать рост спроса на молоко и мясо крупного рогатого скота за счет роста доходов населения и пропаганды здорового питания и др.

Действительно, массовая фальсификация молочной продукции становится существенным ограничителем потенциала развития молочного скотоводства. Даже лидеры молочного рынка Российской Федерации не в состоянии конкурировать с фальсификаторами, использующими при производстве продукции не натуральное или сухое молоко, а более дешевые жиры растительного происхождения.

Специалисты Национального союза производителей молока «Союзмолоко», составляя ежегодный молочно-жировой баланс и сопоставляя количество жиров, содержащихся в сыром молоке, произведенном в Российской Федерации, с массой жиров, содержащихся в конечной молочной продукции, отмечают, что порядка 6–7% молочных жиров заменяются жирами растительного происхождения [8], обуславливая незаконное удешевление фальсифицированной молочной продукции и потерю доходов законопослушных производителей молока и продуктов его переработки. Нерешенность проблемы наличия фальсификатов на рынке молочной продукции существенно ослабляет доверие конечных потребителей к отрасли в целом и реально влияет на снижение эффективности функционирования добросовестных производителей и переработчиков молока. Некоторые исследователи [20] акцентируют внимание еще на одной отрицательной тенденции, связанной с тем, что проблемы с конкурентоспособностью начали испытывать даже фальсификаторы молочной продукции, использующие для замещения молочного жира продукты, полученные на основе натуральных пальмовых масел, поскольку еще более существенное удешевление продукции обеспечивает применение различных суррогатов, создающихся на базе гидрогенизированных жиров, содержащих крайне опасные для здоровья человека трансжиры.

Если учесть, что для натуральной молочной продукции применяется ставка НДС в размере 10%, вместо действовавшей до 2019 г. ставки НДС на молочные продукты, содержащие растительные жиры, в размере 18%, то, по оценке главы Россельхознадзора С. Данкверта, федеральный бюджет РФ терял в год 10–17 млрд руб. [12].

Стремление переработчиков молока к максимально возможному удешевлению продукции даже за счет резкого снижения ее качества связано со снижающимся уровнем реальных доходов населения, недоступностью качественных молочных продуктов для значительной части населения страны и устойчивым ростом себестоимости сырого молока.

Следует также обратить внимание на ужесточение требований к качеству молока. С вступлением в силу в 2017 г. изменений ГОСТа «Молоко коровье сырое. Технические условия», например, для молока высшего сорта количество соматических клеток не может быть выше чем 250 тыс. на один кубический сантиметр (до принятия этих изменений критический уровень данного показателя составлял 400 тыс./см³). Повышение требований к качеству молока объективно обуславливает необходимость пересмотра требований к технологиям содержания скота, используемому оборудованию и др.

В настоящее время государство отдает явное предпочтение развитию крупных молочных комплексов и так называемых «мегаферм», лишь в малой степени поддерживая строительство небольших ферм в малых сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах. При этом развитие скотоводства в хозяйствах населения не рассматривается государством в качестве точки роста сельской экономики и повышения самозанятости сельского населения, хотя в регионах с низким уровнем развития крупнотоварного производства молока и мяса крупного рогатого скота именно сектор малых форм хозяйствования производит значительную часть данных видов продукции, обеспечивая их относительно высокую конкуренцию с продукцией, завозимой из других регионов [18]. Кроме того, именно малые формы хозяйствования могут эффективно использовать естественные кормовые угодья, непривлекательные для крупного бизнеса, не допуская их деградации, зарастания мелколесьем и кустарником. С целью недопущения вывода сенокосов и пастбищ из хозяйственного оборота государство может даже оказать содействие в сохранении их продуктивных свойств. Кроме того, источником относительно дешевых кормов могут стать земли, характеризующиеся повышенным уровнем ветровой и водной эрозии, которые в целях сохранения агроландшафтов целесообразно вывести из категории пахотных земель через их трансформацию в естественные кормовые угодья.

Опыт развития отраслей с низким уровнем доходности и длительными сроками окупаемости инвестиций показал значимость для них государственной поддержки. Трансформация системы государственной поддержки развития сельского хозяйства и консолидация ряда мер государственной поддержки в рамках так называемой «единой субсидии», направляемой на содействие достижению целевых показателей региональных программ развития агропромышленного комплекса, позволили регионам самостоятельно оптимизировать пропорции распределения бюджетных средств между отраслями сельского хозяйства с учетом региональной специфики и внутренних приоритетов стратегии развития АПК. Так, например, в Воронежской области средства, полученные в рамках единой субсидии, были направлены, главным образом, на субсидирование племенного животноводства, в т. ч. крупного рогатого скота молочного и мясного направлений, и развитие таких отраслей, как мясное скотоводство, элитное семеноводство, садоводство, овцеводство и козоводство.

В рамках субсидирования развития мясного скотоводства региона в 2018 г. сельскохозяйственным организациям, крестьянским (фермерским) хозяйствам и индивидуальным предпринимателям региона с целью поддержки племенного скотоводства на

содержание одной условной головы, относящейся к племенному маточному поголовью КРС, выделялось 16,9 тыс. руб., а на одного племенного быка-производителя, оцененного по качеству потомства, – 370,0 тыс. руб. Для поддержки товарных стад мясного скота в 2018 г. размер субсидии на содержание одной головы основного стада как специализированных мясных, так помесных пород составлял 9,2 тыс. руб., а нетелей и ремонтных телок – 7,2 тыс. руб. В рамках поддержки племенного молочного скотоводства в Воронежской области в 2018 г. размер субсидии в расчете на одну условную голову племенного маточного поголовья КРС находился на уровне 11,0 тыс. руб., а племенных быков-производителей – 250,0 тыс. руб.

Также государственная поддержка молочного скотоводства осуществлялась в рамках субсидий, направляемых на повышение молочной продуктивности коров. Производители сырого молока Воронежской области, кроме хозяйств населения, в 2018 г. при условии превышения продуктивности коров в 2017 г. по сравнению с 2016 г. претендовали на получение 0,63 руб. на один килограмм реализованного молока, при сохранении уровня продуктивности – 0,56 руб., при снижении продуктивности – 0,49 руб.

Система единых субсидий позволила в определенной мере сгладить проблему концентрации субсидий в руках крупнейших сельскохозяйственных товаропроизводителей. Так, по данным В.Я. Узуна [16], входящая в состав холдинга «Мираторг» ООО «Брянская мясная компания» получила в 2016 г. 33,6 млрд руб., или более 90% от суммы всех субсидируемых государством кредитов, связанных с развитием мясного скотоводства). Доступ еще к 2,3 млрд руб. субсидируемых кредитных ресурсов был обеспечен трем компаниям в Республике Калмыкия, Калининградской и Воронежской областях, тогда как все остальные регионы в рамках данного мероприятия субсидий не получили. Аналогичная ситуация складывается и по остальным видам субсидий, направляемых на поддержку развития молочного и мясного скотоводства. Уровень концентрации государственной поддержки существенно превышает уровень концентрации производства, что не только нарушает принципы добросовестной конкуренции, создавая для крупных компаний эксклюзивные конкурентные преимущества, но и в значительной мере ограничивает потенциал развития скотоводства в средних и малых формах хозяйствования аграрной сферы, лимитируя им доступность к ограниченному объему средств государственной поддержки.

Существенным ограничителем потенциала развития молочного и мясного скотоводства является существенное отставание Российской Федерации по уровню генетического потенциала не только товарных, но и племенных стад. Системные проблемы племенной работы в скотоводстве, по мнению Е.Ю. Уваркиной [15], связаны с отсутствием единой государственной системы сплошной идентификации крупного рогатого скота; с использованием устаревшей системой оценки племенной ценности каждой головы скота и генетического материала; с отсутствием централизованной базы данных, содержащей полную информацию о племенных животных; низким уровнем контроля за достоверностью информации, предоставляемой производителями племенного материала; низким качеством государственного регулирования племенной работы.

На начало 2018 г. племенную базу отечественного молочного скотоводства представляли 22 породы молочного скота, 1230 племенных стад, в которых было сконцентрировано более одного миллиона коров. В специализированном мясном скотоводстве используется 16 пород, действует 18 селекционно-генетических центров и 780 племенных заводов, организовано 2500 племенных стад, представленных 191 тыс. голов коров [1].

В 2017 г. на закупку племенного поголовья крупного рогатого скота за рубежом в Российской Федерации было затрачено \$144,5 млн, или почти 10 млрд руб., хотя в 2013-2016 гг. наблюдалось устойчивое сокращение данного показателя (с 292,7 до 66,5 млн USD) [12]. В 2017 г. было импортировано 62,9 тыс. гол. племенного скота, тогда как в

2016 г. данный показатель находился на уровне 32,9, а в 2015 г. – 32,8 тыс. гол. Это связано, главным образом, с отменой в конце 2016 г. десятипроцентной ставки по налогу на добавленную стоимость на импорт племенных животных, что существенно снизило уровень конкурентоспособности российских племенных предприятий. При этом зависимость отечественного скотоводства от импорта племенного скота достигла уровня 43,6%. Такая ситуация еще раз подтверждает вывод о том, что существующая система племенного скотоводства пока не готова удовлетворить растущие потребности производителей молока и мяса крупного рогатого скота в племенном поголовье с высоким уровнем генетического потенциала и способного реализовать этот потенциал в условиях технико-технологической модернизации отрасли.

А. Тихомиров [14] отмечает, что в структуре импортируемого племенного крупного рогатого скота доминирует скот молочного направления, тогда как потребности в племенном скоте мясного направления практически полностью покрываются за счет собственных племенных ресурсов. Ведущая роль в структуре импорта племенного скота в РФ в 2017 г. принадлежала Нидерландам (36,8%), Германии (34,9%), Дании (14,1%) и Венгрии (10,5%). По мнению А. Тихомирова, учитывая низкий уровень средней стоимости одной импортируемой головы племенного скота – всего 133,9 тыс. руб., следует вести речь о достаточно низкой племенной ценности ввозимого скота и недостаточно высоком уровне его продуктивного потенциала.

Для наращивания потенциала развития скотоводства необходим переход к массовому использованию современных методов геномной селекции и эмбриотрансплантации, призванных повысить эффективность селекционного отбора. Технологии геномной селекции позволяют осуществлять отбор животных с лучшими качествами с момента их рождения, а использование технологии трансплантации эмбрионов обеспечивает возможность ежегодного получения от каждой коровы с высоким уровнем генетического потенциала более пятидесяти эмбрионов, которые могут быть в дальнейшем пересажены коровам-реципиентам с учетом пола будущего теленка. Повышение интенсивности селекции и сокращение интервала между поколениями создают предпосылки снижения затрат на содержание племенного стада и снижения стоимости племенного скота. В рамках формирования системы геномной селекции необходимо во всех регионах страны провести сплошное генотипирование коров с высокими продуктивными качествами и сформировать референтные популяции скота различных пород с целью повышения эффективности селекционной работы через организацию спариваний родительских пар по индивидуальным заказам. При этом и заводчики крупного рогатого скота, и владельцы товарных стад должны согласовать свое поведение на рынке племенного скота. Необходим консенсус по рациональному сочетанию пород зарубежной и отечественной селекции с учетом региональной специфики, уровня технологического развития отрасли, качества кормовой базы, уровня концентрации скота и других факторов, определяющих возможности реализации продуктивного потенциала скота различных пород и его адаптационных способностей к условиям локальных территорий. Кроме того, учитывая высокий уровень зависимости племенного скотоводства от импорта племенного скота и генетического материала, следует признать необходимость ускоренной модернизации отечественной системы организации племенной работы как в молочном, так и мясном скотоводстве.

В 2002–2017 гг. только через систему Росагролизинга в Российскую Федерацию было ввезено не менее 635 тыс. голов племенного скота стоимостью более 30 млрд руб. По мнению В. Мадисон и Л. Мадисон [10], необходимо целенаправленно переходить от ориентации на закупку импортного скота, как правило, не самого высокого качества с точки зрения продуктивного потенциала, к покупке эмбрионов от доноров с известным уровнем генетического потенциала (в том числе и скота отечественной селекции). Если

в странах Северной Америки в 2016 г. было осуществлено 268,6 тыс. пересадок эмбрионов крупного рогатого скота, в странах Европы – 116,4 тыс. то в Российской Федерации – всего 6,7 тыс. Но без государственной поддержки резко нарастить масштабы трансплантации эмбрионов на данном этапе развития отечественной генной селекции пока не представляется возможным.

С ростом интенсивности молочного скотоводства и повышением молочной продуктивности коров перед отраслью все острее встает проблема сокращения сроков производственной эксплуатации коров и существенного роста затрат на воспроизводство основного стада. Если в странах с высоким уровнем развития молочного скотоводства срок продуктивного использования коров с высоким уровнем продуктивности не превышает трех лактаций вследствие тщательной выранжировки коров в рамках активного управления стадом, то в российских условиях уже через две лактации начинают выбраковывать животных, непригодных к дальнейшей эксплуатации в силу болезней, низкой продуктивности и т. п.

Расчет окупаемости затрат, связанных с приобретением нетелей и их содержанием до перевода в основное стадо, проведенный М. Журавлевой, С. Чаргеишвили, Ю. Шмидт, Д. Абылкасымовым и Н. Сударевым [4], показал, что при уровне затрат до первого отела 189,8 тыс. руб., средней продуктивности 9000 кг в год, цены реализации 1 кг молока 28,0 руб. и себестоимости молока 17,3 руб., минимальный срок окупаемости затрат на выращивание коровы составит 2,1 лактации. При производственном использовании в течение четырех лактаций корова способна дать прибыль в размере 196,6 тыс. руб. В случаях, когда корова неспособна обеспечить необходимый уровень продуктивности после первой или второй лактации и ее приходится выбраковывать до окупаемости затрат на ее выращивание, к недополученной прибыли следует прибавлять дополнительные затраты на ремонт стада, что существенно снижает эффективность отрасли скотоводства в целом и не позволяет максимально использовать имеющийся продуктивный потенциал стада крупного рогатого скота.

Еще одна проблема развития как молочного, так и мясного скотоводства состоит в низком уровне выхода телят на 100 голов маточного поголовья. Кроме того, в молочном скотоводстве достаточно остро стоит проблема существенного превышения нормативных сроков продолжительности сервис-периода. В 2012–2016 гг. даже в племенных хозяйствах Российской Федерации средний выход телят в расчете на 100 коров не достигал 70 гол., а время сервис-периодов в некоторых регионах составляло более 150 дней (увеличение нормативной продолжительности сервис-периода (90 дней) на одни сутки эквивалентно потере около 20 кг молока) [21]. Высокий уровень яловости коров и увеличение длительности сервис-периода объективно обуславливают существенное снижение объемов производства молока и эффективности молочного скотоводства, в связи с чем задача повышения репродуктивных способностей коров относится к числу приоритетных задач, связанных с формированием и реализацией потенциала развития отрасли.

В рамках оптимального управления стадом борьба с яловостью коров является одним из эффективных инструментов повышения продуктивности стада. Если учитывать изменение продуктивности коров по фазам лактации, то необходимо признать, что для обеспечения среднего уровня объемов молока не менее 75% коров должны быть стельными к 150 дням с начала лактации, идеальным можно считать уровень в 90% [5]. В мясном скотоводстве, по мнению некоторых исследователей [19], оптимальный выход телят в расчете на 100 коров должен находиться на уровне 95–97 голов (рост данного показателя может привести к нарушению принципа сезонности отелов). В соответствии с проведенными ими расчетами критическим уровнем, не позволяющим выйти в зону убыточности отрасли, считается выход менее 75–80 телят на 100 голов коров.

Проблема повышения эффективности управления стадами крупного рогатого скота может быть успешно решена только на основе информатизации процессов управления и широкого использования цифровых технологий. В последнее время широкое распространение получили электронные системы управления стадом, представляющие собой программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие учет индивидуальных параметров сельскохозяйственных животных (продуктивность, физиологическое состояние, рационы кормления, наследственные данные и т. п.) и предоставляющие возможность комплексной оценки их свойств. Учет индивидуальных параметров скота происходит через его идентификацию на основе транспондеров, позволяющих считывать информацию с помощью специальных датчиков, устанавливаемых в различных местах, что позволяет в режиме реального времени контролировать уровень продуктивности животных и состояние их здоровья, корректировать рационы кормления и схему зооветеринарного обслуживания и др.

В настоящее время на рынке информационных решений, обеспечивающих реализацию комплекса функций по управлению стадом крупного рогатого скота, наибольшее распространение получили разработки таких зарубежных компаний, как S.A.E Afikim, WestfaliaLandtechnik и DeLaval [11]. Из отечественных разработок можно отметить информационно-технологические решения компаний «Коралл», «Сэлэкс», «Корморесурс», интегрированные с традиционными офисными приложениями и приложением «1С: Предприятие», а также разработки самой компании «1С» [9].

А.Г. Бурда и С.А. Бурда [2], исследуя совокупность требований к современным системам управления стадом, в качестве ключевых из них выделяют требования, связанные с необходимостью наряду с визуальными методами контроля за состоянием животных использовать методы контроля на основе анализа объективно измеряемых параметров; снижения влияния человеческого фактора на качество основных рабочих процессов; недопущения искажения или потери информации при ее вводе в информационные системы; формирования информационных компетенций у всех работников скотоводства; перехода от технологий «реактивного» управления к технологиям активного воздействия на управляемую подсистему; минимизацией отрицательного влияния выявленных индивидуальных особенностей скота на конечные результаты производственной деятельности.

В условиях бурного научно-технического прогресса одним из приоритетных направлений развития системы общественного производства является переход на цифровые технологии в рамках парадигмы формирования цифровой экономики. В данном контексте в научный оборот вошел термин «цифровое животноводство», трактуемый как комплекс цифровых решений, обеспечивающих устойчивый рост эффективности производства на основе широкого применения информационно-коммуникационных технологий и средств, реализующих функции контроля производственных процессов и оптимального распределения и использования ресурсов. Кроме того, цифровые технологии, в сочетании с роботизацией, позволяют обеспечить рост концентрации поголовья крупного рогатого скота, успешно разрешая вопрос о критических для оптимального управления размерах молочных ферм.

В.Н. Суровцев [13] подчеркивает, что переход к массовому использованию микроэлектронных компонентов в системах управления производственными процессами, обязательной идентификации животных на основе их чипирования, внедрение робототехники, облачных технологий, использование высокоскоростных и надежных каналов связи создает объективные условия повышения эффективности управления процессами селекционно-племенной работы, доения коров, кормоприготовления и кормораздачи, поддержания оптимальных условий содержания скота, освоения новых биотехнологий и, по сути, обеспечивает стирание границ между биологической и цифровой сферами развития скотоводства.

Дифференциация регионов по природно-климатическим и организационно-экономическим условиям развития скотоводства объективно обусловила территориальную специфику развития отрасли. Очевидно, что каждый регион, определяя потенциал развития скотоводства, учитывает совокупность следующих факторов:

- уровень благоприятности условий для разведения крупного рогатого скота молочного и мясного направлений;
- размер и уровень продуктивности сенокосов и пастбищ, плодородия пахотных земель, используемых для выращивания кормовых культур;
- достигнутый уровень эффективности различных отраслей аграрного производства и готовность отраслей молочного и мясного скотоводства выдержать конкуренцию с ними с учетом и без учета государственной поддержки;
- уровень насыщенности региональных рынков продукции скотоводства;
- существующие тенденции изменения пищевых предпочтений населения и его реальных доходов, оказывающие определяющее влияние на структуру рационов питания и размер платежеспособного спроса на молоко и молочные продукты, а также мясо крупного рогатого скота;
- структура регионального аграрного сектора и уровень концентрации поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах различных категорий;
- сложившиеся схемы внутрирегионального размещения скотоводства и места региона в системе общественного разделения труда;
- производственный потенциал предприятий по переработке молока и мяса крупного рогатого скота и уровень его использования;
- качество инфраструктурного обеспечения молочного и мясного подкомплексов агропродовольственного комплекса региона;
- тенденции изменения эпизоотической ситуации и качество системы зооветеринарного обеспечения развития скотоводства;
- финансовые возможности регионов по масштабной поддержке развития молочного и мясного скотоводства и реализации крупных инвестиционных проектов и др.

Так, например, до середины нулевых годов мясное скотоводство традиционно развивалось в регионах с высокой долей пастбищ и сенокосов в структуре сельскохозяйственных угодий (Калмыкия, Астраханская и Оренбургская области, Забайкальский край, Алтай, Бурятия и т. д.) и относительно низким уровнем продуктивности естественных кормовых угодий. С конца нулевых годов мясное скотоводство стало развиваться в таких нетрадиционных для него регионах, как Брянская, Ростовская, Воронежская области, Ставропольский край и др. Это произошло, главным образом, благодаря существенному повышению уровня государственной поддержки мясного скотоводства через принятие региональных целевых программ и вследствие практически полного перевода скота молочного направления на стойловое содержание и вывода значительной части естественных кормовых угодий из хозяйственного оборота.

По результатам Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. [7] самая высокая плотность скота мясных пород наблюдалась в Брянской области – 14,2 гол. на 100 га сенокосов и пастбищ при уровне распаханности сельскохозяйственных угодий 78,7%. На втором месте по этому показателю находилась Республика Алтай (13,3 гол.), но распаханность сельхозугодий составляла всего 7,2%. При этом доля скота мясных пород в общем поголовье крупного рогатого скота в Брянской области достигала 67,5% (выше уровень был отмечен лишь в Республиках Калмыкия и Алтай – соответственно 96,0 и 82,4%). Обеспечение в рационах кормления мясного скота относительно высокой доли дешевых кормов, получаемых с естественных кормовых угодий, является одним из важнейших условий повышения эффективности мясного скотоводства и повышения его конкурентоспособности.

Современные технологии интенсивного откорма скота мясных пород требуют использования значительных объемов кормов, получаемых в результате возделывания кормовых культур, что довольно существенно обостряет конкуренцию мясного скотоводства за пахотные земли, необходимые для формирования кормовой базы отрасли, не только с другими отраслями животноводства, но и с товарными отраслями растениеводства, обеспечивающими более высокий уровень рентабельности производства и более короткие сроки окупаемости инвестиций [17]. Именно поэтому в условиях наращивания поголовья крупного рогатого скота специализированных мясных пород и формирования генетического потенциала мясного стада государственная поддержка становится неотъемлемым атрибутом успешного развития отрасли. Лишь в случае обеспечения необходимой инерции развития отрасли и выхода ее на ожидаемые параметры ресурсы государственной поддержки могут быть перераспределены в пользу других отраслей в соответствии со стратегией развития региональных агропродовольственных комплексов. Кроме того, необходимо отметить, что эффективность мясного скотоводства определяется наличием в регионе крупных фидлотов и специализированных производств по забою мясного скота, обеспечивающих необходимые условия разделки туш, дозревания, хранения и фасовки мяса, а также его продвижения на рынок.

Все существеннее становится дифференциация регионов по уровню развития крупнотоварного производства молока. В 40 регионах РФ на начало 2018 г. доля сельскохозяйственных организаций в поголовье крупного рогатого скота составляла более 50% [3]. Число сельскохозяйственных организаций, развивающих скотоводство, за период между Всероссийскими сельскохозяйственными переписями 2006 и 2016 гг. сократилось почти в 1,75 раза (с 19,2 до 11,0 тыс.), при наблюдаемом росте концентрации поголовья [6, 7]. Если в 2006 г. на 1 сельскохозяйственную организацию приходилось 586,9 головы КРС, то в 2016 г. – уже 784,8. Рост уровня концентрации поголовья крупного рогатого скота также подтверждается падением доли сельскохозяйственных организаций с поголовьем КРС менее 500 гол. В 2016 г. в сельскохозяйственных организациях РФ с поголовьем менее 500 гол. содержалось всего 27,4% поголовья КРС сельскохозяйственных организаций, тогда как в 2006 г. данный показатель находился на уровне 40,7%. Без государственной поддержки молочного скотоводства на фермах до 500 гол. число сельскохозяйственных организаций, развивающих данную отрасль, будет уменьшаться ускоренными темпами, что обусловит не только сокращение числа рабочих мест на селе, но и приведет к росту антропогенной нагрузки на пахотные земли за счет выведения из севооборотов кормовых культур, в первую очередь многолетних трав.

Производство молока в последние годы в большинстве регионов стало устойчиво рентабельным, тогда как убытки, получаемые от производства мяса КРС, зачастую не позволяли вывести отрасль молочно-мясного скотоводства даже на уровень окупаемости. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы межхозяйственной кооперации в организации выращивания, дорастивания и откорма сверхремонтного молодняка КРС в специализированных хозяйствах. Такие откормочные предприятия при условии адекватного уровня государственной поддержки могут обеспечить рост эффективности производства говядины путем концентрации сверхремонтного поголовья и использования современных технологий его содержания, а также позволят сконцентрировать ресурсы хозяйствующих субъектов, развивающих молочное скотоводство, на производстве молока и воспроизводстве основного стада.

В качестве основных направлений наращивания потенциала развития скотоводства предлагается выделять:

- ужесточение государственного контроля за качеством молочной продукции и обеспечение добросовестной конкуренции на рынке молока и молочной продукции;

- принятие региональных программ развития молочного и мясного скотоводства с учетом специфики региона и потенциальной конкурентоспособности отраслей;
- активизацию селекционно-генетической работы, направленной на повышение продуктивного потенциала крупного рогатого скота и уровня выхода телят в расчете на 100 голов маточного поголовья;
- повышение продуктивности естественных кормовых угодий и удешевление рационов кормления крупного рогатого скота;
- обеспечение равных условий развития скотоводства в крупных средних и малых формах хозяйствования;
- ускоренную модернизацию технико-технологической базы отрасли;
- государственную поддержку кооперации, интеграции и разделения труда в молочном и мясном скотоводстве и др.

Несмотря на наличие целого спектра проблем, ограничивающих возможности формирования и эффективного использования потенциала развития молочного и мясного скотоводства, отрасль способна стать драйвером развития аграрного сектора многих регионов Российской Федерации, точкой роста сельской экономики и развития сельских территорий, источником обеспечения занятости и самозанятости сельского населения и роста их доходов, оказать положительное влияние на структуру посевных площадей и повышение устойчивости агроландшафтов.

Библиографический список

1. Амерханов Х. Племенное дело – драйвер развития животноводства / Х. Амерханов // The Dairy News – ежедневные новости молочного рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/kharon-amerkhanov-plemennoe-delo-drayver-razvitiya.html> (дата обращения: 11.12.2018).
2. Бурда А.Г. Целесообразность применения электронной системы управления молочным стадом в условиях цифровизации экономики / А.Г. Бурда, С.А. Бурда // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2018. – № 3 (23). – С. 38–43.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 11.12.2018).
4. Журавлева М.Е. Окупаемость затрат и получение дохода от импортной молочной коровы / М.Е. Журавлева, С.В. Чаргеишвили, Ю.И. Шмидт // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 7. – С. 19–21.
5. Иган К. 10 ключевых параметров мониторинга воспроизводства стада / К. Иган // Молочная компания Генетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mkg-nn.ru/index.php/vosproizvodstvo/2-uncategorised/136-10-klyuchevykh-parametrov-monitoringa-vosproizvodstva-stada> (дата обращения: 11.12.2018).
6. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года. Том 5. Книга 1. Поголовье сельскохозяйственных животных. Структура поголовья сельскохозяйственных животных // Федеральная служба государственной статистики. – Москва : ИИЦ «Статистика России», 2008. – 447 с.
7. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Том 5. Книга 1. Поголовье сельскохозяйственных животных. Структура поголовья сельскохозяйственных животных // Федеральная служба государственной статистики. – Москва : ИИЦ «Статистика России», 2018. – 450 с.
8. Карабут Т. В молоке мало молока. Фальсификатов стало меньше, говорят чиновники. Производители им не верят / Т. Карабут // Агроинвестор. – 2017. – № 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/28691-v-moloke-malo-moloka/> (дата обращения: 11.12.2018).

9. Куткова А.Н. Обзор современных информационных решений автоматизации животноводческих предприятий / А.Н. Куткова, М.А. Казьмина, Н.В. Польшакова // Молодой ученый. – 2017. – № 4. – С. 167–169.
10. Мадисон В. Трансплантация эмбрионов: хорошо забытое старое / В. Мадисон, Л. Мадисон // Животноводство России. Спецвыпуск по молочному и мясному скотоводству. – 2018. – С. 11–17.
11. Мировой рынок племенного скота и птицы // Институт анализа инвестиционной политики (МНИАП) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://мниап.рф/analytics/Mirovoj-rynok-plemennogo-skota-i-pticy/> (дата обращения: 11.12.2018).
12. Россельхознадзор заявил о потере бюджетом 10–17 млрд руб. из-за молочного фальсификата // Интерфакс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/643990> (дата обращения: 11.12.2018).
13. Суровцев В.Н. Освоение цифровых технологий как основа стратегии развития молочного скотоводства / В.Н. Суровцев // АПК: экономика, управление. – 2018. – № 9. – С. 108–117.
14. Тихомиров А. Ученый взгляд: почему племенное животноводство на импортной игле? / А. Тихомиров // Информационное агентство «Milknews» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://milknews.ru/longridy/plemennoe-zhivotnovodstvo.html> (дата обращения: 11.12.2018).
15. Уваркина Е. Первоочередные задачи в рамках дорожной карты по развитию системы племенного животноводства РФ / Е. Уваркина // The Dairy News – ежедневные новости молочного рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/uvarkina-e-pervoocherednye-zadachi-v-ramkakh-dorozh.html> (дата обращения: 11.12.2018).
16. Узун В.Я. Ограничение размера субсидий одному сельхозпроизводителю: необходимость, механизмы, последствия / В.Я. Узун // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 11. – С. 12–31.
17. Улезько А.В. Развитие ресурсной базы регионального рынка мяса крупного рогатого скота : монография / А.В. Улезько, А.В. Котарев, А.А. Тютюников. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2012. – 152 с.
18. Улезько А.В. Система управления производством молока: теория, методология, практика : монография / А.В. Улезько, А.С. Ясаков, Р.В. Подколзин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 153 с.
19. Хазипов Н.Н. Рекомендации по управлению стадом в мясном скотоводстве / Н.Н. Хазипов, Ш.К. Шакиров, Ф.В. Валиуллин. – Казань : МСХиП РТ, 2010. – 15 с.
20. Черенева В. Десертная фантазия: половина проверенных молочных продуктов сегодня имеет признаки фальсификации / В. Черенева // Российская газета – Экономика Северо-Запада. – 2018. – № 7476 (13) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2018/01/23/reg-szfo/dolia-falsifikatov-namolochnom-rynke-prevysila-polovinu.html> (дата обращения: 11.12.2018).
21. Эффективность разных способов проведения отела коров и содержания телят в период выращивания / В.А. Иванов, А.А. Черников, В.И. Бердюжа, А.А. Невидимов // Агробизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agbz.ru/articles/effektivnost-raznyih-sposobov-provedeniya-otela-korov-i-soderzaniya-telyat-v-period-vyiraschivaniya> (дата обращения: 11.12.2018).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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.

Евгения Петровна Рябова – ассистент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vestimaya@mail.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.01.2019

Дата принятия к печати 12.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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.

Eugenia P. Ryabova, Assistant, 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: vestimaya@mail.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Received January 16, 2019

Accepted February 12, 2019

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В ООО «ЭкоНиваАгро» ЛИСКИНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Михайлович Ляшко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Эффективная деятельность страны в целом, отдельных отраслей и хозяйствующих субъектов в настоящее время во многом определяется уровнем инновационного развития. Без использования инноваций, особенно в сельском хозяйстве, в отрасли, где за годы проводимых в России реформ во многом утерян трудовой потенциал, невозможен качественный прорыв в повышении производительности труда и конкурентоспособности продукции. Технические, технологические, информационные, организационно-экономические, социальные и другие инновации зачастую взаимосвязаны и должны применяться комплексно. Так, внедрение технических инноваций ведет к необходимости изменения существующих технологий (при возделывании сельскохозяйственных культур или обслуживании животных), применения новых информационных программных устройств, совершенствования форм труда и оплаты, организации рабочих мест и др. Проведен анализ инновационного развития отрасли молочного скотоводства ООО «ЭкоНиваАгро» Лискинского района Воронежской области. Исследования показали, что в анализируемом предприятии строительство молочных комплексов осуществляется с использованием достижений научно-технического прогресса (современные доильные установки, системы кормления, поения, навозоудаления), что неизбежно приводит к росту затрат в расчете на 1 га, 1 голову животных, а в отдельных случаях и к повышению себестоимости производимой продукции. Проведен анализ основных экономических показателей молочного скотоводства ООО «ЭкоНиваАгро» в сравнении с данными по области и отдельными районами, занимающимися молочным скотоводством. Исследования показали, что на инновационно развивающемся предприятии значительно выше такие производственные показатели, как продуктивность животных, производительность труда, качество продукции (процент жира, белка в молоке), а также финансовые (прибыль на 1 ц молока, уровень рентабельности).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инновационное развитие, молочное скотоводство, ООО «ЭкоНиваАгро», производственные показатели, финансовые показатели.

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF DAIRY CATTLE BREEDING IN ООО EkoNivaAGRO IN LISKINSKY DISTRICT OF VORONEZH OBLAST

Sergey M. Lyashko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

At present the effective activity of the country as a whole, individual industries and economic entities is largely determined by the level of innovative development. Without the use of innovations, especially in agriculture (the industry that largely lost its labor potential over the years of reforms), it is impossible to make a qualitative breakthrough in increasing the productivity of labor and competitiveness of products. Technical, technological, informational, organizational, economic, and social innovations are often interrelated and should be applied comprehensively. For instance, the introduction of technical innovations leads to the need to change the existing technologies (in the cultivation of crops or animal service), use the new informational programming devices, improve the forms of labor and payment, organize the workplaces, etc. The author has analyzed the innovative development of dairy cattle breeding industry on the example of ООО EkoNivaAgro in Liskinsky district of Voronezh Oblast. Studies show that in the analyzed enterprise the construction of dairy complexes is carried out using the achievements of scientific and technical progress (modern milking machines, systems of feeding, watering, and manure removal). This inevitably leads to an increase in costs per 1 ha, 1 head of animals, and in some cases to an increase in the cost of production. The analysis of the main economic indicators of dairy cattle breeding in ООО EkoNivaAgro was carried out in comparison with the data for the whole Oblast and its individual districts involved in dairy cattle breeding. Studies have shown that this enterprise with innovative development has significantly higher production indicators, such as animal productivity, labor productivity, and product quality (percentage of fat and protein in milk), as well as higher financial indicators (profit per 1 c of milk, level of profitability).

KEYWORDS: innovative development, dairy cattle breeding, ООО EkoNivaAgro, production indicators, financial indicators.

Освоение и применение инноваций становятся важными факторами повышения эффективности деятельности предприятий и их конкурентоспособности. В современной экономике инновации – это показатель деловой активности хозяйствующего субъекта, по которому можно определять его роль в развитии региона.

В экономическом словаре дано следующее толкование термина «инновации»: «... нововведения в области техники, технологии, организации труда и управления, основанные на использовании достижений науки и передового опыта, а также применения этих новшеств в самых разных областях и сферах деятельности» [8]. В соответствии с нормативными документами, используемыми в российской экономике, «инновации – это конечный результат в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности» [2].

В «Стратегии инновационного развития Российской Федерации до 2020 года» определены следующие варианты инновационного развития [10].

- вариант инерционного (ориентированного на импорт) технологического развития, который предполагает невысокий уровень государственной поддержки, что может оказать негативное влияние на развитие сектора исследований и разработок в стране. Данный вариант не будет способствовать технологическому прорыву и усилит отставание от ведущих стран Запада (в самой Стратегии первый вариант назван неприемлемым для современного развития России);

- вариант догоняющего развития и локальной технологической конкурентоспособности предусматривает перевооружение экономики страны на основе импортных технологий, а также локальное стимулирование развития отечественных разработок. Такой вариант ранее применялся в Японии, Южной Корее, Малайзии, Китае. Он характеризуется методом «догоняющего развития», имеет место быть, но не предусматривает научный прорыв в стране, использующей импортные научные разработки. Наряду с преимуществами данного варианта (используются уже готовые и хорошо отработанные технологии, сокращаются сроки реализации инновационных проектов и т. п.), огромны риски при использовании этого варианта для российской экономики;

- вариант достижения первенства в ведущих секторах и фундаментальных исследованиях. Именно этот вариант далее прорабатывается в Стратегии инновационного развития до 2020 года.

Однако в лидирующих позициях, которые предусмотрены для инновационного развития в стране, пока не просматриваются инновации в АПК, хотя базовые инновации всегда имеют и прикладной характер. В первую очередь лидирующие позиции обозначены в производстве авиакосмической техники, разработке и применении нанотехнологий, биомедицинских технологий жизнеобеспечения и защиты человека и животных, программного обеспечения, а также в атомной и водородной энергетике, отдельных направлениях рационального природопользования и экологии и ряде других сфер деятельности [7, 10].

Выбор варианта политики технической и технологической модернизации не может быть универсальным для всех отраслей и секторов экономики. Для АПК с диверсифицированной отраслевой структурой, на наш взгляд, приемлемы два последних варианта, так как материально-техническая база, особенно второй сферы АПК, нуждается в быстром обновлении и возможно использование импортного оборудования и техники, превосходящих по производительности труда, условиям труда отечественные аналоги.

Инновационное развитие агропромышленного комплекса по третьему варианту требует государственной поддержки в виде субсидий, проведения интервенций, поддержание паритетности в развитии всех сфер АПК [1, 6, 9].

Одним из агрохолдингов, где в настоящее время активно внедряются инновации во всех сферах экономики, является ООО «ЭкоНива-АПК», расположенное в нескольких регионах России (Воронежская, Курская, Калужская, Оренбургская, Новосибирская, Тюмен-

ская области). Предприятия, входящие в агрорхолдинг, занимаются производством продукции растениеводства и животноводства, при этом просматривается определенная специализация. Предприятия Воронежской, Тюменской, Новосибирской областей имеют молочно-зерновую специализацию, предприятия Курской области ориентированы больше на производство продукции растениеводства, в Калужской области, наряду с производством молока и семенного зерна, занимаются производством говядины, картофеля. Во многих регионах (Воронежская, Новосибирская, Калужская области) имеются племазаводы по разведению скота симментальской и бурой швицкой пород, племрепродукторы, занимающиеся разведением животных герефордской, красно-пестрой и голштинской пород.

ООО «ЭкоНиваАгро» расположено на территории Воронежской области, занимает более 130 тыс. га земли, имеет 35 тыс. гол. крупного рогатого скота, в том числе 18,9 тыс. гол. коров. В ООО входят предприятия Лискинского, Каменского, Бобровского, Каширского районов. Главное направление деятельности – молочное животноводство. Также в ООО успешно занимаются производством зерновых, зернобобовых, кормовых, технических культур и семеноводством. В различных отраслях агрохолдинга занято около 2 тыс. человек. В состав ООО «ЭкоНиваАгро» входят 6 крупных молочных комплексов. Надой на одну корову в год превышают 9 тыс. кг, обеспечивая объемы производства молока ежегодно более 120 тыс. т, что составляет около 30% от общего объема произведенного в Воронежской области молока (табл. 1).

Таблица 1. Роль ООО «ЭкоНиваАгро» в производстве продукции скотоводства Воронежской области

Показатель	Производители	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Валовое производство, тыс. т							
Производство молока	Всего по сельхоз-организациям области	373,2	404,5	441,3	476,7	538,5	577,6
	ООО «ЭкоНиваАгро»	55,8	81,3	105,1	120,5	148,1	171,0
	Удельный вес ООО «ЭкоНиваАгро», %	15,0	20,2	23,9	21,5	27,5	29,6
Прирост крупного рогатого скота	Всего по сельхоз-организациям области	187,8	228,0	220,3	245,1	288,2	298,9
	ООО «ЭкоНиваАгро»	2,4	2,6	4,0	4,2	4,5	4,8
	Удельный вес ООО «ЭкоНиваАгро», %	1,3	1,2	1,9	1,8	1,6	1,6

Источник: по данным Воронежстата и годовых отчетов ООО «ЭкоНиваАгро».

На всех крупных молочных комплексах, входящих в состав ООО «ЭкоНиваАгро», внедряются инновации, способствующие рационализации трудовых и производственных процессов. Строительство новых комплексов предусматривает улучшение многих процессов, по которым выявлены недостатки при функционировании ранее построенных объектов.

Животноводческий комплекс включает производственные помещения для дойного стада от 850 до 3000 гол., родильное отделение, доильный зал, предлагауны, лагуны, домики для новорожденных телят, склад для хранения концентрированных кормов, площадки для хранения грубых и сочных кормов (сенажа, силоса, сена), площадку для временного хранения навоза или жижи.

В селах Залужное и Щучье Лискинского района ранее строились комплексы на 1200–1800 гол., в последующие годы практикуется строительство комплексов на 2800–3000 гол. дойного стада (с. Старый Икорец, с. Высокое Лискинского района, с. Волчанское Каменского района). На комплексах применяют различные модификации доильных залов: «Карусель», «Елочка», «Параллель».

Инвестиции на строительство молочных комплексов с каждым годом увеличиваются (в связи с инфляцией, применением более совершенного оборудования), что

приводит к росту стоимости 1 скотоместа. Так, при строительстве комплекса с поголовьем 2800 гол. инвестиции достигают 2040–2060 млн руб., что в расчете на 1 скотоместо составляет более 700 тыс. руб., в то время как 5–6 лет назад (комплекс в с. Залужное) на 1 скотоместо капитальные затраты составляли 300 тыс. руб. Увеличение объемов инвестиционных вложений, необходимых для ввода в строй новых комплексов, приводит к росту стоимости 1 скотоместа, затрат на 1 корову и, как следствие, повышению себестоимости молока. Снижение данного показателя можно компенсировать только ростом продуктивности животных.

Произведенное молоко реализуется на многие перерабатывающие предприятия: Данон (Простоквашино), Молвест Воронеж (Вкуснотеево), Пармалат (Белгород), Лакталис (г. Ефремов, Тульская обл.), г. Липецк, г. Тула, сырзавод «Ларец» (г. Бобров). Часть высококачественного молока с комплексов отправляется для производства детского питания в города Новосибирск, Екатеринбург, Лабинск в Волгоградской области. Из 35 поставщиков молока в составе компании Данон только ООО «ЭкоНиваАгро» получило диплом за низкое содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (группа различных микробов, которыми может быть обсеменено молоко) и соматических клеток.

Приобретая высокопродуктивный скот европейской селекции в основном за рубежом, ООО «ЭкоНиваАгро» за последние 5 лет добилось его адаптированности к российским природно-климатическим условиям, а также к условиям промышленного содержания, разведения в собственных племпредприятиях с целью продажи скота класса элиты и элита-рекорд с высоким генетическим потенциалом сельхозпроизводителям в различных регионах страны (Краснодарский край, Псковская, Тульская области, Татарстан и др.) и СНГ. Это такие породы молочного направления, как голштинская, швицкая, симментальская, красно-пестрая, различающиеся как по продуктивности, качественным показателям молока, так и по требованиям, предъявляемым к условиям содержания, кормления, доения и гигиены (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика племенного поголовья коров молочного направления, реализуемых ООО «ЭкоНиваАгро»

Показатели	Породы			
	Голштинская	Швицкая	Симментальская	Красно-пестрая
Продуктивность, кг	10 000	6900	7000	6630
Жир, %	3,8	3,9	3,9	3,8
Белок, %	3,2	3,2	3,2	3,2
Материнское стадо	США, Европа	Европа	Европа	Россия
Осеменение	100% искусственным семенем чистопородных голштинских быков США и Канады	100% искусственным семенем чистопородных швицких быков США и Канады	100% искусственным семенем чистопородных симментальских быков Германии и Австрии	100% искусственным семенем чистопородных голштинских, красно-пестрых быков США и Канады
Требования к условиям содержания	Высокие требования к условиям содержания, кормления, доения, гигиены	Выносливая, хорошо адаптируется к новым условиям	Выносливая, хорошо адаптируется к новым условиям	Выносливая, хорошо адаптируется к новым условиям, менее подвержена заболеваниям
Преимущества по сравнению с другими породами	Высокая продуктивность	Выносливость, высокая жирность молока	Порода комбинированного направления	Менее подвержена заболеваниям

В последнее время ежегодно до 7000 гол. племенных нетелей, телок, бычков на племя ООО «ЭкоНиваАгро» продает сельскохозяйственным организациям, крестьянским (фермерским) хозяйствам, расположенным как в Воронежской области, так и в других регионах страны.

Срок первого осеменения телочек на молочных комплексах ООО «ЭкоНиваАгро» не превышает 12 месяцев. По сравнению с более поздним осеменением (16–17 месяцев) уменьшаются затраты на ремонт стада (обновление дойного стада). При затратах 61 370 руб. в год в расчете на 1 голову выращивания телочек (прирост за год – 2,36 ц, себестоимость 1 ц прироста живого веса – 26 006 руб. – данные 2017 г.) каждый месяц задержки с осеменением увеличивает первоначальную стоимость коровы на 5114 руб. Так как по основному дойному стаду начисляется амортизация, то увеличение первоначальной стоимости приведет к росту себестоимости молока.

Инновационное направление развития требует значительных вложений и неоднозначно влияет на натуральные и стоимостные показатели молочной отрасли. Многие натуральные показатели (продуктивность, производительность труда, трудоемкость) повышаются, что сказывается на росте стоимостных показателей (затраты на 1 корову, себестоимость 1 ц молока).

Автором был проведен анализ основных экономических показателей молочного скотоводства ООО «ЭкоНиваАгро» в сравнении с данными по области и отдельным районам региона (лидирующим в молочном скотоводстве).

Исследования подтвердили, что на инновационно развивающемся предприятии значительно выше продуктивность животных, производительность труда (табл. 3). По Лискинскому району показатели по молочному скотоводству во многом определяются показателями ООО «ЭкоНиваАгро».

Таблица 3. Продуктивность и производительность труда по сельхозорганизациям Воронежской области

Наименование предприятия (района)	Годы			
	2014	2015	2016	2017
Продуктивность, кг				
ООО «ЭкоНиваАгро»	7367	7720	8339	9036
Лискинский район	7204	7262	7534	6920
Россошанский район	5680	5686	5680	6153
Воронежская область	4398	5509	6395	6361
Производительность труда, ц/чел.-ч				
ООО «ЭкоНиваАгро»	2,49	2,61	2,54	2,79
Лискинский район	1,42	1,53	1,75	1,92
Россошанский район	0,63	0,65	0,67	0,68
Воронежская область	0,49	0,56	0,65	0,68

Анализ стоимостных показателей свидетельствует, что себестоимость 1 ц молока не всегда ниже на анализируемом предприятии. Проведенный факторный анализ показал, что более высокая себестоимость в основном определяется высокими затратами на 1 голову. И если затраты на корма в расчете на одну корову примерно одинаковы, то сильно различаются амортизационные отчисления как по дойному стаду, так и по производственным помещениям, оборудованию.

В связи с отмеченными обстоятельствами темпы роста продуктивности не всегда однозначны с темпами роста затрат на 1 голову, что ведет к росту себестоимости 1 ц продукции. Рентабельность производства и реализации молока определяется не только себестоимостью 1 ц, но и качеством молока, его жирностью и содержанием белка. Два последних показателя определяют зачетный вес молока, за который производится оплата, и, как следствие, от этих показателей зависит выручка от продажи продукции. Сравнительные качественные показатели по производству молока ООО «ЭкоНиваАгро» и в целом по Воронежской области представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнительные качественные показатели по производству молока

Показатели	ООО «ЭкоНиваАгро»	Лискинский район	Россошанский район	Аннинский район	Воронежская область
2016 г.					
Физический вес молока, тыс. ц	1415,2	1660,3	447,4	434,1	4955
Зачетный вес молока, тыс. ц	1523,4	1781,2	476,3	433,6	5313,2
Жирность, %	3,87	3,86	3,83	3,59	3,86
Цена реализации, руб.	2583,33	2544,42	2327,51	2470,00	2403,59
2017 г.					
Физический вес молока, тыс. ц	1606,9	1866,0	479,5	534,9	5353,4
Зачетный вес молока, тыс. ц	1733,2	2006,0	516,3	534,9	5702,6
Жирность, %	3,88	3,87	3,88	3,60	3,83
Цена реализации, руб.	2940,69	2894,74	2687,95	3017,91	2748,70

В совокупности все факторы определили более высокие показатели эффективности производства и реализации молока в ООО «ЭкоНиваАгро» (табл. 5).

Рентабельность производства молока в 2017 г. на анализируемом предприятии была на 23,6 п.п. выше, чем в целом по области, и на 24,6 п.п. по сравнению с Россошанским районом.

Инновационность развития ООО «ЭкоНиваАгро» проявляется не только в производственных вопросах, но и в социальных, то есть наблюдается системный подход к инновационному развитию организации [4]. На предприятии имеются все условия для отдыха работающих, организованы питание, продажа молочной продукции собственного производства по себестоимости. Много внимания уделяется подготовке молодых специалистов, которые обязательно проходят стажировку, включающую как производственную практику, так и теоретическое обучение.

К инновациям организационно-экономического плана можно отнести постоянное проведение бичмаркинга с целью выявления имеющихся резервов и последующим устранением недостатков и реализацией изменений для повышения конкурентоспособности на рынке. На предприятии должным образом организован управленческий учет, позволяющий вести затраты по центрам ответственности, проводить при необходимости корректировки, видеть перерасход материально-денежных ресурсов по сравнению с планом, что требует правильная организация бюджетирования [5].

Таблица 5. Основные показатели молочного скотоводства ООО «ЭкоНиваАгро» и в целом по Воронежской области

Показатели	ООО «ЭкоНиваАгро»			Лискинский район			Россошанский район			Воронежская область		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Среднегодовое поголовье, тыс. гол.	15,6	17,8	18,9	16,2	17,0	17,1	9,2	8,6	8,3	84,0	84,2	90,8
Выход продукции, тыс. ц	1205,3	1481,1	1710,1	1169,4	1747,9	1991,9	421,5	476,1	510,7	4737,5	5385,0	5776,2
Продуктивность 1 головы, кг	7720	8339	9036	7262	7534	6920	5686	5536	6153	5509	6395	6361
Количество реализуемой продукции, тыс. ц	1153,9	1415,2	1606,9	1385,4	1660,3	1866,0	382,4	447,4	479,5	4343,8	4955,1	5353,4
Коэффициент товарности, %	96,0	95,9	94,0	95,4	95,0	93,7	90,2	94,0	93,9	91,7	92,0	92,7
Полная себестоимость 1 ц, руб.	1844,62	1869,77	1933,91	1939,70	1854,42	1939,7	1872,4	2067	2109	1898,41	2033,84	2127,92
Затраты труда на 1 ц, чел.-ч	0,39	0,39	0,36	0,52	0,57	0,52	1,90	1,48	1,48	1,80	1,53	1,47
Цена реализации 1 ц, руб.	2416,13	2583,33	2940,69	2380,51	2544,42	2894,73	3113,44	2327,51	2687,95	2215,87	2403,59	2748,70
Прибыль на 1 ц молока, руб.	572,00	713,56	877,19	514,80	590,0	955,09	240,96	258,13	543,21	317,46	369,75	615,32
Прибыль на 1 корову, руб.	42291	59504	85597	37385	44451	66092	12411	13400	33599	15041	23645	27405
Рентабельность продукции, %	31,0	38,2	52,0	30,0	31,8	49,2	12,9	12,5	27,4	16,7	18,2	28,4

Инновационное развитие требует финансовых ресурсов, и ООО «ЭкоНиваАгро» кроме собственных и заемных источников пользуется привлеченными средствами в виде федеральных и региональных субсидий на строительство молочных комплексов, формирование основного стада, субсидий за реализованное молоко [3].

Таким образом, можно констатировать, что в ООО «ЭкоНиваАгро» имеет место инновационное развитие и носит оно комплексный характер, касаясь технических, технологических, социальных, организационно-экономических инноваций.

Библиографический список

1. Закшевская Е.В. Государственное регулирование развития молочного подкомплекса АПК: проблемы и пути их решения / Е.В. Закшевская, Н.М. Шевцова, Ю.О. Полевик // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – Ч. 2. – С. 137–143.
2. Коршунов В.В. Экономика организации (предприятия) / В.В. Коршунов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2013. – 433 с.
3. Ляшко С.М. Субсидии: новые принципы и подходы в АПК / С.М. Ляшко, С.А. Голикова, З.П. Медеяева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 95–101.
4. Медеяева З.П. Системный подход к инновационно-инвестиционному механизму в АПК / З.П. Медеяева // Вестник центра исследований региональной экономики: проблемы региональной экономики. – Воронеж : Центр исследований региональной экономики, 2007. – Вып. 17. – С. 52–62.
5. Медеяева З.П. Бюджетирование в системе управленческого учета / З.П. Медеяева, Н.В. Казанцева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 209–214.
6. Медеяева З.П. Дотации и субсидии как инструмент государственного регулирования / З.П. Медеяева, Л.В. Данькова, Н.В. Попова // Организационно-экономический механизм инновационного развития агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. ГНУ НИИЭОАПК России. – Воронеж : ГНУ НИИЭОАПК России, 2014. – С. 94–100.
7. Проект Федерального закона от 23.03.2013 «Об инновационной деятельности в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zakonbase.ru/content/base/280827> (дата обращения: 13.12.2018).
8. Райсберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райсберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2010. – 512 с.
9. Сташевский В.В. Государственное регулирование и поддержка агропромышленного комплекса: состояние, проблемы, перспективы / В.В. Сташевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 161–168.
10. Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения: 13.12.2018).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Сергей Михайлович Ляшко – аспирант кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: sergey.liashko@ekoniva-apk.com.

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 12.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Sergey M. Lyashko, Postgraduate Student, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: sergey.liashko@ekoniva-apk.com.

Received February 16, 2019

Accepted March 12, 2019

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА

Виктор Сергеевич Буяров¹
Юлия Александровна Юшкова²
Александр Викторович Буяров¹

¹Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

²Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению
водных биологических ресурсов, Центральный филиал

В современных экономических условиях насыщение потребительского рынка качественной рыбной продукцией возможно за счет товарного рыбоводства, активно развивающегося во многих странах мира. Цель исследования заключалась в изыскании внутренних резервов повышения эффективности товарной аквакультуры за счет расширения размерно-видового состава выращиваемых гидробионтов в соответствии с потребностями рынка. Развитие товарной аквакультуры осуществляется с учетом достижений науки и передового опыта. Базовым видом прудовой поликультуры в Центральном федеральном округе является карп, добавочными – растительноядные (белый амур, толстолобик), а также карась, щука. Нарастить объемы производства можно путем расширения размерно-видового разнообразия выращиваемых объектов аквакультуры и вселения в водоемы таких хищных рыб, как щука, сом, судак и добавочного вида – линя. Внедрение в товарном рыбоводстве результатов законченной научной работы по технологиям и отдельным технологическим приемам повышает эффективность систем выращивания рыбы на 6–12%. Планируя производственную деятельность на любом предприятии, необходимо оптимизировать процесс производства и технологии выращивания рыбы с учетом научно-технических достижений рыбоводной науки, а также исходя из конкретных условий хозяйства. При планировании и ведении производственного процесса в прудовой аквакультуре, базируясь на традиционной поликультуре, необходимо подбирать размерно-весовой, возрастной и видовой состав гидробионтов с учетом максимального использования ресурсов самого водоема и обязательным планированием прироста за счет искусственных кормов при учете динамично изменяющегося потребительского спроса. Возможности имеющейся производственной базы (пруды, садки, бассейны, установки замкнутого водообеспечения) и потребности внутреннего рынка будут определять дальнейшее расширение видового состава аквакультуры для товарного выращивания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аквакультура, товарное рыбоводство, карп, растительноядные виды рыб, судак, резервы повышения рыбопродуктивности, эффективность.

WAYS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF COMMERCIAL FISH FARMING

Victor S. Buyarov¹
Julija A. Yushkova²
Alexander V. Buyarov¹

¹Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

²Main Basin Department for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources,
Central Branch

In modern economic conditions the saturation of consumer market with high-quality fish products is possible due to commercial fish farming, which is actively developing in many countries around the world. The objective of this study was to find the internal reserves for increasing the efficiency of commercial aquaculture by expanding the size and species composition of farmed hydrobionts in accordance with the needs of the market. Commercial aquaculture is being developed with the account of scientific achievements and best practices. The basic type of pond polyculture in the Central Federal District is carp, and the additional species are herbivorous (grass carp, bighead carp), as well as crucian carp and pike. It is possible to increase the volumes of production by expanding the size and species diversity of farmed objects of aquaculture and introducing predatory fish into water bodies, e.g. pike, catfish, zander, etc., and tench as an additional species. Implementation of results of complete scientific work on technologies and individual technological methods in commercial fish farming increases the efficiency of fish breeding systems by 6–12%. Planning of production activities at any enterprise requires optimizing the production process and technology of

growing fish, taking into account the scientific and technical achievements of fish farming and specific conditions of the farm. Planning and maintenance of the production process in pond aquaculture based on conventional polyculture requires the selection of size, weight, age and species composition of hydrobionts with the account of the maximum use of resources of the water body itself and compulsory planning of growth due to artificial feeds, taking into account the dynamically changing consumer demand. Further expansion of the species composition of aquaculture for commercial breeding will be determined by the capabilities of the existing production base (ponds, cages, pools, recirculating aquaculture systems, etc.) and the needs of the domestic market.

KEYWORDS: aquaculture, commercial fish farming, carp, herbivorous fish species, zander, fish capacity enhancement potential, efficiency.

Одной из важнейших проблем на современном этапе развития сельскохозяйственного производства является реализация концепции сбалансированного питания населения. До сих пор в мире существует проблема дефицита белка животного происхождения в рационе питания человека. В решении данной проблемы, по нашему мнению, не последняя роль отводится товарному рыбоводству (товарной аквакультуре).

Мировые и российские тренды развития рыбоводства (аквакультуры) и рыболовства свидетельствуют о снижении объемов промысловой добычи рыбы. В сложившейся ситуации насыщение потребительского рынка качественной рыбной продукцией возможно за счет товарного рыбоводства, активно развивающегося во многих странах мира.

К 2050 г. население Земли достигнет 9,3–9,5 млрд человек, и производство продуктов питания нужно будет увеличить на 60% по сравнению с настоящим временем. Добиться этого возможно, применяя интенсивные (промышленные) формы ведения животноводства, птицеводства, рыбоводства. С учетом биологических особенностей рыб (высокие репродуктивные способности, быстрый рост, низкие кормовые затраты), природных и социально-экономических условий различных регионов России аквакультура, наряду с мясным птицеводством, является социально значимой отраслью, способной внести существенный вклад в обеспечение населения ценными, сбалансированными по протеину и доступными продуктами питания [7, 10]. На мировом рынке продовольствия всё более востребованным товаром и существенным фактором продовольственной безопасности тех стран, в которых аквакультура достаточно развита, становится продукция рыбоводства.

Аквакультуре как отрасли сельского хозяйства предстоит сыграть огромную роль в реализации концепции сбалансированного питания населения. К числу явных достоинств аквакультуры относится возможность организации выращивания рыбы в местах ее непосредственного потребления и в широком ассортименте, с учетом спроса населения – от традиционных видов (каarp, белый амур, толстолобик, карась) до деликатесных (осетровые, форель и др.). Специфика аквакультуры как технологического процесса практически гарантирует прозрачность и контролируемость производства, что является основой для повышения эффективности, безопасности, экологичности и качества конечной продукции. Однако российская аквакультура развивается недостаточно быстрыми темпами и это притом, что возможности ее роста далеко не исчерпаны [3, 5, 6, 15].

Цель исследования заключалась в изыскании внутренних резервов повышения эффективности товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) за счет расширения размерно-видового состава выращиваемых гидробионтов в соответствии с потребностями рынка.

Методологической основой проведенных исследований явились научные труды отечественных ученых и передовой опыт специалистов-практиков, изучающих проблемы аквакультуры (рыбоводства), пути повышения ее эффективности, современные технологии выращивания, кормления и разведения рыбы. В процессе исследований были использованы общие методы научного познания: наблюдение, сравнение, анализ, обобщение, а также специальные научные методы: абстрактно-логический, монографический, экономико-статистический. Информационно-эмпирической базой исследования послужили данные Росстата и Орелстата, Министерства сельского хозяйства РФ, а также справочно-нормативные материалы, научно-методические рекомендации, периодические издания, информационный потенциал сети «Интернет».

В условиях экономических санкций, под которые попала и продукция рыбоводства из некоторых стран-экспортеров, обострилась проблема ее замещения на аналогичную продукцию российского производства. Согласно рекомендациям Минздрава России по рациональным нормам потребления пищевых продуктов (2016 г.) россияне должны потреблять 22 кг рыбы и рыбопродуктов в год. Из них примерно 4 кг в рационе должно приходиться на долю пресноводной рыбы. В реальности в России, по данным Минсельхоза, среднедушевое потребление рыбы и рыбной продукции в 2017 г. составило 19,8 (+0,3 кг к уровню 2016 г.). Возросшему спросу на рыбу способствовало увеличение ее производства. Так, в 2017 г. объем производства продукции товарной аквакультуры составил 219,7 тыс. т, что на 7% выше, чем в 2016 г. В том числе было выращено 186,5 тыс. т товарной рыбы. Прирост производства данной категории продукции составил 7,2% относительно показателей 2016 г. Объемы производства посадочного материала также увеличились на 5,7% по сравнению с 2016 г. и достигли 33,1 тыс. т. Следует отметить, что в структуре выращивания рыбы в России в настоящее время 65% приходится на карповые, 25 – на лососевые, 11% – на другие объекты аквакультуры.

Позитивные тенденции позволяют надеяться на выполнение индикаторов, заложенных в Отраслевой программе развития товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в РФ на 2015–2020 гг. Согласно названной программе к 2020 г. в России должно производиться 315 тыс. т продукции аквакультуры [9].

В Центральном федеральном округе (ЦФО) в 2017 г. было произведено 25,9 тыс. т товарной рыбы, прирост производства по сравнению с 2016 г. составил 4,8% (табл. 1). Производство товарной рыбы на 1 чел. в год составляет всего 0,66 кг. Таким образом, существует явное недопроизводство ценной пищевой продукции. Являясь наиболее населенным, ЦФО располагает наименьшим рыбохозяйственным фондом озер и водохранилищ. Поэтому приоритетными направлениями развития аквакультуры в ЦФО являются прудовое рыбоводство и индустриальная аквакультура.

Таблица 1. Производство товарной рыбы и рыбопосадочного материала в субъектах ЦФО в 2016–2017 гг.

Субъект ЦФО	Производство товарной рыбы, т		Производство рыбопосадочного материала, т	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская область	6451	7165	2212	2390
Московская область	4004	4200	929	903
Липецкая область	2880	3030	1207	1147
Рязанская область	2775	2456	871	629
Курская область	2000	2050	800	850
Воронежская область	1768	1665	422	512
Калужская область	1230	1198	1058	603
Тверская область	742	1103	182	228
Костромская область	591	715	141	253
Тамбовская область	682	601	186	200
Смоленская область	430	493	48	52
Орловская область	439	443	21	30
Тульская область	257	419	61	49
Владимирская область	289	289	175	186
Брянская область	110	129	31	39
Ярославская область	42	43	56	48
Ивановская область	68	30	2	1
Итого по ЦФО	24758	25939	8402	8120

Безусловно, именно прудовое рыбоводство на основе карповых рыб формирует значительную часть производства продукции аквакультуры в ЦФО. Карп является базовым видом прудовой поликультуры, добавочные виды представлены растительно-

ядными (белый амур, толстолобик), карасем и щукой. Роль других прудовых рыб (судак, линь, сомы, осетровые) пока незначительна. Необходимо отметить, что на территории Орловской области с 1976 г. функционирует Орловский осетровый рыбоводный завод ФГБУ «Центррыбвод», созданный с целью искусственного воспроизводства наиболее ценных видов рыб для зарыбления естественных водоемов региона и в первую очередь реки Ока и ее притоков.

Развитие отечественной аквакультуры в новых экономических условиях возможно на основе организации производственных комплексов, использующих передовые ресурсосберегающие технологии выращивания и кормления рыбы с применением современного оборудования, обеспечивающих высокий уровень производительности труда, рентабельности и фондоотдачи аквакультуры [8, 13].

Организация производства в рыбоводных хозяйствах всех типов базируется на соблюдении рыбоводно-технологических нормативов выращивания объектов аквакультуры, разработанных ведущими отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями страны за последние десятилетия, а также на значительных достижениях отечественной науки в области создания новых индустриальных технологий, методов племенной работы, кормопроизводства, рационального кормления и др. При этом в каждом типе водоемов применяют специальные методы ведения рыбного хозяйства с учетом биологической потребности рыб разных видов и специфики применяемых технологий. Еще в 60–80-е годы прошлого века в России сформировались и достаточно успешно развивались три основных направления товарной аквакультуры: прудовое, индустриальное и пастбищное.

Крупномасштабные исследования, всесторонне охватывающие все технологические процессы при прудовом выращивании рыбы, создали научно-практическую базу для перевода производства с экстенсивной на интенсивную основу, что позволило в значительной степени увеличить рыбопродуктивность водоемов различных категорий. Одно из крупнейших достижений рыбохозяйственной науки – это широкое внедрение в практику рыбоводства биологически и экономически обоснованной технологии выращивания товарного карпа в поликультуре с растительноядными рыбами [1, 10]. Разработанные нормы кормления при соответствующем уровне внесения минеральных и органических удобрений и проведении мелиорации при соблюдении норм посадки рыбы в поликультуре обеспечивали рыбопродуктивность на уровне 0,8–2,5 т/га в зависимости от зоны рыбоводства.

Вместе с тем в последние годы произошло резкое удорожание комбикормов для аквакультуры, оборудования, лекарственных препаратов, средств диагностики, электроэнергии, образовался дефицит финансовых средств, в результате чего хозяйства существенно сократили объемы выращивания рыбы, перешли преимущественно на экстенсивные методы работы. Как следствие, рыбопродуктивность прудов упала ниже 1 т/га против 2,2 т/га в недавнем прошлом. При этом производственный потенциал прудов используется всего лишь на четверть. В то же время, по оценкам специалистов, прудовая аквакультура является наиболее успешной и перспективной формой пресноводной аквакультуры в стране [2]. В таблице 2 приведен расчет выращивания карпа наиболее экономичным экстенсивным способом в пруду площадью 3 га. При использовании комбикорма в рационах карпа рыбопродуктивность водоема может быть увеличена до 2–3 т/га и выше.

Таблица 2. Расчет выращивания карпа экстенсивным способом

Вес малька, г	Плотность посадки, шт./га	Средняя масса товарного карпа, г	Затраты на покупку посадочного материала, руб.	Общая продуктивность пруда (3 га), кг	Выручка, руб. (при оптовой цене реализации 120 руб./кг)
50	500	1000–1200	11250	1620	194400

В настоящее время перед прудовыми рыбоводными хозяйствами стоит стратегическая цель, которая заключается в изыскании резервов повышения выхода рыбоводной продукции без привлечения существенных средств. Для получения значимых результатов необходим комплексный подход, исходя из конкретных условий непосредственно самого водоема как среды обитания гидробионтов с учетом других ключевых факторов, влияющих на экономическую результативность производства.

Выращивание товарных прудовых рыб проводится в нагульных русловых прудах, которые располагаются на реках или ручьях с присущей им ихтиофауной, неизбежно попадающей в водоем, где за небольшой промежуток времени происходит формирование самовоспроизводящихся популяций. В разнообразных экологических условиях «процветают» такие виды рыб, как ерш, окунь, карась, плотва. Это происходит благодаря ряду их специфических адаптаций: высокой плодовитости и скороспелости, раннему нересту и короткому инкубационному периоду, неприхотливости к нерестовым субстратам, стайному образу жизни, использованию в качестве убежищ зарослей макрофитов. Степень использования естественной кормовой базы водоема вышеперечисленными видами может достигать значительных величин – 50–70% и более, при показателях кормового коэффициента в пределах 14–24 единиц, тогда как у ценных выращиваемых видов рыб эффективность использования питательных веществ корма на рост выше в несколько раз [14].

Нарастить объемы производства, как показали проведенные исследования, можно путем расширения размерно-видового разнообразия выращиваемых объектов аквакультуры и вселения в водоемы таких хищных рыб, как щука, сом, судак и добавочного вида – линя. Судак и лень как весьма перспективные объекты прудовой и пастбищной аквакультуры в настоящее время не являются объектами массового культивирования. Основными сдерживающими факторами, препятствующими увеличению объемов выращивания судака и линя, являются острый дефицит маточного поголовья и, как следствие, нехватка рыбопосадочного материала [4, 11, 12].

Для снижения пресса малоценных, тугорослых рыб в нагульных прудах в экосистему водоемов необходимо вводить ценных хищников («рыб-полицейских»), ограничивающих рост популяции сорных видов рыб и обеспечивающих не только дополнительную рыбопродуктивность, но и высвобождение как естественных, так и искусственных кормовых ресурсов, которые будут направлены на обеспечение прироста основного объекта выращивания – карпа. В качестве биомелиоратора и одного из элементов поликультуры в нагульных прудах и при пастбищной аквакультуре может выступать судак. Затраты, связанные с покупкой и выращиванием судака, будут окупаться высокой ценой его реализации, которая имеет стабильную тенденцию к повышению.

В таблице 3 приведен расчет получения дополнительного дохода от вселения хищного вида рыбы (судака) при выращивании карпа как основного вида рыбы для пруда площадью 10 га. Для водоемов большей площади применяется соответствующий повышающий коэффициент.

Таблица 3. Расчет получения дополнительного дохода от вселения в водоемы хищного вида рыбы (судака) при выращивании карпа

Показатель	До вселения судака	После вселения судака
Рыбопродуктивность по карпу, кг/га	800	851
Рыбопродуктивность по карпу для водоема 10 га, кг	8000	8510
Цена реализации 1 кг карпа, руб.	130	130
Сумма условной реализации, всего, тыс. руб.	1040,0	1106,3
Дополнительный доход от снижения сорной рыбы для водоема площадью 10 га, тыс. руб.	-	66,3

Снижение количества сорной рыбы высвобождает кормовые ресурсы водоемов и ведет к повышению рыбопродуктивности по основному выращиваемому виду рыбы – карпу в среднем на 4–10% в зависимости от характера водоема и плотности посадки карпа на выращивание.

Зарыбление водоемов линем создает дополнительный резерв повышения рыбопродуктивности. Даже при невысоком показателе выхода с единицы прудовой площади, имея высокую цену реализации при любой среднештучной навеске, выращивание лinya позволяет повысить экономические показатели рыбоводного хозяйства.

Популяция карася в водоеме может увеличиваться весьма значительно и достигнуть катастрофических размеров. В результате этого может сложиться ситуация, когда общая ихтиомасса карася становится сопоставимой с весовым количеством основных объектов выращивания. В таком случае, целесообразно зарыбление двумя видами хищных рыб при увеличенной их плотности посадки в следующих сочетаниях: щука и окунь или судак и сом обыкновенный.

Дальнейшее культивирование судака и лinya возможно в направлении формирования при пастбищной аквакультуре самовоспроизводящихся популяций этих видов рыб с применением таких интенсификационных мероприятий, как установка искусственных нерестилищ, инкубация отложенной на них икры в защищенных условиях (садках, установленных в тех же водоемах) и периодическое пополнение популяции молодью разной среднештучной навески.

Резервы повышения рыбопродуктивности и основных экономических показателей производства рыбы в условиях прудовой аквакультуры скрыты в весьма разнообразных динамично изменяющихся условиях самих водоемов и не ограничиваются только лишь вводом хищных видов.

Производителям, особенно при небольших объемах производства товарной рыбы, на первом этапе необходимо ее вырастить, а затем обеспечить дальнейшую поддержку и реализацию собственными силами, поскольку оптовые сезонные цены, как правило, настолько низкие, что реализация рыбы по ним не компенсирует всех затрат, произведенных в течение рыбоводного сезона. В связи с этим целесообразно проводить зарыбление и совместное выращивание годовиков карпа и растительноядных видов совместно с двухгодовиками и даже некоторым минимальным количеством трехгодовиков. Это увеличивает ассортимент продукции, что особенно важно при розничной торговле, и дает возможность приступать к реализации товарной рыбы до начала массовых осенних обловов, когда цена на рыбу, как правило, выше на 10–20%.

При организации процесса выращивания необходимо по итогам очередного рыбоводного сезона вести планирование, моделируя предстоящий производственный период. При этом в качестве ключевого элемента модели будет выступать план зарыбления и множество других факторов, среди которых можно выделить следующие:

- обеспеченность кормами, от которой напрямую зависит начальная плотность посадки рыбы на выращивание, среднештучная навеска и рыбопродуктивность;
- планирование ожидаемого прироста ихтиомассы исходя из объема материальных ресурсов, которые будут направлены на их приобретение, так как затраты на корма занимают ведущее место в структуре себестоимости;
- возможность закупки зерновых кормов по осенним более низким ценам и организация их дальнейшего хранения;
- наличие собственного или покупного рыбопосадочного материала в необходимом количестве и запланированном видовом и размерно-весовом составе;
- организация (при необходимости) лечебно-профилактических мероприятий как на начальном этапе сразу после зарыбления, так и в течение рыбоводного сезона;

- научно обоснованное внесение минеральных и органических удобрений с целью повышения естественной рыбопродуктивности водоема;
- проведение в середине вегетационного периода селективного отлова рыбы, достигшей необходимой товарной массы.

Внедрение в товарном рыбоводстве результатов научных исследований по технологиям и отдельным технологическим приемам повышает эффективность систем выращивания рыбы на 6–12%. Поэтому при планировании производственной деятельности на любом предприятии необходима оптимизация процесса производства и технологии выращивания рыбы исходя из конкретных условий.

Обобщая результаты собственных исследований и опыт передовых хозяйств, считаем целесообразным обозначить следующие основные пути увеличения продукции товарного рыбоводства:

- интенсификация прудового рыбоводства и развитие поликультуры;
- регулирование состава товарной поликультуры в соответствии с конъюнктурой рынка рыбных продуктов;
- вовлечение в аквакультуру неиспользованного водного фонда;
- развитие пастбищного рыбоводства;
- расширение размерно-весового, возрастного и видового состава выращиваемых объектов;
- выведение и выращивание высокопродуктивных и устойчивых к заболеваниям пород и кроссов рыб;
- развитие рынка отечественных комбикормов для рыб;
- развитие переработки продукции и расширение ее номенклатуры;
- развитие любительского и рекреационного рыболовства;
- использование в аквакультуре современных цифровых технологий.

Выводы

При планировании и ведении производственного процесса в прудовой аквакультуре, базируясь на традиционной поликультуре, необходимо подбирать размерно-весовой, возрастной и видовой состав гидробионтов с учетом максимального использования ресурсов самого водоема и обязательным планированием прироста за счет искусственных кормов при учете динамично изменяющегося потребительского спроса. Возможности имеющейся производственной базы (пруды, садки, бассейны, установки замкнутого водообеспечения) и потребности внутреннего рынка будут определять дальнейшее расширение видового состава аквакультуры для товарного выращивания.

Следует отметить, что из-за высокой себестоимости аквакультуры в установках замкнутого водоснабжения экономически оправдано выращивание в них в основном ценных видов рыб (осетровые и сомовые виды рыб).

Основными критериями диверсификации производства продукции рыбоводства являются: высокая адаптивность выращиваемых объектов к абиотическим факторам среды, высокий биологический потенциал и технологичность объекта, востребованность на рынке и перерабатывающих предприятиях.

Перспективным направлением является создание пород объектов аквакультуры с заданными характеристиками в целях повышения эффективности товарного рыбоводства, а также выращивание рыбы с заданными свойствами посредством формирования направленных условий выращивания и кормления.

Развитию аквакультуры будут способствовать новые форматы производства, основанные на технологиях устойчивого, ресурсоэффективного и интегрированного, а также органического производства. Органическое направление в аквакультуре становится привлекательным для инвесторов.

Библиографический список

1. Аквакультура. Ресурсосбережение в товарном рыбоводстве. Интегрированное рыбоводство : сб. докладов респ. науч.-практ. семинара, 11–12 марта 1997 г. ; ред. В.В. Кончиц. – Минск : Белорусское издательское товарищество «Хата», 1999. – 94 с.
2. Бадмахалгаев Л.Ц. Проблемы и перспективы функционирования рыбохозяйственного комплекса России / Л.Ц. Бадмахалгаев, Е.А. Орлова // Вестник АГТУ. Серия: Экономика. – 2012. – № 2. – С. 91–101.
3. Богачев А.И. Российский сектор аквакультуры: состояние и значение для экономики / А.И. Богачев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 227–236.
4. Койшыбаева С.К. Биологические характеристики производителей и ремонтного поголовья судака, заготавливаемых для целей воспроизводства на Капшагайском водохранилище / С.К. Койшыбаева, Е.В. Федоров, К.Б. Исбеков // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 96–104.
5. Лагуткина Л.Ю. Органическая аквакультура как перспективное направление развития рыбохозяйственной отрасли / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 326–336.
6. Львов Ю.Б. Кластерное рыбоводство как способ повышения интенсивности производства рыбной продукции / Ю.Б. Львов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 109–120.
7. Мясное птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития / В.И. Фисинин, В.С. Буяров, А.В. Буяров, В.Г. Шуметов // Аграрная наука. – 2018. – № 2. – С. 30–38.
8. Островский Б. Аквакультура: основные векторы развития / Б. Островский // Рыбная сфера. – 2016. – № 2. – С. 26–28.
9. Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы». – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 133 с.
10. Перспективы развития аквакультуры во внутренних водоемах России / А.М. Багров, Е.А. Гамыгин, Ю.И. Илясов, Г.Е. Серветник, Н.П. Новоженин // Зоотехния. – 2004. – № 5. – С. 2–5.
11. Разработка оптимальных вариантов кормления для личинок судака с целью повышения жизнестойкости при дальнейшем прудовом выращивании / В.С. Буяров, Ю.А. Юшкова, С.А. Родимцев, А.В. Буяров // Вестник Курской ГСХА. – 2017. – № 9. – С. 36–41.
12. Рыбоводно-биологическая оценка сеголеток судака, выращенных по различным технологическим схемам / В.С. Буяров, Ю.А. Юшкова, С.А. Родимцев, А.В. Буяров // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – № 4 (24). – С. 24–26.
13. Справочная информация о развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 64 с.
14. Справочник по озерному и садковому рыбоводству / Г.П. Руденко, Т.В. Терешенкова, Г.С. Рязанова и др. ; под общ. ред. Г.П. Руденко. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 311 с.
15. Шашкова И.Г. Развитие товарной аквакультуры / И.Г. Шашкова, Л.В. Романова // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 2 (34). – С. 115–121.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Виктор Сергеевич Буяров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: bvc5636@mail.ru.

Юлия Александровна Юшкова – кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Орловского областного отдела Центрального филиала ФГБУ «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов», Россия, г. Орел, e-mail: yula-orel@yandex.ru.

Александр Викторович Буяров – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента в АПК ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: buyarov_aleksand@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 06.01.2019

Дата принятия к печати 12.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Viktor S. Buyarov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Special Animal Science and Animal Husbandry, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: bvc5636@mail.ru.

Julija A. Yushkova, Candidate of Agricultural Sciences, Head of Orel Regional Department, Main Basin Department for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources, Central Branch, Russia, Orel, e-mail: yula-orel@yandex.ru.

Alexander V. Buyarov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Management in Agro-Industrial Complex, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: buyarov_aleksand@mail.ru.

Received January 06, 2019

Accepted February 12, 2019

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Андрей Валерьевич Улезько
Марина Александровна Жукова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Социально-экономические системы относятся к классу саморазвивающихся систем, эволюция которых базируется на естественных процессах трансформации условий развития и факторов, определяющих технико-технологический базис подсистемы генерации экономических благ в соответствии с уровнем развития производственных отношений. Процессы формирования цифровой экономики и цифровой трансформации экономических систем различного уровня предлагается рассматривать в контексте парадигмы неоиндустриального развития. При исследовании содержания категории «цифровая экономика» следует опираться на доминанту и первичность экономики как совокупности общественных отношений и практик, определяющих порядок организации хозяйственной деятельности, связанной с производством, обменом, распределением и потреблением экономических благ. Цифровая трансформация трактуется как процесс перехода социально-экономических систем различного уровня на качественно новый уровень использования цифровых технологий в соответствии с конечной целью преобразований объектов цифровизации в рамках стратегии перехода к новой модели развития и реализации приоритетных направлений формирования цифровой экономики. Основным инструментом формирования технологического базиса цифровой экономики являются цифровые платформы, представляющие собой программно-аппаратный комплекс организационных и технологических решений, позволяющих формировать среду эффективного цифрового взаимодействия субъектов, интегрированных в единое информационное пространство. Цифровые платформы обеспечивают конвергенцию цифровых технологий и новых моделей экономической деятельности, обуславливая формы взаимодействия субъектов цифровой экономики в формате так называемых цифровых экосистем, отражающих способ организации взаимодействия субъектов в рамках цифровой среды. Масштабность грядущих цифровых преобразований всех сфер жизнедеятельности человека требует формирования механизма эффективного управления цифровой трансформации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эволюция, развитие, социально-экономическая система, цифровая экономика, цифровая трансформация, цифровизация.

DIGITALIZATION AS A STAGE OF EVOLUTION OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Andrey V. Ulez'ko
Marina A. Zhukova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Socio-economic systems belong to the class of self-developing systems, the evolution of which is based on the natural processes of transformation of development conditions and factors that determine the technical and technological basis of the subsystem of generating economic benefits in accordance with the level of development of production relations. It is proposed to consider the processes of formation of digital economy and digital transformation of economic systems at various levels in the context of the neo-industrial development paradigm. When studying the essence of the category of 'digital economy' it is necessary to rely on the dominant and primary nature of the economy as a set of social relations and practices that determine the order of organization of business activities related to the production, exchange, distribution, and consumption of economic benefits. Digital transformation is interpreted as the process of transition of socio-economic systems of different levels to a qualitatively new level of using digital technologies in accordance with the ultimate goal of transformation of objects of digitization within the strategy of transition to a new model of development and implementation of priority directions for the formation of digital economy. The main tool for the formation of technological basis for digital economy is digital platforms. They include a complex of organizational and technological software and hardware solutions that allow creating an environment for efficient digital interactions of subjects integrated into a single information space. Digital platforms provide convergence of digital technologies and new models of economic activities, and determine the forms of interactions of subjects of digital economy in the format of the so-called digital ecosystems that reflect the way of organizing the interactions of subjects within the digital environment. The scale of future digital transformations in all the spheres of human life requires the creation of mechanisms for effective management of digital transformation.

KEYWORDS: evolution, development, socio-economic system, digital economy, digital transformation, digitalization.

Социально-экономические системы относятся к классу саморазвивающихся систем, эволюция которых базируется на естественных процессах трансформации условий развития и факторов, определяющих технико-технологический базис подсистемы генерации экономических благ в соответствии с уровнем развития совокупности отношений по поводу их производства, обмена, распределения и потребления.

На каждом этапе эволюции социально-экономических систем существует совокупность ключевых факторов, определяющих их вектор развития, интенсивность и устойчивость процессов эволюции, возможности систем адаптироваться к изменениям среды функционирования, необходимость скачкообразного перехода из одного состояния в другое, обеспечивающих конкурентоспособность систем и способность воспроизводить их структурную и функциональную целостность.

По мнению ряда исследователей [4, 14, 20], эволюцию социально-экономических систем следует рассматривать как процесс сознательного разрушения, связанного с внедрением технико-технологических и социально-экономических новаций. Они убеждены, что для эволюционной экономики состояние равновесия неприемлемо и не должно рассматриваться в качестве одной из целей развития социально-экономических систем, но при этом можно вести речь об относительно устойчивом состоянии развития.

Как правило, фазе перехода системы из одного устойчивого состояния развития в другое предшествует ускоренное формирование факторов, которые будут являться ключевыми в ближайшей перспективе и окажут непосредственное влияние на качество технико-технологической базы системы и ее воспроизводственные возможности. Глубинное влияние на формирование системы факторов, определяющих ход эволюции социально-экономических систем и развитие производительных сил общества, оказывает научно-технический прогресс.

Эволюция социально-экономических систем должна рассматриваться в контексте смены доминирующих факторов развития, отражающих ключевые характеристики систем, и совокупности адаптивных реакций уже существующих типов систем к глобальным изменениям условий развития и возможностям коренной модернизации технико-технологической базы и институциональной среды. В рамках современной экономической теории традиционно выделяется три базовых этапа развития экономики, определяющих уровень развития производительных сил общества: аграрная экономика, основу которой составляет ручной труд), индустриальная экономика, базирующаяся на доминанте промышленного производства, и постиндустриальная экономика, ресурсы которой концентрируются на сфере услуг и повышении значимости так называемого «креативного труда».

Переход к постиндустриальной экономике характеризуется трансформацией организационной, технологической и социальной структур социально-экономических систем, резким ростом внедрения инновационных технологий во все сферы деятельности, повышением уровня информатизации системы общественного производства, опережающим ростом сферы услуг при сохранении роста промышленного производства, повышением образовательного уровня населения и изменением структуры их потребностей, обусловленной ростом инвестиций в наращивание человеческого капитала [1, 5, 9].

Вместе с тем часть исследователей считают, что термин «постиндустриальное общество» не соответствует сущности происходящих процессов, предлагая вести речь о «неоиндустриальной экономике» [3, 6, 10, 16]. При этом акцент делается на переходе от механизации процессов производства к их полной автоматизации. Приоритетность сферы услуг в системе общественного развития ставится этими авторами под сомнение, поскольку основу совокупности экономических благ по-прежнему составляет материальное производство, то есть та самая индустрия, но приобретающая принципиально иной технико-технологический базис.

Ряд авторов обращают внимание на необходимость выделения нескольких фаз этапа индустриального развития общества, обусловленных различиями в природе источников экономического роста. Так, например, И.М. Теняков [17] приходит к выводу о целесообразности вычленения трех фаз и соответственно трех системно-исторических типов экономического роста: раннеиндустриального, зрелого индустриального и позднеиндустриального. Если раннеиндустриальная фаза характеризовалась ростом уровня механизации производственных процессов и массовым использованием неквалифицированного труда, приоритетностью интересов собственников капитала, неустойчивостью экономического роста и существенной неравномерностью распределения технико-технологических новшеств во времени и пространстве, то фаза зрелой индустриальной экономики предполагала масштабную электрификацию всех сфер жизнедеятельности, существенный рост квалификации рабочей силы, формирование механизмов государственного регулирования экономических и социальных процессов, повышение устойчивости процессов развития, уровня пространственной равномерности экономического развития. Материально-технический базис позднеиндустриальной фазы общественного развития формируется на основе массового использования информационно-коммуникационных технологий в рамках перехода к пятому технологическому укладу. На этой фазе И.М. Теняков предлагает выделять два типа позднеиндустриального роста: информационно-индустриальный (в качестве основного источника рассматривается информатизация) и неоиндустриальный (основной источник роста – автоматизация). Принципиальная особенность как информационно-индустриальной, так и неоиндустриальной фаз развития экономики заключается в росте требований к качеству и квалификации трудовых ресурсов и превращении науки в ключевой элемент производительных сил при сохранении роли индустрии как основного источника генерации незаменимых экономических благ.

Исходя из этого мы разделяем позицию авторов, считающих использование терминов «постиндустриальное общество» и «постиндустриальная экономика» несколько преждевременным и предлагающих вести речь о новых фазах индустриального развития, отличающихся технико-технологической базой системы общественного производства, структурой занятости населения и уровнем его образования, источниками экономического роста и благосостояния населения и др.

Именно в контексте парадигмы неоиндустриального развития и предлагается рассматривать процессы формирования цифровой экономики и цифровой трансформации экономических систем различного уровня.

Новый термин «цифровая экономика», вошедший в научный оборот в последнее десятилетие, является предметом активной дискуссии значительного числа исследователей. В настоящее время не сформировалось не только единой трактовки его внутреннего содержания, но и общепризнанной теоретической и методологической базы изучения сущности и проблем внедрения цифровых технологий в систему общественного производства и социально-экономического развития. Бурное развитие информационных и коммуникационных технологий вынуждают вести речь о цифровой экспансии не только в экономические процессы, но и во все сферы жизнедеятельности человека, и о провоцировании возникновения новых разногласий, обусловленных трансформацией системы взаимодействия и коммуникации экономических субъектов.

В условиях формирования теории цифровой экономики сложилось многообразие подходов к ее определению. В рамках первого подхода цифровая экономика представляется в виде совокупности рынков, организованных на основе широкого использования информационно-коммуникационных технологий, в рамках второго – как отрасль общественного производства, обеспечивающая создание элементной базы электронных устройств и разработку комплекса технических и программных средств ин-

форматизации общества, в рамках третьего – как способ организации и формализации системы общественных отношений с помощью средств информатизации различных сфер жизнедеятельности, в рамках четвертого – как система информационных технологий обеспечения экономической деятельности и управления процессами социально-экономического развития, в рамках пятого – как инструмент генерации трансформационных эффектов, возникающих за счет использования цифровых технологий и цифровизации экономики, в рамках шестого – как новая парадигма общественного развития, предполагающая принципиально иную модель цифровизации процессов согласования производства и потребления, в рамках седьмого – как специально формируемая виртуальная среда, позволяющая обеспечить повышение эффективности воспроизводственных процессов и качество жизни населения, в рамках восьмого – как способ организации экономической деятельности на основе технологий электронной коммерции и электронного денежного оборота, в рамках девятого – как совокупность отраслей экономики и сегментов рынка, в которых добавленная стоимость создается на основе использования цифровых технологий.

При исследовании содержания категории «цифровая экономика» следует опираться на доминанту и первичность экономики как совокупности общественных отношений и практик, определяющих порядок организации хозяйственной деятельности, связанной с производством, обменом, распределением и потреблением экономических благ. Поскольку сущность категории «экономика» на всех этапах развития общества остается неизменной, то цифровая экономика должна рассматриваться в качестве определенного этапа общественного развития, связанного с резким возрастанием роли информации как стратегического ресурса и масштабным внедрением информационно-коммуникационных технологий во все сферы жизни общества с целью повышения эффективности системы воспроизводства экономических систем всех уровней.

Так, например, А.Е. Зубарев определяет цифровую экономику как системную «совокупность экономических отношений по поводу производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг техноцифровой формы существования» [8, с. 178]. По его мнению, именно техноцифровой характер экономических отношений выступает в качестве ключевого отличительного признака цифровой экономики. Он отмечает, что массовое использование цифровых технологий обуславливает трансформацию содержания экономических постулатов, традиционных для индустриальной экономики. Меняется сущность таких экономических понятий, как «материальное» и «нематериальное», пространство и время, конфиденциальность и открытость, транзакция и сделка и т. п. Он также предлагает рассматривать цифровую экономику как в широком, так и в узком смысле слова. В узком смысле слова цифровая экономика представляется им как экономика, базирующаяся на цифровых технологиях, продуктах и услугах, предоставляемых интернет-компаниями, а в широком смысле – как экономику хозяйствующих субъектов, функционирующих в рамках единого информационного пространства на основе использования универсальных стандартов цифровых форматов и технологий.

Ю.В. Якутин вполне справедливо отмечает, что «цифровая экономика не утверждает новый способ производства, не устанавливает новую систему производственных отношений. Она не отменяет товарно-денежные отношения, не сбрасывает с них венец рыночного триумфа – отношения эксплуатации труда капиталом. Все сохраняется» [22, с. 36]. Внутреннее содержание экономики при переходе на использование цифровых технологий не изменяется, меняется лишь состав и структура производительных сил, уровень развития инфраструктуры и информационных технологий.

Именно исходя из внутренней сущности цифровой экономики мы считаем неправомерным использование утверждений типа «в условиях цифровой экономики ... экономическая деятельность сосредоточена в сети Интернет» [12, с. 39], поскольку ка-

тегория «экономическая деятельность» охватывает совокупность разнородных действий на всех уровнях хозяйствования, связанных с производством, обменом, распределением и потреблением экономических благ, удовлетворением различного рода потребностей индивидов, социальных групп и общества в целом. Глобальные информационные сети и информационно-коммуникационные технологии лишь обеспечивают рост эффективности воспроизводственных процессов, снижение уровня транзакционных издержек, повышение скорости обмена информацией, удовлетворение информационных потребностей хозяйствующих субъектов и отдельных индивидов, но не изменяют саму сущность экономической деятельности. Именно поэтому цифровая экономика не способна «максимально удовлетворить любые потребности каждого потребителя независимо от пола и возраста» [12, с. 39]. Сомнительным представляется и вывод о том, что в условиях цифровой «за счет минимизации посредников в экономике теряют смысл фазы обмена и распределения» [12, с. 39].

Заслуживает внимания трактовка цифровой экономики как типа экономики, способной сформировать информационно-коммуникационную структуру высокого качества, позволяющую всем экономическим субъектам интегрироваться в единое информационное пространство и максимально полно использовать информационно-коммуникационные технологии в интересах конечных потребителей экономических благ, общества в целом, бизнес-структур и государства. Данное определение передает глубинный смысл данного термина и позволяет абстрагироваться от второстепенных атрибутов, утяжеляющих понимание краеугольных аспектов изучаемого понятия в отличие, например, от такой дефиниции, используемой Д.М. Зозуля: «Цифровая экономика представляет собой комплексную интегрированную систему гибких технологий и коммуникаций интеллектуального общества, обеспечивающую решение актуальных экономических задач» [7, с. 5], в которой за терминами «гибкие технологии», «коммуникации», «актуальные экономические задачи» скрывается сущность цифровой экономики и ее отличие от экономики традиционной.

Наряду с термином «цифровая экономика» в научный оборот вошел и термин «цифровая трансформация». Цифровая трансформация в самом широком смысле трактуется как процесс перехода социально-экономических систем на качественно новый уровень использования цифровых технологий в соответствии с конечной целью преобразований объектов цифровизации в рамках стратегии перехода к новой модели развития и реализации приоритетных направлений формирования цифровой экономики.

В качестве объектов цифровой трансформации традиционно выделяются продукты, создающиеся на основе использования цифровых технологий, процессы, связанные с внедрением цифровых технологий, люди, деятельность которых связана с использованием цифровых технологий, и системы, в границах которых осуществляется взаимодействие людей, процессов и продуктов. То есть цифровые технологии составляют своеобразный каркас цифровой экономики.

Т.Н. Юдина и И.М. Тушканов [21] выделяют два сущностных аспекта цифровой трансформации, рассматривая ее, с одной стороны, как процесс разработки специализированных цифровых платформ и формирования совокупности операторов, обеспечивающих их массовое использование, а с другой стороны – как модернизацию содержания системы экономических отношений в контексте изменения вектора их субъектно-объектной ориентации и трансформации природы хозяйственных процессов.

Именно цифровые платформы являются инструментом формирования технологического базиса цифровой экономики, ее строительными блоками. Цифровая платформа представляет собой программно-аппаратный комплекс организационных и технологических решений, позволяющих формировать среду эффективного цифрового взаимодействия субъектов, интегрированных в единое информационное пространство,

и ориентированных на решение широкого круга задач, определяемых особенностями отраслей народного хозяйства и сфер жизнедеятельности человека.

Существует множество определений, акцентирующих внимание на различных функциональных аспектах цифровых платформ (онлайн-платформа для оказания цифровых услуг; бизнес-модель организации обмена информацией; информационная система, реализующая набор заданных функций; совокупность информационных сервисов, объединенных для решения конкретных информационных задач; инструмент концентрации информации, ее систематизации и распределения; среда формирования цифровых экосистем и др.), но они не затрагивают базовых характеристик данной категории.

С точки зрения функциональности цифровых платформ, по мнению А.И. Воробьева и М.О. Колбанёва [2], следует выделять технологические платформы, обеспечивающие доступ пользователей к конкретным видам сквозных технологий, и бизнес-платформы, ориентированные на предоставление конкретных услуг субъектам экономических отношений. Цифровые платформы обеспечивают конвергенцию цифровых технологий и новых моделей экономической деятельности, обуславливая формы взаимодействия субъектов цифровой экономики в формате так называемых цифровых экосистем.

Массовый переход социально-экономических систем к цифровой экономике возможен лишь при условии достижения их территориальными и отраслевыми подсистемами определенного уровня информатизации и развития информационной инфраструктуры, гарантирующего полноценность вертикальной и горизонтальной интеграции их структурных и функциональных элементов в единое информационное пространство, техническую возможность цифровизации базовых экономических процессов и формирования адекватной институциональной среды, определяющей правила и регламенты цифровой трансформации социально-экономических систем и особенности поведения и взаимодействия экономических субъектов в условиях масштабного использования цифровых технологий во всех сферах жизнедеятельности человека и коренной модернизации коммуникационной системы.

Для описания процессов формирования цифровой экономики часто используют термин «цифровизация», сущность которого также нуждается в уточнении и определении его взаимосвязи с понятием «информатизация».

Цифровизацию в широком смысле слова, по мнению В.А. Плотникова, следует представлять как «процесс внедрения цифровых технологий генерации, обработки, передачи, хранения и визуализации данных в различные сферы человеческой деятельности» [13, с. 17]. Он считает, что в качестве ключевого отличия понятий «цифровизация» и «информатизация» можно использовать ширину охвата информационных процессов. Информатизация охватывает весь спектр информационных процессов общественного развития, тогда как цифровизация – только те процессы, которые связаны с генерацией и использованием информации, представленной в цифровом формате. Исходя из его логики цифровизация может рассматриваться как один из этапов глобального процесса информатизации. В качестве неоспоримых преимуществ цифрового представления информации В.А. Плотников выделяет повышение устойчивости систем к помехам и искажениям информации, возможность минимизации затрат, связанных с реализацией информационных процедур, возможность унификации разнородных организационных, технико-технологических и программно-аппаратных элементов и использования новых алгоритмов и технологий обработки информации, повышение скорости реакции социально-экономических систем на изменения среды их функционирования и др.

Отмечая, что формирование цифровой экономики (цифровое преобразование) происходит через реализацию конкретных цифровых проектов, В.П. Куприяновский, А.П. Добрынин, С.А. Синягов и Д.Е. Намиот [18] считают, что команды, разрабаты-

ющие цифровые проекты, должны быть сосредоточены на решении таких ключевых задач, как разработка стратегии цифрового развития, формирование механизмов управления различными видами цифровой деятельности, разработка инструментов преобразования эффектов от реализации проектов цифровизации в операционное превосходство, обеспечивающие получение устойчивых конкурентных преимуществ. При этом возникновение эффектов перехода к цифровой экономике происходит в результате разработки комплекса цифровых моделей экономической реальности, обеспечение их релевантной измеряемой информацией, использования инновационных методов ее обработки, создания условий открытого доступа к информационным ресурсам и технологиям и удобных интерфейсов реализации информационных потребностей всех экономических субъектов.

Очевидно, что в качестве одного из ключевых элементов институциональной среды развития цифровой экономики выступает государство, формирующее политику цифровой трансформации и реализующее ее через совокупность целевых программ, основной из которых в настоящее время является государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [15]. Данная программа предусматривает выделение трех базовых уровней фокусирования проблем, отражающих специфику внедрения цифровых технологий в рамках массовой цифровизации экономики. Первый уровень связан с процессами цифровизации отдельных отраслей и сфер деятельности и обеспечением цифрового взаимодействия отдельных экономических агентов; второй – ориентирован на разработку и внедрение цифровых платформ и технологий, обеспечивающих реализацию требуемых компетенций в соответствии с функциональной спецификой предметных областей, подлежащих цифровизации; третий – с формированием и развитием благоприятной институциональной среды, обеспечивающей максимальную эффективность использования цифровых платформ и технологий с учетом особенностей функционирования конкретных отраслей и сфер.

Данные уровни в целом отражают иерархию задач цифровой трансформации, но, как утверждают специалисты Фонда «Цифровые платформы» [19], проблемы первого уровня, по сути, оказались за рамками фокуса государственной программы, что создало предпосылки ослабления внимания к ним при разработке мероприятий по ее реализации (инфраструктурные, технологические, научные, образовательные и иные решения и инициативы), хотя исследование проблем разработки и реализации цифровых платформ и технологий невозможно вне контекста конкретных рынков, отраслей и сфер деятельности. Такой подход к фокусированию может обусловить произвольное игнорирование принципиально важных трендов и процессов цифровизации, возникновению «белых пятен» и искажений содержания процессов цифровой трансформации.

Указывая на серьезность и статусность данной государственной программы и ее взаимоувязанность с другими документами по стратегическому развитию, Ю.В. Якутин обращает внимание на ряд моментов, порождающих определенные проблемы, связанные с практикой ее реализации [22]. Во-первых, это упрощенное понимание самого термина «цифровая экономика» (сведение ее к хозяйственной деятельности, в которой статус ключевого ресурса производства приобретают данные, представленные в цифровом виде); во-вторых, игнорирование таких фаз воспроизводства, как обмен, распределение и потребление; в-третьих, условность категории «большие базы данных» (отсутствие объективных критериев отнесения к категории «большим»); в-пятых, гипертрофированный акцент на использование в качестве ключевого ресурса «данных в цифровом виде» (игнорирование незаменимости традиционных факторов производства); в-шестых, декларативный характер локальных целей (подцелей) и программных задач и отсутствие системы понятных индикаторов, отражающих конкретику каждой из подцелей и задач; в-седьмых, недооценка необходимости формирования отечественной эле-

ментной базы цифровой экономики; в-восьмых, определенное игнорирование уровня отдельных рынков и отраслей при смещении акцентов на разработку платформ и технологий и формирование среды, обеспечивающей возможность цифровой трансформации; в-девятых, путаница в категориях при рассмотрении среды, формирующей условия разработки цифровых платформ и технологий как уровня развития цифровой экономики; в-десятых, отсутствие механизмов обеспечения массового использования сквозных информационных технологий, заявленных в Программе.

Идеология цифровой экономики объективно породила проблему возникновения и распределения так называемых «цифровых дивидендов». В качестве основных видов цифровых дивидендов в современной экономической литературе, как правило, рассматриваются экономический рост, рост производительности труда, новые рабочие места, снижение уровня транзакционных издержек и повышение качества услуг, предоставляемых на основе использования цифровых технологий.

И это не единственная проблема ускоренного перехода на цифровую модель развития экономики. Так, М.О. Лихачев [11] обращает внимание на тот факт, что цифровая трансформация экономики объективно способна обусловить взрывной характер экономического роста и бурное развитие IT-сектора на первых этапах массовой цифровизации, но в дальнейшем она встанет перед проблемой естественной ограниченности традиционных ресурсов, используемых в реальном секторе экономики. Поддержание высоких темпов развития цифровой экономики невозможно без адекватного развития ее материальной базы и инфраструктуры, тогда как генерируемые в секторе информационных технологий значительные суммы доходов естественным образом будут стимулировать избыточность спроса на экономические блага, создаваемые в традиционных секторах экономики и характеризующиеся более низким уровнем эластичности предложения по сравнению с товарами и услугами, производимыми в секторе цифровой экономики. Кроме того, экономические блага, генерируемые в рамках цифровой экономики, характеризуются критически низким уровнем конкурентоспособности в силу практически неограниченных возможностей их воспроизводства в рамках массового тиражирования и превращением во всеобщее достояние, доступное в силу открытости информационного пространства. Существует объективная опасность того, что при замедлении темпов создания новых информационных продуктов, привлекательных для потребителя, или в условиях роста конкуренции в секторе цифровых технологий может сформироваться устойчивая тенденция относительного обесценивания продуктов цифровой экономики и критического падения доходности IT-индустрии, что, в конечном счете, потребует выделения значительных средств на поддержание пропорций развития традиционных и новых секторов экономики, формирование институтов, обеспечивающих контроль за развитием цифровой экономики и справедливым распределением цифровых дивидендов.

Но самая острая проблема перехода к цифровой экономике связана с изменением уровня занятости населения и принципиальными изменениями требований к уровню квалификации рабочей силы. По разным оценкам, переход к модели цифровой экономики способен обеспечить дву-, а то и трехкратное повышение производительности труда в реальном секторе экономики, что приведет к огромному переизбытку на рынке труда, но при этом будет наблюдаться устойчивый дефицит высококвалифицированных кадров, способных эффективно работать в условиях новой экономики. Возникшие излишки рабочей силы не смогут гарантированно «перетечь» в сектор разработки цифровых технологий производства экономических благ, что создаст условия созревания масштабного социального кризиса и потребует выделения значительного объема бюджетных средств для реализации программ повышения занятости населения и его социальной поддержки. Причем уровень этих затрат может быть сопоставим с эффектом, полученным в ходе реализации программы цифровизации экономики страны.

Проведенные исследования позволяют сформулировать положения, определяющие содержание перехода социально-экономических систем от традиционной экономики к цифровой:

- цифровизация – это объективный этап эволюции социально-экономических систем, связанный с массовым использованием цифровых технологий, реализацией новых моделей взаимодействия субъектов экономических отношений, объективно обуславливающих глубинные преобразования парадигмы социально-экономического развития;

- цифровая экономика не должна отождествляться с изменением способа производства и трансформацией системы производственных отношений, внутреннее содержание экономики при ее цифровизации не изменяется, меняется лишь состав и структура производительных сил, уровень развития инфраструктуры и информационных технологий;

- специфика каждой из фаз воспроизводственного процесса объективно обуславливает необходимость разработки и использования процессно-ориентированных цифровых технологий, адекватных их внутренней сущности и особенностям организации, позволяющих обеспечить органическую взаимосвязь и синхронизацию протекания фаз производства, обмена, распределения и потребления экономических благ;

- в условиях высокого уровня неоднородности технико-технологического и информационного развития отдельных отраслей, сфер деятельности и территорий в рамках одной программы развития цифровой экономики невозможно обеспечить комплексный подход к реализации стратегии цифровизации экономики, требуется разработка совокупности согласованных стратегий цифровой трансформации разноуровневых социально-экономических систем на основе использования сквозных цифровых технологий;

- специфика конкретных сфер деятельности и отраслей общественного производства предполагает использование как универсальных, так и уникальных цифровых платформ, позволяющих реализовывать комплекс как типовых, так и специфических отраслевых функций и задач и обеспечить эффективное взаимодействие субъектов цифровой экономики в рамках единого информационного пространства и формирования цифровых экосистем;

- ошибки при оценке потенциала цифрового развития социально-экономических систем, обосновании системы целеполаганий, неадекватность установленных целей возможностям отдельных систем могут стать объективной причиной неэффективного использования ограниченных финансовых ресурсов и привести к дискредитации идеи цифровой трансформации экономики страны;

- массовый переход социально-экономических систем к цифровой экономике возможен лишь при условии достижения их территориальными и отраслевыми подсистемами определенного уровня информатизации и развития информационной инфраструктуры, гарантирующего полноценность вертикальной и горизонтальной интеграции их структурных и функциональных элементов в единое информационное пространство, техническую возможность цифровизации базовых экономических процессов и формирования адекватной институциональной среды;

- реализация стратегии формирования отечественной цифровой экономики требует предварительной реализации программы формирования собственной элементной базы реализации массовых цифровых технологий для минимизации зависимости от зарубежных партнеров и наращивания собственного потенциала цифровой трансформации;

- управление процессами цифровой трансформации должно рассматриваться как управление развитием социально-экономических систем, что требует модернизации методологии управления процессами развития на основе меняющейся парадигмы социально-экономического развития;

- массовая цифровизация реального сектора обеспечит существенный рост производительности труда и обусловит значительное сокращение числа рабочих мест в отраслях и сферах традиционной экономики, что потребует решения проблемы занятости населения и его социальной поддержки.

Масштабность грядущих цифровых преобразований всех сфер жизнедеятельности человека объективно порождает ряд глобальных экономических и социальных проблем, для успешного решения которых общество должно сформировать механизмы эффективного управления цифровой трансформации системы общественного воспроизводства, общественно справедливого распределения цифровых дивидендов, ликвидации проблемы роста цифрового неравенства, предоставления социальных гарантий трудоактивной части населения, столкнувшейся с проблемами трудоустройства.

Библиографический список

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / Д. Белл ; пер. с англ. – Москва : Academia, 2004. – 390 с.
2. Воробьев А.И. Инфокоммуникация и архитектура цифровой экономики / А.И. Воробьев, М.О. Колбанёв // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 4 (20). – С. 1025–1035.
3. Гэлбрейт Дж. Новое индустриальное общество / Дж. Гэлбрейт ; пер. с англ. – Москва : ООО «Издательство АСТ», ООО «Транзиткнига»; Санкт-Петербург : Terra Fantastica, 2004. – 602 с.
4. Дмитриев С.Г. О становлении теории «созидательного разрушения» / С.Г. Дмитриев // Креативная экономика. – 2011. – Т. 5, № 12. – С. 46–50.
5. Домакур О.В. Постиндустриальное общество: структура, признаки, механизм и закономерности формирования / О.В. Домакур // Экономическая наука сегодня. – 2016. – № 4. – С. 39–47.

6. Душкова Н.А. К дискуссии по вопросу об обществе будущего: постиндустриальном или неоиндустриальном / Н.А. Душкова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2013. – Т. 9, № 4. – С. 136–139.
7. Зозуля Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы / Д.М. Зозуля // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 1–14.
8. Зубарев А.Е. Цифровая экономика как форма проявления закономерностей развития новой экономики / А.Е. Зубарев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2017. – № 4 (47). – С. 177–184.
9. Канатаев Д.В. Постиндустриальное общество: реальность и перспективы / Д.В. Канатаев // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2017. – Т. 2, № 3. – С. 158–159.
10. Кучуков Р.А. Неоиндустриальная модель хозяйствования как определяющее условие развития экономики России / Р.А. Кучуков // Горизонты экономики. – 2015. – № 2 (21). – С. 17–26.
11. Лихачев М.О. Современные инновации и классическая экономическая теория / М.О. Лихачев // Экономический журнал. – 2018. – № 1 (49). – С. 6–14.
12. Маймина Э.В. Особенности и тенденции развития цифровой экономики / Э.В. Маймина, Т.А. Пузыня // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2017. – № 6 (67). – С. 37–45.
13. Плотников В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В.А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4 (112). – С. 16–24.
14. Поланьи К. Великая трансформация. Политические и экономические истоки нашего времени / К. Поланьи. – Санкт-Петербург : Алетей, 2002. – 320 с.
15. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71734878/> (дата обращения: 22.12.2018).
16. Сушкова И.А. Новая индустриализация национальной экономики: понятие, условия, подходы / И.А. Сушкова // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 4. – С. 93–97.
17. Теняков И. Системно-историческая типология экономического роста / И. Теняков // Журнал экономической теории. – 2017. – № 4. – С. 83–94.
18. Целостная модель трансформации в цифровой экономике – как стать цифровыми лидерами / В.П. Куприяновский, А.П. Добрынин, С.А. Синягов, Д.Е. Намиот // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 26–33.
19. Цифровая экономика: Глобальные изменения на основе новых цифровых технологий и инновационных бизнес-моделей // Портал Фонда «Цифровые Платформы». – Режим доступа: <http://fidp.ru/research/> (дата обращения: 22.12.2018).
20. Шумпетер Й.А. Капитализм, Социализм и Демократия / Й.А. Шумпетер ; пер. с англ. – Москва : Экономика, 1995. – 540 с.
21. Юдина Т.Н. Цифровая экономика сквозь призму философии хозяйства и политической экономики / Т.Н. Юдина, И.М. Тушканов // Философия хозяйства. – 2017. – № 1. – С. 193–200.
22. Якутин Ю.В. Российская экономика: стратегия цифровой трансформации (к конструктивной критике правительственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации») / Ю.В. Якутин // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2017. – № 4. – С. 27–52.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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.

Марина Александровна Жукова – старший преподаватель кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: marinazhukova8484@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 12.02.2019

Дата принятия к печати 02.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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.

Marina A. Zhukova, Senior Lecturer, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: marinazhukova8484@mail.ru.

Received February 12, 2019

Accepted March 02, 2019

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

Зинаида Петровна Медеяева¹
Екатерина Борисовна Трунова²
Владимир Григорьевич Ширококов¹

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Воронежский филиал

Эффективность деятельности организации в условиях рыночной экономики зависит от адекватности построения системы управления, которая заключается в сравнении затрат и результатов. Для немонополизированных предприятий важное значение имеет уровень себестоимости производимой продукции. Сформулированы задачи менеджмента и охарактеризована взаимосвязь его функций: планирования, нормирования, учета, анализа, контроля и регулирования. Структура системы представлена в виде трех блоков: 1) учет затрат; 2) контроль расходов; 3) разработка мероприятий по их оптимизации. Показаны роль и место бухгалтерского управленческого учета в информационном обеспечении системы управления затратами. Выявлено, что методы, инструменты и объекты учета затрат находятся в тесной зависимости от сложившихся подходов менеджмента к построению системы управления. Обоснована необходимость дифференцированного отражения в учете и отчетности эффективных и неэффективных затрат, регулируемых и нерегулируемых расходов, затрат в пределах норм и отклонений от нормативов. С этой целью разработана система бухгалтерских счетов для учета затрат на производство продукции, позволяющая улучшить качество информационного обеспечения выполнения аналитических и контрольных функций, а также организовать автономное функционирование бухгалтерского управленческого учета без нарушения общих принципов учетного процесса. Представленные инструменты предполагают использование в максимальной степени свободных позиций типового плана счетов. Информация о расходах, полученная в предложенной системе бухгалтерских счетов, позволяет управлять текущими затратами, разрабатывать координирующие мероприятия по устранению отклонений, выявлять места и причины их возникновения, устранять неэффективные расходы, осуществлять оптимизацию нерегулируемых затрат. Представлены основные направления развития управленческого учета, обусловленные глобальными изменениями в области трансформации традиционной отчетности в сведения об устойчивом развитии и предполагающие формирование интегрированной отчетности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление затратами, управленческий учет, эффективные и неэффективные затраты, регулируемые и нерегулируемые затраты, управленческие решения, отчетность об устойчивом развитии, интегрированная отчетность.

IMPROVEMENT OF MANAGEMENT ACCOUNTING AS AN ELEMENT OF COST MANAGEMENT SYSTEM OF THE ORGANIZATION

Zinaida P. Medelyaeva¹
Ekaterina B. Trunova²
Vladimir G. Shirobokov¹

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh Branch

The efficiency of operation of any organization in the market economy depends on the adequacy of building the management system, which consists in comparing the costs and results. For non-monopolized enterprises the level of production costs is important. The authors have formulated the management tasks and characterized the interrelation of its functions, such as planning, standardization, accounting, analysis, controlling, and regulation. The structure of the system is presented in the form of three blocks: 1) cost accounting; 2) expenditure control; 3) development of measures for their optimization. The article shows the role and place of management accounting in the information support of the cost management system. It is revealed that the methods, tools and objects of cost accounting are closely dependent on the existing management approaches to building the management system. The authors substantiate the necessity of differentiated accounting recognition and reporting of efficient and inefficient costs, controllable and uncontrollable expenses, costs within the limits, and deviations from standards. For this purpose the authors have developed a system

of accounts for controlling the costs of production. It allows improving the quality of information support for the implementation of analytical and control functions, as well as organizing an autonomous functioning of management accounting without violating the general principles of the accounting process. The presented tools presuppose the use of free items of the standard accounts chart to the maximum extent. The information on expenditures obtained within the proposed system of accounts allows managing the current expenditures, developing the coordination measures to eliminate deviations, identifying the weak points and their causes, eliminating inefficient expenditures, and optimizing uncontrollable costs. The authors present the main directions for the development of management accounting determined by global changes in the transformation of conventional reporting into the information on sustainable development and involving the formation of integrated reporting.

KEYWORDS: cost management, management accounting, efficient and inefficient costs, controllable and uncontrollable costs, management decision, sustainability reports, integrated reports.

В условиях социально ориентированной экономики важное место в системе управления занимает достижение цели обеспечения достаточного уровня прибыли, необходимого для финансирования расширенного воспроизводства, выполнения социальных функций и проведения экологических мероприятий. Величина прибыли находится в прямой зависимости от размера доходов и расходов организации. На сумму доходов оказывают влияние деловая активность организации (объем реализуемой продукции, организация маркетинговой деятельности, наличие клиентской базы и др.) и цены продаж. В условиях рынка цена на продукцию складывается под влиянием соотношения спроса и предложения. Предприятия большинства отраслей, не относящиеся к числу монополистов, оказывают незначительное влияние на цены. В этой связи важное значение приобретает построение рациональной системы управления затратами, оптимизация которых позволяет достичь стабильного функционирования организации. Предприятия, у которых формируется более низкий уровень себестоимости, имеют значительные конкурентные преимущества. Следовательно, эффективное управление устойчивым развитием предприятия невозможно без решения проблемы управления расходами.

Основной целью системы управления расходами является обоснование затрат, анализ и контроль за их исполнением, корректировка с целью повышения эффективности [19]. Необходимость создания системы управления расходами обусловлена влиянием затрат на себестоимость продукции, процесс ценообразования и, как следствие, на финансовый результат [7, 21, 22].

Для организации системы управления затратами необходимо решить следующие задачи:

- выявить роль системы управления затратами в повышении эффективности деятельности предприятия;
- подготовить информационную базу по формированию затрат для принятия управленческих решений [2, 3];
- выбрать систему управления затратами с учетом организационно-экономических условий деятельности предприятия [13].

Система управления затратами должна выполнять следующие функции:

- обоснованно прогнозировать, нормировать, учитывать затраты на производство и реализацию продукции и калькулировать;
- осуществлять контроль затрат по центрам ответственности (структурным подразделениям), видам продукции;
- анализировать динамику показателей, оказывающих влияние на формирование себестоимости произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг;
- производить факторный анализ и выявлять резервы снижения затрат в разрезе бизнес-процессов (на стадии снабжения, на всех этапах производственного процесса и в ходе реализации продукции).

В структуре информационного обеспечения менеджмента организации важное место занимают сведения, формируемые в системе бухгалтерского управленческого учета. В странах с богатым опытом рыночных отношений имеются теоретические и практические наработки в области управленческого учета. В России исследование проблем

управленческого учета получило начало в конце 90-х годов прошлого столетия. При этом на начальном этапе управленческий учет отождествлялся с производственным учетом.

В современной отечественной и зарубежной литературе управленческий учет трактуется шире, чем понятие «учет затрат», которое господствовало в научной литературе и методических документах советского периода и до сих пор оказывает существенное влияние на организацию практической бухгалтерии. Данное понятие вбирает в себя не только документирование, отражение на бухгалтерских счетах фактически понесенных затрат и калькулирование себестоимости продукции, но и основные элементы информационного обеспечения стратегических и тактических решений об ассортименте выпускаемой продукции, рынках сбыта, возможности реализации инновационных проектов и т. п. [1, 20].

В «Методических рекомендациях по организации и ведению управленческого учета», утвержденных Экспертно-консультативным советом по вопросам управленческого учета при Минэкономразвития РФ, предложена трактовка управленческого учета как процесса идентификации, измерения, накопления, подготовки, интерпретации и представления экономической информации финансового и нефинансового характера, необходимой для принятия управленческих решений и осуществления контроля за их исполнением, а также выработке координационных действий [11].

Л.В. Попова, И.А. Маслова и К.Э. Дудина отмечают, что в современных экономических условиях роль управленческого учета особенно важна в обосновании управленческих решений [14]. Н.Т. Лабынцев и Н.Ю. Архипенко акцентируют внимание на значении управленческого учета в условиях кризисных явлений в экономике [8], когда при построении системы управления расходами проводится оптимизация таких видов затрат, которые находятся в зависимости от внутренних факторов организации и на которые могут оказывать воздействие менеджеры.

Охарактеризуем наиболее важные аспекты управления затратами, которые определяют себестоимость продукции. В системе бухгалтерского управленческого учета возникает необходимость сформировать релевантную информационную базу.

Система управления затратами включает в себя три взаимосвязанных направления:

- обеспечение учета затрат;
- управление затратами;
- разработка мероприятий по их оптимизации.

Взаимосвязь системы управления затратами и бухгалтерского управленческого учета в производственных организациях представлена на рисунке 1.

В процессе исследования авторы пришли к выводу, что существует тесная взаимосвязь между управленческим учетом и менеджментом. На методику и организацию управленческого учета оказывают существенное влияние сложившиеся параметры менеджмента: уровни управления, функции, процессы и т. д. Выбор методик и инструментария управленческого учета зависит от характера менеджмента (традиционный или инновационный; стратегический или тактический). Содержание и формы представления информации о затратах организации зависят от организационной структуры управления, подходов к менеджменту и других факторов. Принято различать несколько подходов к менеджменту:

- подход научного управления;
- административный подход;
- подход с точки зрения человеческих отношений и выделившийся из него поведенческий (бихевиористический) подход;
- количественный подход;
- процессный подход;
- системный подход;
- ситуационный подход.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ



Рис. 1. Взаимосвязь системы управления затратами и бухгалтерского управленческого учета

Два первых подхода свойственны для классической или административной школы менеджмента (А. Файоль, Ф.У. Тейлор), целью которой было создание универсальных принципов управления.

Школа человеческих отношений (Э. Мэйо и др.) и школа поведенческих наук (А. Маслоу, Р. Лайкерт и др.) характеризуют аспекты социального взаимодействия, мотивацию, лидерство и т. п. Применение инженерных наук, математических наук и статистики лежит в основе количественного подхода. Процессный подход рассматривает управление как процесс непрерывных, взаимосвязанных действий по планированию, организации, мотивации и контролю. При ситуационном подходе моделируются типовые ситуации с конкретными параметрами бизнеса, условиями их выполнения и набором управленческих решений. Все эти подходы оказывают влияние на построение управленческого учета.

В системе управленческого учета используют разные методы и инструменты, направленные на удовлетворение информационных потребностей менеджмента. В основе широко применяемой в странах с рыночной экономикой системы «директ-костинг» лежат количественные статистико-математические подходы при распределении затрат на постоянные и переменные. При этом предполагается реализация ситуационного подхода при решении вопросов, как произвести или купить отдельные комплектующие, входящие в состав готового продукта, а также вычисление критической точки безубыточности для решения задач: «начать производство конкретных видов продукции при определенном уровне спроса», «обосновать возможность снижения цен в определенные периоды на отдельные виды продукции», «определить предел допустимого уровня покрытия затрат», «рассчитать предел снижения цены» и т. п.

Бихевиористический подход в менеджменте также оказывает влияние на выбор инструментов управленческого учета. При разработке проблемы бюджетирования предполагается принимать во внимание поведенческие аспекты, такие как мотивация; участие (бюджет позволяет исполнителям осознать себя частью процесса бюджетирования и добиваться оптимизации затрат, повышения качества выпускаемой продукции и т. п.); обратная связь; групповой эффект (необходимость исполнения бюджета позволяет повысить сплоченность исполнителей, выполнение поставленных задач и снижение непроизводственных потерь).

Влияние административного подхода заключается в том, что управленческий учет должен представлять информацию в соответствии с уровнями управления. Например, оценка эффективности инвестиций и внедрения инноваций необходима менеджерам высшего звена. Она мало интересна руководителям среднего и низшего уровня (начальникам цехов, бригадирам). В системе управленческого учета важно обеспечить высший уровень управления сведениями о затратах, необходимых для обеспечения высокого качества продукции, способствующего достижению преимуществ в конкурентной борьбе [16]. Для руководства на среднем и низшем уровне важное значение имеет формирование затрат и отклонений в разрезе центров ответственности. При этом в системе учета необходимо обеспечить получение сведений не только об уровне затрат, но и о потерях при хранении и продажах продукции. Поэтому для стимулирования внутрифирменного предпринимательства должен быть организован учет затрат и результатов по центрам ответственности. Он позволит обеспечить управление подразделениями предприятия, мотивацией и оценкой эффективности. В системе управленческого учета формируются сведения о затратах и доходах подразделений и другие показатели результативности. Его данные служат основой для трансфертного ценообразования.

В рамках теории административного управления наблюдается тенденция характеристики менеджмента организации как последовательности основных функций уп-

рвления. В отечественной науке функции управления делились на основные и конкретные. К основным функциям принято относить планирование и прогнозирование, организацию, координацию и регулирование, стимулирование, контроль, учет и анализ. В условиях функционирования развитой системы управленческого учета происходит интеграция отдельных функций. Диффузное проявление этих функций в системе управления затратами привело к необходимости исследования поведения затрат на конкретных предприятиях в зависимости от различных факторов, изменению подходов к их классификации, повлияло на группировку и распределение затрат между объектами и в конечном счете обусловило применение методов «директ-костинг», «стандарт-кост», «таргет-кост» и других.

Одним из современных подходов к характеристике деятельности предприятий является управление происходящими в нем бизнес-процессами. Акцент смещается с функций на бизнес-процессы, а деятельность предприятия рассматривается как сложная бизнес-модель, имеющая иерархию целей, направления деятельности и функционирующая как система взаимосвязанных между собой бизнес-процессов. Этот подход позволяет осуществить моделирование и реинжиниринг бизнес-процессов с позиции их эффективности. Эти факторы оказывают влияние на построение информационной базы управленческого учета. Основным объектом учета является бизнес-процесс, который представляет собой иерархию взаимосвязанных операций, направленных на выпуск продукции определенного качества, соответствующего требованиям потребителя. При сочетании с бихевиористическим подходом бизнес-процессы представляют как поток последовательных операций, выполняемых то одними, то другими исполнителями по цепочке. В организации протекают многочисленные процессы, обеспечивающие заготовку и хранение ресурсов, непосредственное производство продукции, ее сбыт, а также управленческие процессы и другие. Каждый бизнес-процесс имеет свои границы: вход и выход. Система управленческого учета и анализа должна обеспечить оценку эффективности бизнес-процессов, центральное место в которой занимает определение себестоимости отдельных операций. Кроме того, большое значение придается отражению сведений о соблюдении сроков выполнения операций, количестве произведенной продукции, параметрах ее качества и др. Процессно-ориентированные подходы к управлению предполагают учет и распределение затрат по отдельным операциям, которые осуществляются путем применения ABC-метода.

Важное значение в системе финансового и управленческого учета имеет формирование затрат и расходов организации по различным признакам. Разрабатываемая система бухгалтерских счетов должна исходить из научно обоснованной классификации затрат [11, 20]. При этом возможны различные варианты взаимосвязи подсистем финансового и управленческого учета: интегрированный; автономный; смешанный.

Нам представляется, что в бухгалтерском управленческом учете должна быть предусмотрена обособленная система учета затрат, применение которой создает внутрифирменную информационную структуру, что позволит обеспечить принятие конфиденциальных управленческих решений.

Для целей управленческого учета и организации информационных связей с финансовым учетом большинство авторов предлагают применять свободные позиции типового плана счетов с номерами от 30 до 39. Так, В.Ф. Палий для системного отражения расходов по элементам и формирования сведений о затратах по объектам и статьям затрат рекомендует использовать счета в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2. Аналогичные схемы использования бухгалтерских счетов предлагаются и в других научных исследованиях [6, 18].

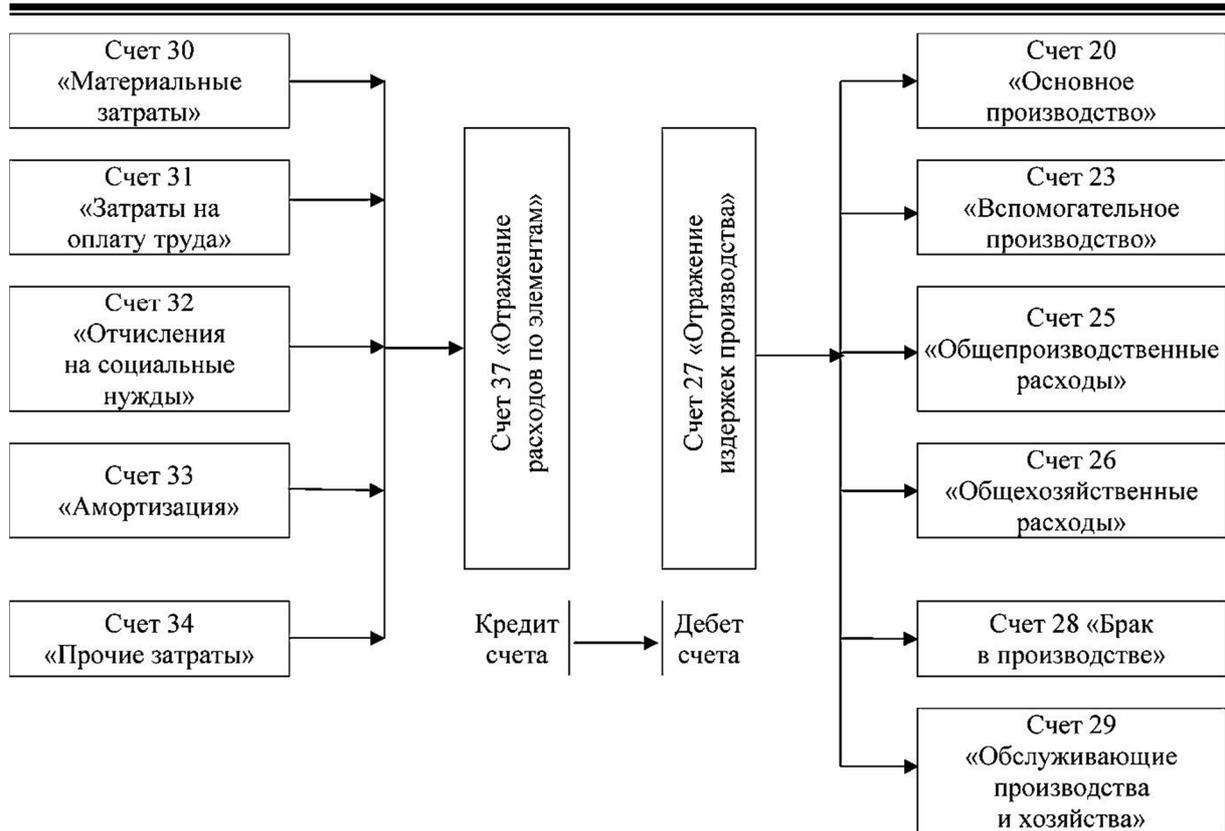


Рис. 2. Концептуальная схема отражения на счетах расходов по элементам [13]

Существуют и другие точки зрения по поводу обеспечения взаимосвязки информационных потоков, формируемых в системе финансового и управленческого учета. В частности, Л.И. Хоружий предлагает дополнительно использовать внебалансовые регулирующие счета [18], отводя им роль связующих инструментов. Автор исходит из предложенных принципов организации бухгалтерского управленческого учета в сельском хозяйстве и использования утвержденного плана счетов [17].

Центральное место в управлении затратами отводится контролю за соблюдением установленных норм. Учетно-контрольная и аналитическая информация, сформированная в управленческом учете, должна обеспечить управление затратами по отклонениям. Такое управление связано с выполнением функций контроля и предполагает идентификацию отклонений от установленного уровня затрат, выявление причин их возникновения и выработку координирующих действий для устранения диспропорций и других отрицательных последствий (например, снижение качества продукции, потери при хранении). При выявлении отрицательных отклонений управленческие действия по отношению к затратам должны осуществляться на всех стадиях деятельности организации (снабженческой, производственной, сбытовой). Особая роль в решении этой проблемы управления затратами отводится организации дифференцированного учета расходов в пределах установленных норм и сверхнормативных затрат [4, 15]. Представляется целесообразным разработать систему бухгалтерских счетов, позволяющую дифференцировать затраты в соответствии с классификационными признаками, влияющими на эффективность использования ресурсов при производстве, хранении и продаже готовой продукции.

Особое внимание следует обратить на их дифференциацию на эффективные и неэффективные. Эффективными затратами являются затраты, которые обеспечивают получение доходов от реализации продукции; неэффективные – это затраты непроизводственного характера, которые не обеспечивают получение дохода (потери от брака,

простоев, недостаток; потери при хранении и продаже и т. п.). Эффективные затраты предлагается разделить на затраты по нормам и отклонениям от норм, что необходимо для управления затратами в системе бухгалтерского управленческого учета. Неэффективные затраты увеличивают себестоимость производимой продукции, в основном, за счет плохой организации производства и труда (стоимость брака, оплата простоев). В этой связи для решения проблемы информационного обеспечения принимаемых управленческих решений необходимо предусмотреть отдельные бухгалтерские счета для отражения эффективных затрат в соответствии с утвержденными нормами и отклонениями от норм. Такая дифференциация позволяет обеспечить решение задачи бухгалтерского управленческого учета – предотвращение отрицательных результатов предпринимательской деятельности (несостоятельности и банкротства) и выявление внутрифирменных резервов обеспечения ее финансовой устойчивости и возможности воспроизводства различных видов капитала (производственного, финансового, человеческого, природного, интеллектуального и репутационного).

Кроме того, для обеспечения контроля уровня затрат учетная система должна предусмотреть их классификацию на регулируемые и нерегулируемые. К нерегулируемым мы относим затраты, стоимость (тарифы) по которым нельзя изменить, выбирая иного поставщика (тарифы на электроэнергию, грузоперевозки и т. п.). Дифференциация регулируемых и нерегулируемых затрат также может быть обеспечена путем построения системы субсчетов.

Наиболее предпочтительной является автономное функционирование системы управленческого учета по отношению к бухгалтерскому финансовому учету. Организация управленческого учета может строиться на использовании действующего типового плана счетов. В условиях автоматизации к главным счетам необходимо предусмотреть многоуровневую систему субсчетов (субконто), которая позволит формировать сведения о затратах в соответствии с предложенными классификационными признаками. Формирование сведений о затратах возможно как по предприятию в целом, так и по сегментам бизнеса (например, в сельском хозяйстве по растениеводству, животноводству); по видам продукции; переделам; центрам ответственности (подразделениям); бизнес-процессам и другим объектам, что позволяет получить сведения, необходимые для формирования управленческой отчетности [12], и обеспечить высокое качество пояснений к отчету по сегментам [5].

В этой связи нами предлагается использовать как традиционные счета (20 «Основное производство», 23 «Вспомогательные производства», 43 «Готовая продукция», 90 «Продажи»), так и свободные позиции плана счетов (номера с 30 по 39). Но в отличие от представленной на рисунке 2 модели применения счетов свободные позиции предлагается использовать для формирования сведений о затратах в разрезе статей.

Для обобщения в системе управленческого учета затрат целесообразно использовать счет 20 «Основное производство». При этом необходимо открывать к нему субсчета первого порядка в соответствии с предлагаемой системой классификации затрат; субсчета второго, третьего и последующих порядков будут открываться в зависимости от построения системы управления затратами, организационных и технологических особенностей функционирующего хозяйствующего субъекта (переделы, виды продукции, бизнес-процессы и т. п.).

Учет готовой продукции в оценке по себестоимости необходимо осуществлять на счете 43 «Готовая продукция» с соответствующими субсчетами.

Хозяйственные операции, обусловленные продажей продукции, отражать на счете 90 «Продажи».

Предложенная модель использования элементов системы счетов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Счета учета затрат в системе бухгалтерского управленческого учета

Показатели	Счета учета эффективных затрат			Счета учета неэффективных затрат
	регулируемые затраты		нерегулируемые затраты	
	по нормам	отклонения от норм		
Счета учета затрат	20-1	20-2	20-3	20-4
Счета учета готовой продукции	43-1	43-2	43-3	43-4

Дифференциацию затрат по статьям калькуляции целесообразно осуществлять путем использования свободного сегмента действующего плана счетов. Применительно к промышленному предприятию такое закрепление представлено в таблице 2. В сельском хозяйстве для этих целей могут применяться статьи, рекомендуемые отраслевыми нормативными документами.

Таблица 2. Предлагаемые счета учета статей калькуляции

Статьи затрат	№ счета
Сырье и материалы	30
Возвратные отходы (вычитаются)	31
Покупные изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера сторонних организаций и предприятий	32
Топливо и энергия на технологические цели	33
Заработная плата производственных рабочих	34
Отчисления на социальные нужды производственных рабочих	35
Общепроизводственные расходы	36
Общехозяйственные расходы	37
Коммерческие расходы	38
Прочие затраты	39

Исходя из классического принципа двойственности при отражении операций в управленческом учете на основе предлагаемой системы счетов используется прием двойной записи. Необходимо в системе бухгалтерского учета предусмотреть сохранение традиционной учетной схемы: отражение остатков по счетам на начало отчетного периода (начальное сальдо) – фиксация сведений о произведенных операциях и событиях в отчетном периоде по дебету и кредиту бухгалтерских счетов – расчет и отражение остатков на конец отчетного периода (конечное сальдо).

Рассмотрим на условных примерах методику отражения фактов хозяйственной деятельности в предлагаемой системе счетов по учету затрат и готовой продукции.

В таблице 3 представлен порядок отражения остатков незавершенного производства (сальдо по счету 20 «Основное производство» в разрезе предлагаемой системы субсчетов) и готовой продукции (сальдо по счету 43 «Готовая продукция») в предлагаемой системе счетов на начало отчетного периода.

Таблица 3. Остатки незавершенного производства и готовой продукции на начало месяца, руб.

Показатели	Эффективные затраты			Неэффективные затраты
	регулируемые затраты		нерегулируемые затраты	
	по нормам	отклонения от норм		
Затраты по незавершенному производству	51 300 (счет 20-1)	+2490 (счет 20-2)	300 (счет 20-3)	300 (счет 20-4)
Себестоимость готовой продукции	10 200 (счет 43-1)	300 (счет 43-2)	100 (счет 43-3)	50 (счет 43-4)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Порядок отражения хозяйственных операций, произошедших в отчетном периоде, в предложенной системе счетов (табл. 1 и 2) представлен в таблице 4.

Таблица 4. Хозяйственные операции за отчетный месяц

№ п/п	Содержание хозяйственной операции	Сумма, руб.	Корреспонденция счетов	
			дебет	кредит
1	Согласно ведомости списаны материалы на производство			
	по текущим нормам	20 160	20-1	30
	по отклонениям от норм (перерасход «+», экономия «-»)	+200	20-2	30
2	На основании накладных приняты на склад возвратные отходы (вычитаются из затрат)			
	по текущим нормам	1600	31	20-1
	по отклонениям от норм (перерасход)	+50	31	20-2
3	Согласно ведомости списаны на производство покупные полуфабрикаты			
	по текущим нормам	12 500	20-1	32
	по отклонениям от норм (перерасход)	+100	20-2	32
4	На основании отчета подразделения и первичных документов (наряда, маршрутных листов) начислена в отчетном месяце заработная плата производственным рабочим			
	по текущим нормам	6400	20-1	34
	по отклонениям от норм (экономия)	-80	34	20-2
5	Согласно расчету произведены в текущем месяце социальные отчисления от заработной платы производственных рабочих			
	по текущим нормам	1920	20-1	35
	по отклонениям от норм (экономия)	-25	35	20-2
6	Относится по назначению сумма косвенных расходов, сформированная за текущий месяц:			
	А. Общепроизводственные расходы			
	по текущим нормам	5200	20-1	36
	по отклонениям от норм (экономия)	-100	36	20-2
	Б. Общехозяйственные расходы			
	по текущим нормам	4400	20-1	37
по отклонениям от норм (перерасход)	+120	20-2	37	
7	Израсходованы материалы на исправление брака (за минусом суммы, возмещаемой виновным лицом)	800	20-4	30
8	Отражена сумма зарплаты за исправление брака (за минусом возмещения виновным лицом)	500	20-4	34
9	Рассчитана и отражена сумма социальных отчислений по операциям исправления брака (за минусом возмещения виновным лицом)	150	20-4	35
10	Израсходована электроэнергия на технологические цели			
	по текущим нормам	600	20-3	33
	по отклонениям от норм	-	-	-
11	Принята к учету и сдана на склад готовая продукция			
	нормативная себестоимость	61 700	43-1	20-1
	отклонения от норм	18 300	43-2	20-2
	нерегулируемые затраты	500	43-3	20-3
	неэффективные затраты	1250	43-4	20-4
12	Списана на продажу готовая продукция			
	нормативная себестоимость	88 500	90-2	43-1
	отклонения от норм	14 100	90-2	43-2
	нерегулируемые затраты	200	90-2	43-3
	неэффективные затраты	700	90-2	43-4

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

В результате обработки учетной информации, содержащейся в таблице 4, получаем сумму затрат, сформированную в разрезе статей затрат на производство продукции за отчетный месяц и дифференцированную по признакам эффективности и возможности регулирования (табл. 5).

Таблица 5. Затраты на производство продукции за отчетный месяц

Статьи затрат	Счета статей затрат	Счета учета эффективных затрат				Счета учета неэффективных затрат
		счета учета регулируемых затрат			счета учета нерегулируемых затрат	
		по нормам	отклонения от норм	итого		
		Счета учета затрат				
		20-1	20-2		20-3	20-4
Сырье и материалы	30	20 160	200	20 360		800
Возвратные отходы (вычитаются)	31	-1600	-50	-1650		
Покупные изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера сторонних организаций и предприятий	32	12500	100	12600		
Топливо и энергия на технологические цели	33				600	
Заработная плата производственных рабочих	34	6400	-80	6320		500
Отчисления на социальные нужды производственных рабочих	35	1920	-25	1895		150
Общепроизводственные расходы	36	5200	-100	5100		
Общехозяйственные расходы	37	4400	120	4520		
Коммерческие расходы	38	-	-	-		
Прочие затраты	39	-	-	-	-	-
Итого затрат		48 980	165	49145	600	1450
Всего затрат		48 980 + 165 + 600 + 1450 = 51 195				

Заключительной стадией учетного процесса является определение остатков по счетам на конец месяца, показанных в таблице 6.

Таблица 6. Остатки незавершенного производства и готовой продукции на конец месяца, отраженные в соответствии с предлагаемой системой учета, руб.

Показатели	Незавершенное производство			
	эффективные затраты			неэффективные затраты
	регулируемые затраты		нерегулируемые затраты	
по нормам	отклонения от норм			
Затраты	38 580 (счет 20-1)	+825 (счет 20-2)	400 (счет 20-3)	500 (счет 20-4)
Себестоимость готовой продукции	13 400 (счет 43-1)	+4500 (счет 43-2)	400 (счет 43-3)	600 (счет 43-4)

Предлагаемая система учета затрат может быть реализована в современных программных комплексах, применяемых для обработки экономической информации.

Информация о затратах, полученная в соответствии с предложенными подходами, позволяет управлять текущими затратами, разрабатывать координирующие мероприятия по устранению отклонений (перерасхода ресурсов), выявлять места и причины их возникновения, устранять неэффективные расходы, осуществлять оптимизацию нерегулируемых затрат. При использовании предложенной методики отражения операций в системе счетов появляется возможность автономной организации бухгалтерского управленческого учета. При этом общие принципы учетного процесса не нарушаются. Разработанные инструмен-

ты бухгалтерского управленческого учета позволяют в максимальной степени использовать потенциал действующего плана счетов, осуществлять формирование затрат по различным научно обоснованным признакам их классификации в разрезе необходимых объектов управления. Это дает возможность своевременно реагировать на отрицательные отклонения затрат от действующих норм расходования ресурсов, управлять затратами и эффективно планировать себестоимость продукции на перспективу. Предлагаемая система управленческого учета затрат позволит повысить эффективность бюджетирования [9, 10], которое применяется в настоящее время многими рыночными субъектами.

Рассмотренные подходы могут быть использованы и при разработке перспективных систем управленческого учета в современных условиях развития постиндустриальной экономики, когда возникает необходимость получения в системе управленческого учета информации не только о свершившихся фактах хозяйственной деятельности, но и о будущих параметрах функционирования организации. Вектор развития управленческого учета обусловлен глобальными изменениями в области информационного обеспечения различных категорий стейкхолдеров, предполагающими трансформацию традиционной отчетности в сведения об устойчивом развитии и формирование интегрированной отчетности. В соответствии со стандартами интегрированной отчетности появляется необходимость раскрывать результаты воздействия менеджмента на различные виды капитала организации, от эффективного использования которых зависит процесс создания стоимости в краткосрочном периоде, среднесрочной и долгосрочной перспективе. В системе управленческого учета целесообразно получать данные об эффективности будущих затрат и их способности генерировать добавленную стоимость.

Система управленческого учета должна строиться на основе бизнес-модели конкретной организации. Следовательно, она должна обеспечить стейкхолдеров сведениями о состоянии бизнес-модели, в том числе об эффективности затрат на реализацию ее элементов; обладать способностью идентифицировать и оценивать возникающие риски и связанные с ними неэффективные затраты; определять сегменты бизнеса, которыми организация должна заняться в будущем с целью повышения эффективности использования различных видов капитала [2]. При этом особое внимание должно уделяться инновационной компоненте предпринимательства. В управленческом учете необходимо сформировать сведения о новых технологиях (в сельском хозяйстве – новые сорта, породы животных), современных исходных материалах, качественных параметрах производимой продукции, новаторских организационных управленческих решениях (включая цифровые), которые будут создавать экономическую ценность и иметь социальные последствия для различных стейкхолдеров (потребителях продукции, собственников, менеджеров, сотрудников, местных сообществ). Решение указанных задач предполагает анализ информации и выявление путей повышения ценности бизнеса, оценку перспектив, фокусирование внимания на рисках, расходах и затратах, обеспечивающих будущей стоимостной потенциал организации. Для организации контроля за выполнением перспективных решений в этих условиях важное значение имеет дифференцированное отражение эффективных и неэффективных операций по использованию всех видов капитала.

Библиографический список

1. Булгакова С.В. Современные концепции управленческого учета : монография / С.В. Булгакова. – Воронеж : Изд-во ВГПУ, 2012. – 153 с.
2. Вахрушина М.А. Управленческий учет и менеджмент: синергия единения / М.А. Вахрушина // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2018. – № 1. – С. 86–93.
3. Врублевский Н.Д. Управленческий учет издержек производства: теория и практика. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 352 с.
4. Друри К. Учет затрат методом стандарт-костс / К. Друри ; пер. с англ. под ред. Н.Д. Эриашвили. – Москва : Аудит, ЮНИТИ, 1998. – 224 с.
5. Ермакова Н.А. Особенности сегментарного учета и отчетности в отечественной и международной практике / Н.А. Ермакова, Л.И. Шарипова // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 8 (158). – С. 8–17.

6. Ивашкевич В.Б. Бухгалтерский управленческий учет : учебник / В.Б. Ивашкевич. – Москва : Магистр НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 448 с.
7. Костюкова Е.И. Особенности формирования финансовых результатов в системе управленческого учета / Е.И. Костюкова, М.В. Феськова, Я.В. Босенко // Вестник Института дружбы народов Кавказа. Теория экономики и управления народным хозяйством. – 2017. – № 2 (42). – С. 18.
8. Лабынцев Н.Т. Управленческий учет как основа эффективного функционирования бизнеса в кризисный период / Н.Т. Лабынцев, Н.Ю. Архипенко // Управленческий учет. – 2016. – № 2. – С. 35–41.
9. Медеяева З.П. Бухгалтерская управленческая отчетность, ее содержание и формы представления / З.П. Медеяева, Е.Б. Трунова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – Вып. 2 (45). – С. 100–108.
10. Медеяева З.П. Бюджетирование в системе управленческого учета / З.П. Медеяева, Н.В. Казанцева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – Вып. 4 (31). – С. 209–214.
11. Методические рекомендации по организации и ведению управленческого учета: утверждены Экспертно-консультативным советом по вопросам управленческого учета при Минэкономразвития РФ, протокол от 22 апреля 2002 г. № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/CorpManagement/doc1139987769281> (дата обращения: 15.12.2018).
12. Особенности управленческой отчетности в организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sb-advice.com/praktikum/494-komu-i-zachem-nuzhna-upravlencheskaya-otchetnost.html> (дата обращения: 12.12.2018).
13. Палий В.Ф. Управленческий учет издержек и доходов (с элементами финансового учета) / В.Ф. Палий. – Москва : ИНФРА-М, 2009. – 279 с.
14. Попова Л.В. Роль и анализ управленческого учета в системе управления организацией / Л.В. Попова, И.А. Маслова, К.Э. Дудина // Управленческий учет. – 2016. – № 9. – С. 11–18.
15. Феськова М.В. Нормативный метод в управлении и планировании себестоимости / М.В. Феськова // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2018. – № 7. – С. 27–34.
16. Фридман П. Контроль затрат и финансовых результатов при анализе качества продукции. – Москва : Аудит, ЮНИТИ, 1994. – 286 с.
17. Хоружий Л.И. Проблемы, теории, методики и организации управленческого учета в сельском хозяйстве / Л.И. Хоружий. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 496 с.
18. Хоружий Л.И. Управленческий учет затрат / Л.И. Хоружий // Аудиторские ведомости. – 2005. – № 4. – С. 12–17.
19. Шим Джей К. Методы управления стоимостью и анализа затрат / Джей К. Шим, Джозел Г. Сигел ; пер. с англ. – Москва : Информационно-издательский дом «Филинь», 1996. – 341 с.
20. Ширококов В.Г. Проблемы становления и развития управленческого учета в России / В.Г. Ширококов, Н.Н. Костева, Л.А. Баркова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2007. – № 5. – С. 48–51.
21. Improvement cost management system for management accounting / E.I. Kostyukova, M.A. Vakhrushina, V.G. Shirobokov, M.V. Feskova, T.A. Neshchadimova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, No. 2. – Pp. 775–779.
22. Kontsevaya S. Managerial accounting and agricultural efficiency control in Russia / S. Kontsevaya, R. Alborov // Agrarian Perspectives XXVI: Competitiveness of European Agriculture and Food Sectors Proceedings of the 26th International Scientific Conference. – 2017. – Pp. 145–150.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Зинаида Петровна Медеяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: medelaeva@mail.ru.

Екатерина Борисовна Трунова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Воронежский филиал, Россия, г. Воронеж, e-mail: trunova.caterina@yandex.ru.

Ширококов Владимир Григорьевич – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: ssn3@bk.ru.

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 13.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Zinaida P. Medelyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: medelaeva@mail.ru.

Ekaterina B. Trunova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting, Analysis and Auditing, Plekhanov Russian University of Economics, Voronezh Branch, Russia, Voronezh, e-mail: trunova.caterina@yandex.ru.

Vladimir G. Shirobokov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ssn3@bk.ru.

Received February 16, 2019

Accepted March 13, 2019

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК НА ОСНОВЕ ПОТОКОВЫХ МОДЕЛЕЙ СТОИМОСТИ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ

**Валерий Иванович Лойко
Татьяна Петровна Барановская**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Одним из важнейших условий повышения эффективности и устойчивости развития агропродовольственного комплекса является совершенствование системы взаимоотношений, возникающих между формирующимися его субъектами. Взаимодействие сельскохозяйственных производителей и предприятий перерабатывающей отрасли в рамках интеграционных взаимоотношений и формирования продуктовых цепочек представляет собой специфический объект исследования, требующий применения специальных методов анализа и изучения. В качестве одного из таких методов предлагается использовать потоковые модели стоимости. Методология данного подхода к исследованию взаимодействия хозяйствующих субъектов в рамках продуктовых цепочек отражает принципы и схемы организации товарно-денежных отношений и систему организационных и экономических взаимосвязей между субъектами агропромышленной интеграции, а также описывает методику моделирования системы межсубъектных взаимодействий, обеспечивающих реализацию интересов хозяйствующих субъектов различного типа и эквивалентность режимов взаимодействия уровню развития производительных сил и производственных отношений, приемы разработки моделей по оптимизации параметров товарооборота между субъектами интеграции. В рамках развития методологии данного подхода в качестве особого режима взаимодействия субъектов интеграции рассматривается переходный режим функционирования цепи формирования конечной стоимости, связанный со скачками эффективности контуров отдельных хозяйствующих субъектов и общего для обоих контуров сопротивления расширению товарооборота. Предлагаемые в работе модели позволяют оценить устойчивость и рациональность процессов взаимодействия субъектов различного типа, оптимизировать процессы управления скачками цен на общем рынке взаимодействующих предприятий АПК с учетом таких параметров, как сопротивление обороту, емкость и ригидность экономических цепей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: предприятие, поток, стоимость, эффективность, потенциал, процесс, взаимодействие.

ANALYSIS OF INTERACTIONS BETWEEN AGRICULTURAL AND PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ON THE BASIS OF FLOW-ORIENTED COST ESTIMATION MODELS IN THE TRANSIENT OBJECT OPERATION MODE

**Valery I. Loiko
Tatiana P. Baranovskaya**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

One of the most important conditions for increasing the efficiency and sustainability of development of the agrifood complex is the improvement of the system of interactions arising between its constituent subjects. The interactions of agricultural producers and processing enterprises within the framework of integration relationships and the formation of food chains is a specific object of research that requires using special methods of analysis and studying. It is proposed to use flow-oriented cost estimation models as one of these methods. The methodology of this approach to studying the interactions of economic entities within food chains reflects the principles and schemes of organizing commodity-money relations and the system of organizational and economic interrelations between the subjects of agroindustrial integration. It also describes the methodology for modeling the system of intersubject interactions that ensure the realization of interests of various types of economic entities and equivalence of interaction modes to the level of development of productive forces and production relations, as well as the methods of developing the models for optimizing the parameters of goods turnover between the subjects of integration. Within the framework of development of the methodology of this approach the transient mode of functioning of the chain of formation of the final cost is considered as a special mode of interactions

between the subjects of integration. This mode is associated with abrupt changes in the efficiency of contours of individual economic entities and contours of resistance to the expansion of commodity circulation common for two entities. The models proposed in this work allow assessing the stability and rationality of the interaction processes between various types of subjects and optimizing the processes of managing price spikes in the common market of interacting enterprises of the agroindustrial complex, taking into account such parameters as resistance to turnover, capacity and rigidity of economic chains.

KEYWORDS: enterprise, flow, cost, efficiency, potential, process, interactions.

Сложность экономических систем как объекта исследования обуславливает многоаспектность экономических исследований, сущность которых может заключаться в разработке теории вопроса и методологии изучения конкретной экономической проблемы, разработке концептуальных подходов к решению локальных организационно-экономических и управленческих задач, методик и моделей изучения перспектив развития экономических систем различного уровня и протекания экономических процессов и др. При этом следует отметить, что результаты экономических исследований часто носят слишком теоретизированный характер [9]. Для повышения конкретности и определенности результатов исследований традиционно используются естественно-научные, в частности математические методы, позволяющие исследовать широкий круг количественных параметров развития экономических систем [3, 10].

Помимо математических методов, которые применяются в экономике и позволяют создавать математические модели, в последние десятилетия стали развиваться такие подходы, которые используют уже накопленные знания в других областях науки. Это физика, гидродинамика, аэродинамика, электроника, электрические цепи и так далее. Дело в том, что так называемый **поточковый подход** объединяет в себе многие физические субстанции, такие как гидравлические и воздушные потоки, электронные и электрические потоки, которые имеют определенные общие свойства. Поточковые модели, которые в настоящее время стали достаточно широко применяться в экономике, имеют разные названия. Например, одни называются потоковые модели стоимости, другие – просто потоковые модели движения материальных, финансовых и информационных средств, третьи – цепочками добавленной стоимости. Однако все они имеют общие характеристики, и у них у всех есть общие законы. Например, сумма втекающих в точку субстанций всегда равна сумме вытекающих, независимо от того, что представляет из себя потоковая субстанция: движутся ли в этом потоке электроны, вода, воздух или стоимость, финансы, пшеница, картофель или информация. В зависимости от того, какой поток по физическому или экономическому содержанию мы рассматриваем, можно получить различные модели. Но потоковые законы являются одинаковыми для всех моделей.

Один из потоковых подходов в экономике был предложен в конце XX в. профессором Ленинградского политехнического института А.А. Денисовым, который применил основы теории цепей для моделирования потоков стоимости. Он рассматривал стоимость как основную характеристику экономических процессов и изучал ее потоки, подчиняющиеся тем же законам, которыми описываются электрические цепи. Он взял на вооружение теорию электрических цепей, то есть законы, которые существуют в электрической цепи, он наложил на потоки стоимости. В результате у него получилась стройная теория, которая, с одной стороны, обладает математическим, логическим и методологическим аппаратом теории электрических цепей, а с другой – предложенная им теория накладывалась на теорию экономических процессов, в основе которой лежит методология потоков стоимости [1, 2].

А.А. Денисову удалось совместить экономический метод и метод электрических цепей, использовать теорию электрических цепей для анализа и создания математических моделей экономических процессов, где основным движущим потоком является поток стоимости. При этом были использованы элементы электрических цепей, которые приобрели совершенно другое, экономическое содержание. Например, электриче-

ская емкость цепи была заменена на емкость экономического процесса, источники тока – на источники экономической эффективности (или полезности), индуктивность – на ригидность, резисторы – на сопротивление оборотам стоимости. Другими словами, практически все элементы теории цепей и самой электрической цепи получили экономическое содержание, и таким образом можно было использовать весь широчайший аппарат высшей математики, включая дифференциальное и интегральное исчисление при анализе переходных процессов в экономических цепях.

Методология потоков стоимости в экономических цепях, предложенная А.А. Денисовым, использовалась ранее авторами при моделировании системы АПК региона [7].

В представленных авторских исследованиях указанная методология использовалась при моделировании взаимодействия между предприятиями агропромышленного комплекса, то есть между сельскохозяйственными и перерабатывающими предприятиями. В схеме экономической цепи взаимодействующих предприятий содержится два контура: один контур представлен предприятиями сельского хозяйства, второй – перерабатывающими предприятиями. Объединяет эти контуры общий рынок (в виде сопротивления потоку стоимости общего товарооборота), через который они взаимодействуют своими потоками. Исследование этой схемы было разделено на три этапа. На первом этапе были проанализированы базовые методологические положения, предложенные профессором А.А. Денисовым, основанные на теории потоковых моделей стоимости, и разработана методика исследований экономической цепи взаимодействующих предприятий АПК [5]. На втором этапе выполнен анализ установившегося режима, который является основным для функционирования и взаимодействия предприятий, определены необходимые параметры и сбалансированность взаимодействия между двумя контурами, предложены математические модели, определяющие их устойчивость, а также модели, с помощью которых можно рассчитать оптимальные параметры товарооборота взаимодействующих сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. Кроме того, были разработаны модели оптимизации параметров баланса взаимодействующих предприятий АПК [6].

В представленной статье приведены результаты исследований взаимодействия сельскохозяйственного и перерабатывающего предприятий в переходных режимах. Дело в том, что при взаимодействии двух контуров возможны как скачки эффективности (полезности) контура, так и скачки сопротивлений товарообороту, что может привести к неустойчивости взаимодействия субъектов. Предложенные математические модели позволяют управлять экономическими процессами, изменяя параметры схем потоков стоимости.

На рисунке 1 схематично представлены экономические процессы в моделирующей цепи.

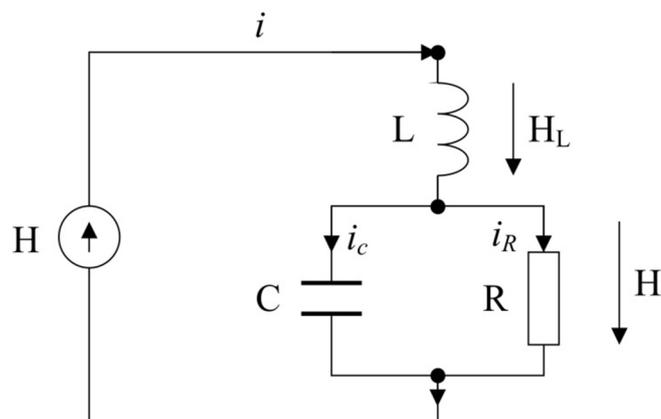


Рис. 1. Схема потоков стоимости

Исходя из законов Кирхгофа для цепей запишем для баланса оборотов

$$i = i_C + i_R = \frac{H'}{R} + C \frac{dH'}{dt}, \quad (1)$$

а для стоимости H

$$H = H_L + H' = L \frac{di}{dt} + H' \quad (2)$$

или

$$H' = H - L \frac{di}{dt}. \quad (3)$$

Подставив H' из формулы (3) в (1), получим следующее дифференциальное уравнение для экономического процесса:

$$RLC \frac{d^2 i}{dt^2} + L \frac{di}{dt} + R i = H + RC \frac{dH}{dt}, \quad (4)$$

где i – оборот стоимостей;

R, L и C – параметры экономического процесса.

Правая часть уравнения (4) – это внешнее воздействие стоимости H и ее производной на экономический процесс.

Уравнениями вида (4) описываются все экономические процессы, имеющие место на предприятиях АПК, исключая блоки полезности (эффективности) каждого из предприятий. Уравнения для таких блоков в правой части еще содержат H_0 .

Эти дифференциальные уравнения описывают динамическую взаимосвязь между соответствующим потоком оборота и его стоимостью, причем применительно к каждой ветви схемы упрощенной экономической цепи взаимодействующих предприятий АПК [5]. Для полного описания переходных процессов во взаимодействующих сельскохозяйственном и перерабатывающем предприятиях потребуется решение системы из 9 полученных дифференциальных уравнений, имеющих вид (4), которые связаны топологическими уравнениями. Эта цепь экономических процессов имеет высокий порядок сложности, и ее полный анализ на переходных режимах представляется возможным с помощью ЭВМ.

Однако можно получить приближенное представление о реакции экономической цепи на скачки ее параметров и стоимости, если проанализировать переходные процессы, имеющие место в схеме, приведенной на рисунке 1.

Реакция цепи на скачок стоимости (рис. 1)

Пусть имеем источник стоимости, который изменяется по закону

$$h(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ H & \text{при } t \geq 0. \end{cases} \quad (5)$$

То есть $h(t)$ изменяется скачком от 0 до H , а независимые начальные условия цепи имеют нулевые значения. Тогда уравнения цепи запишутся в следующем виде:

$$i - i_C - i_R = 0, \quad (6)$$

$$L \frac{di}{dt} + R i_R = H, \quad (7)$$

$$i_R - \frac{1}{C} \int i_C dt = 0. \quad (8)$$

Характеристическое уравнение этой цепи

$$RLC p^2 + Lp + R = 0 \quad (9)$$

имеет два корня:

$$p_{1,2} = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}, \quad (10)$$

где $\delta = \frac{1}{2RC}$ – коэффициент затухания цепи;

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ – резонансная частота цепи.

Два различных вещественных отрицательных корня характеристического уравнение имеет при малой добротности контура ($\delta < \omega_0$) [4, 8]. Тогда выражение для свободной составляющей оборота стоимости после его скачка

$$i_{св} = \frac{H}{L} \frac{(e^{p_1 t} - e^{p_2 t})}{(p_1 - p_2)}. \quad (11)$$

Поскольку $|p_1| < |p_2|$, переходной процесс в цепи носит аperiодический характер.

Вследствие того, что экспонента $e^{p_2 t}$ затухает быстрее экспоненты $e^{p_1 t}$, наблюдается некоторый подъем оборота $i_{св}$ с последующим спадом до нуля (рис. 2).

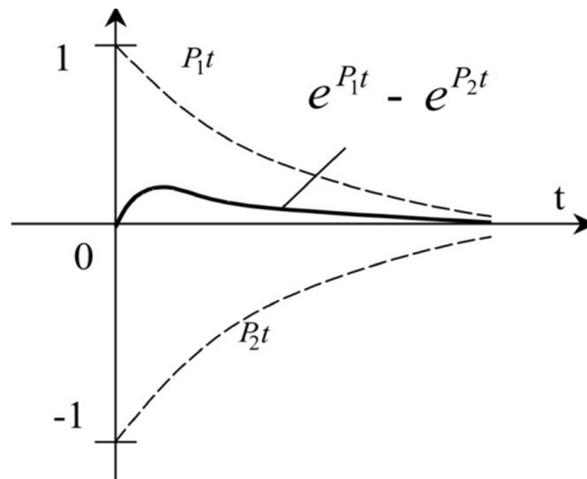


Рис. 2. Затухающий переходной процесс

Большая же добротность контура ($\delta > \omega_0$) приводит к двум комплексно-сопряженным корням характеристического уравнения (5)

$$p_{1,2} = -\delta \pm j\omega_{св}, \quad (12)$$

где $\omega_{св} = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ – частота свободных колебаний в цепи.

Тогда уравнение (6) для свободной составляющей оборота стоимости может быть приведено к виду

$$i_{св} = \frac{H}{\omega_{св} L} e^{-\delta t} \sin \omega_{св} t = I_{МСВ}(t) \cos \left(\omega_{св} t - \frac{\pi}{2} \right), \quad (13)$$

где $I_{МСВ}(t) = \frac{H}{\omega_{св} L} e^{-\delta t}$.

При равенстве δ и ω_0 наступает самый нежелательный режим цепи, а именно граничный режим между колебаниями и затуханием.

Учитывая зависимости δ и ω_0 , получим

$$2R < \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ – для затухающего режима,} \quad (14)$$

$$2R \geq \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ – для неустойчивого режима.} \quad (15)$$

Таким образом, соотношение ригидности и емкости процесса являются определяющими для управления переходными процессами в экономической цепи.

Для дальнейшего анализа будем использовать операторный метод [4, 8] (рис. 3).

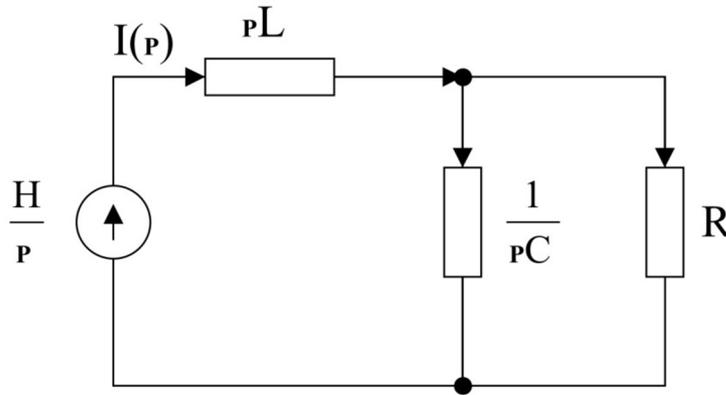


Рис. 3. Операторная схема

Из операторной схемы следует, что

$$I(p) = \frac{(RCp + 1)}{p(LRCp^2 + Lp + R)} = \frac{H(RCp + 1)}{pLR(p - p_1)(p - p_2)}, \quad (16)$$

где p_1 и p_2 – корни характеристического уравнения, полученные ранее в уравнении (10).

Выполним промежуточное преобразование

$$I(p) = \frac{\frac{H}{L}}{(p - p_1)(p - p_2)} + \frac{\frac{H}{RLC}}{p(p_1 - p)(p - p_2)}, \quad (17)$$

а затем получим оригинал – полный оборот стоимости в цепи экономического процесса:

$$i(t) = \frac{H}{L} \frac{(e^{p_1 t} - e^{p_2 t})}{(p_1 - p_2)} + \frac{H}{R} \left(1 - \frac{p_1 e^{p_2 t} - p_2 e^{p_1 t}}{p_1 - p_2} \right). \quad (18)$$

Помимо скачка эффективности (полезности), влияние которого было проанализировано, в экономической цепи могут возникать и скачки сопротивлений обороту стоимости. Эти скачки вызовут, в свою очередь, скачки стоимости, которые и необходимо определить в результате анализа переходного процесса.

Реакция цепи отдельного экономического процесса на скачок сопротивления обороту

В упрощенной экономической цепи взаимодействующих сельскохозяйственного и перерабатывающего предприятий [5] общим для обоих контуров является сопротивление обороту на общем рынке R_4 . Поэтому изменение его на величину ΔR в большую или меньшую сторону приведет к скачку товарооборота

$$\Delta i = \frac{H_k}{R_k + \Delta R} - \frac{H_k}{R_k}, \quad (19)$$

где H_k – эффективность соответствующего контура;

R_k – суммарное сопротивление обороту соответствующего контура до скачка.

Умножив скачок товарооборота на R_4 , получим

$$\Delta H_4 = \frac{\Delta R (R_k - R_4)}{R_k (R_k + \Delta R)} H_k. \quad (20)$$

Из выражения (20) следует практический совет для продавцов товара на общем рынке: увеличение цен на общем рынке не даст ожидаемой прибыли, так как ΔR находится как в числителе, так и в знаменателе.

Из формулы (20) понятно, что для ΔR существует некоторое оптимальное значение, при котором скачок стоимости ΔH_4 достигает максимума. Для определения этого значения продифференцируем уравнение (20) по ΔR и приравняем производную нулю. В результате: $\Delta R_{\text{опт}} = R_4$. Другими словами, для максимизации прибыли продавцов необходимо увеличение R_4 в два раза.

Правда, при этом продавцам не стоит надеяться на двойную прибыль, потому что при увеличении сопротивления уменьшится товарооборот, а, значит, увеличение прибыли будет определяться как

$$\Delta H_4 = H_k \frac{R_4 (R_k - R_4)}{R_k (R_k + R_4)}. \quad (21)$$

Как следует из выражения (21), при $\Delta R = R_4$ реальное увеличение прибыли явно ниже двойного.

Выводы

1. Исследованы переходные процессы во взаимодействующих предприятиях АПК и получены математические модели для расчетов их устойчивости.

2. Исследования выполнены для скачков эффективностей контуров и общего для обоих контуров сопротивления товарообороту, что дало возможность оценить устойчивость и рациональность процессов взаимодействия субъектов различного типа, оптимизировать процессы управления скачками цен на общем рынке взаимодействующих предприятий АПК.

3. Разработанные математические модели позволяют управлять экономическими процессами в контурах взаимодействующих предприятий АПК через такие параметры, как сопротивление обороту (R), емкость (C) и ригидность (L) экономических цепей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-02-00085а – ОГН

Библиографический список

1. Денисов А.А. Макроэкономическое управление и моделирование : пособие для начинающих реформаторов / А.А. Денисов. – Санкт-Петербург : Омега, 1997. – 37 с.
2. Денисов А.А. Теория систем и системный анализ / А.А. Денисов, В.Н. Волкова. – Москва : Политехника, 1999. – 510 с.
3. Крохмаль В.В. Экономическая устойчивость агроперерабатывающего комплекса региона : монография / В.В. Крохмаль. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 329 с.
4. Крук Б.И. Основы теории цепей : учеб. пособие для вузов / В.П. Бакалов, В.Ф. Дмитриков, Б.И. Крук ; под ред. В.П. Бакалова. – Москва : ГЛТ, 2013. – 596 с.
5. Лойко В.И. Методологические основы анализа взаимодействия сельскохозяйственных (СП) и перерабатывающих предприятий (ПП) АПК на основе потоковых моделей стоимости / В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Новые технологии. – 2018. – № 3. – С. 122–127.
6. Лойко В.И. Анализ взаимодействия сельскохозяйственных (СП) и перерабатывающих предприятий (ПП) АПК на основе потоковых моделей стоимости в установившемся режиме / В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Новые технологии. – 2018. – № 4. – С. 155–161.
7. Модели и методы управления экономикой АПК региона : монография / А.И. Трубилин, Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Е.В. Луценко. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 600 с.
8. Попов В.П. Основы теории цепей : учебник для бакалавров / В.П. Попов. – Москва : Юрайт, 2013. – 696 с.
9. Ткачев А.Н. Место и роль сельского хозяйства в экономике региона / А.Н. Ткачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2003. – № 02 (002). – С. 87–99 [Электронный ресурс]. – IDA [article ID]: 0020302010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/10.pdf> (дата обращения: 18.11.2018).
10. Ткачев А.Н. Методология инвестиционного управления агропромышленным комплексом региона / А.Н. Ткачев. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 435 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Иванович Лойко – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: Loyko9@yandex.ru.

Татьяна Петровна Барановская – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: bartp_2@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 12.01.2019

Дата принятия к печати 28.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery I. Loiko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: Loyko9@yandex.ru.

Tatyana P. Baranovskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: bartp_2@mail.ru.

Received January 12, 2019

Accepted January 28, 2019

МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В КРЕСТЬЯНСКОМ (ФЕРМЕРСКОМ) ХОЗЯЙСТВЕ

Геннадий Николаевич Ерохин
Сергей Николаевич Сазонов

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

С целью обоснования целесообразности использования договорных комбайнов на уборке зерновых культур в крестьянском (фермерском) хозяйстве выполнены теоретические исследования и мониторинг в условиях реальной эксплуатации. На основе собранной при мониторинге информации дана оценка применения сторонних комбайнов в фермерском хозяйстве с помощью критерия потери эффекта. Принятый критерий представляет собой сумму явных и неявных затрат (потерь). Разработана модель использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве комбайнов сторонних организаций на договорной основе. Входные параметры модели, исходя из источника получения необходимой информации, разделяются на четыре группы: показатели первой группы формируются на основании данных сельхозпредприятия; показатели второй характеризуют потребительские свойства зерноуборочных комбайнов; в третью группу отнесены показатели, получаемые в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов, в четвертую – внешние экономические показатели. Разработанная модель была реализована и применена для анализа эффективности использования на договорной основе зерноуборочных комбайнов в крестьянском (фермерском) хозяйстве. Выявлено, что наиболее информативной является зависимость потерь эффекта от площади, убираемой сторонними комбайнами. Эта зависимость позволяет определить оптимальный объем работ сторонних комбайнов. На примере конкретного крестьянского (фермерского) хозяйства исследовано влияние урожайности и метеорологических условий на эффективность применения сторонних комбайнов. При урожайности 33 ц/га для исследуемого хозяйства целесообразно использование сторонних комбайнов даже при сухом сезоне уборки зерновых культур. В условиях особо влажного сезона их использование может принести эффект за счет сокращения продолжительности уборки зерновых культур и потерь зерна в размере 2,5 млн руб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: крестьянское (фермерское) хозяйство, зерноуборочный комбайн, уборка, зерновые культуры, производительность, эффективность.

THE MODEL OF USING COMBINE HARVESTERS DURING GRAIN CROP HARVESTING IN PEASANT FARM ENTERPRISES

Gennady N. Erokhin
Sergey N. Sazonov

All-Russian Research Institute for Use of Machinery
and Petroleum Products in Agriculture

In order to substantiate the expediency of using contract combine harvesters for harvesting grain crops in a small farm enterprise the authors have performed theoretical studies and monitoring in the actual operating conditions. The information collected during monitoring served as the basis for assessing the use of third-party combine harvesters in the farm enterprise using the criterion of loss of effect. The assumed criterion is the sum of explicit and implicit costs (losses). The authors have developed a model of using contract third-party combines in small farm enterprises. The input parameters of the model based on the source of obtaining the necessary information are divided into four groups. The first one represents the data of the agricultural enterprise. The second one is characterized by consumer properties of grain combine harvesters. The third group includes the parameters obtained as a result of monitoring the performance of combine harvesters. The fourth group includes the external economic indicators. The developed model was implemented and applied to analyze the efficiency of use of contract grain combine harvesters in a small farm enterprise. It is revealed that the most informative parameter is the dependence of effect losses on the area harvested by third-party combines. On the example of an individual small farm enterprise the authors have studied the influence of yield and meteorological conditions on the efficiency of using third-party combines. With the yield of 33 c/ha in the studied farm enterprise it is advisable to

use third-party combines, even during the dry season of harvesting grain crops. In the conditions of a particularly wet season their use can be efficient by reducing the duration of harvesting grain crops and reducing the loss of grain by the amount of 2.5 million rubles.

KEYWORDS: peasant farm enterprise, grain combine harvester, harvesting, grain crops, output, efficiency.

Уборка зерновых культур в крестьянских (фермерских) хозяйствах имеет свои особенности, обусловленные, прежде всего, сравнительно небольшими объемами уборочных работ (150–1000 га) и в большинстве случаев нехваткой необходимой техники для уборки зерновых культур в оптимальные агротехнические сроки. Нагрузка на комбайн в отдельных хозяйствах может достигать 600–700 га. В этих условиях привлечение на договорной основе для уборки зерновых культур зерноуборочных комбайнов сторонних предприятий может быть экономически выгодным. Необходимость привлечения дополнительных комбайнов появляется и в связи с ухудшением погодных условий, когда собственными комбайнами невозможно уложиться с уборкой зерновых культур в короткие периоды погожих дней. Возраст собственных комбайнов и снижение их эксплуатационной надежности также являются одной из причин привлечения сторонних комбайнов.

Привлечение для уборки зерновых культур сторонних комбайнов представляет собой экономически ответственное решение, которое может иметь как положительный, так и отрицательный результат. Оценка эффективности применения договорных комбайнов является сложной задачей, которая зависит от множества разнообразных факторов. Учитывая вышесказанное, авторами была предпринята попытка решить проблему на основе компьютерного моделирования.

Выполнены теоретические исследования и мониторинг работы зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации. На основе собранной при мониторинге информации разработана модель использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве комбайнов сторонних организаций на договорной основе.

В опубликованных источниках [2, 3] показано, что эффект использования комбайнов на уборке зерновых культур наиболее достоверно оценивается потерями. Данный показатель представляет собой сумму явных и неявных затрат (потерь) при комбайновой уборке в хозяйстве.

К явным затратам относятся эксплуатационные затраты, которые складываются из следующих расходов:

- на топливно-смазочные материалы (ТСМ);
- на оплату труда;
- на техническое обслуживание (ТО) и ремонт.

К неявным затратам относятся потери технологического эффекта, которые включают в себя следующее:

- потери зерна непосредственно за жаткой и молотилкой комбайна;
- потери, связанные с дроблением бункерного зерна;
- потери зерна, связанные с увеличением продолжительности уборочных работ.

Основываясь на данном методическом подходе, разработана модель использования в сельскохозяйственном предприятии сторонних комбайнов на договорной основе.

Общий вид полученной модели задается выражением:

$$K_{ПЭ} = I_C + I_{СТ} + П_C + П_{СТ} + П_{ПР} , \quad (1)$$

где $K_{ПЭ}$ – потери эффекта при уборке зерновых культур;

$I_C, I_{СТ}$ – эксплуатационные затраты уборки собственными и сторонними зерноуборочными комбайнами;

$П_C, П_{СТ}$ – потери технологического эффекта собственными и сторонними зерноуборочными комбайнами, связанные с потерями и дроблением зерна;

$П_{ПР}$ – потери технологического эффекта, связанные с увеличением продолжительности уборочных работ сверх агросрока.

Входные параметры модели, исходя из источника получения, разделяются на четыре группы.

Первая группа формируется на основании данных, предоставляемых сельхозпредприятием, об условиях уборки зерновых культур, наличии и сроке эксплуатации зерноуборочных комбайнов.

Вторая группа характеризует потребительские свойства зерноуборочных комбайнов. Источником получения этих показателей служит техническая характеристика зерноуборочного комбайна, предоставляемая компанией-изготовителем: мощность двигателя; площадь подбарабана, соломотряса, очистки; скорость выгрузки зерна; удельный расход топлива двигателем.

Третья группа содержит показатели, получаемые в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов. К ним относятся: удельная продолжительность технических и технологических обслуживаний, зависимость изменения надежности, затраты на ТО и ремонт, качество выполнения уборочных работ зерноуборочным комбайном от суммарной наработки.

Четвертая группа включает внешние показатели, в которые входят: стоимость солярки, стоимость реализации зерна, цена и объем услуг по использованию сторонних комбайнов.

В общем виде модель работает следующим образом. В первую очередь, по каждому собственному комбайну осуществляется моделирование производительности по основному времени [4, 5, 6], по сменному времени, затрат времени на устранение отказов, коэффициента готовности [7], эксплуатационной производительности [9, 10], намолота и потерь зерна за комбайном, эксплуатационных затрат на топливо, зарплату, ремонт и техническое обслуживание.

На этой основе моделируются следующие параметры в целом для парка собственных комбайнов:

- суммарная эксплуатационная производительность комбайнового парка [8];
- прогнозируемая продолжительность уборочных работ;
- общий расход солярки;
- затраты на ТСМ;
- затраты на оплату труда;
- затраты на ТО и ремонт;
- суммарные эксплуатационные затраты;
- суммарные потери зерна за комбайнами;
- суммарные потери зерна из-за дробления;
- площадь уборки за пределами агросрока;
- потери зерна из-за превышения агросрока;
- потери технологического эффекта;
- валовой сбор зерна.

Аналогичное моделирование показателей выполняется и для каждого стороннего комбайна и парка этих комбайнов в целом. В дальнейшем моделируются общие эксплуатационные затраты [1], потери технологического эффекта и потери эффективности при совместном использовании собственных и сторонних зерноуборочных комбайнов.

Разработанная модель была реализована в компьютерном виде и применена для анализа эффективности использования сторонних зерноуборочных комбайнов в крестьянском (фермерском) хозяйстве. В качестве факторов рассматривались средняя урожайность зерновых культур и погодные условия.

Моделирование выполнялось на примере крестьянского (фермерского) хозяйства с условиями, типичными для Центрально-Черноземного региона:

- площадь зерновых культур – 600 га,

- средняя урожайность – 33 ц/га,
- отношение зерна к соломе – 1 : 1,4;
- средняя длина гона – 1050 м;
- стоимость солярки – 35 руб./л,
- средняя цена реализации зерна – 6300 руб./т.

Структура парка собственных зерноуборочных комбайнов: Дон-1500Б (16-й сезон эксплуатации) – 1 шт.

Предлагаемый на договорной основе парк сторонних зерноуборочных комбайнов включает: Тисано 450 (4-й сезон эксплуатации) – 3 шт.; стоимость услуг по уборке зерновых культур – 2600 руб./га, заправка соляркой хозяйства.

Применение разработанной модели показало, что наиболее информативной является зависимость потерь эффективности от площади, убираемой сторонними комбайнами. Эта зависимость определяет целесообразность использования услуг сторонних предприятий, а также объем оказываемых услуг, при котором достигается максимальная эффективность уборки зерновых культур в сельхозпредприятии (зависимость получила название «характеристическая зависимость»).

С помощью компьютерного моделирования получены характеристические зависимости для различной средней урожайности зерновых культур в хозяйстве, которые представлены на рисунке 1. Отметим, что данные зависимости смоделированы при условии сухого сезона уборки зерновых культур, когда отсутствовали простои комбайнов из-за сложных метеоусловий.

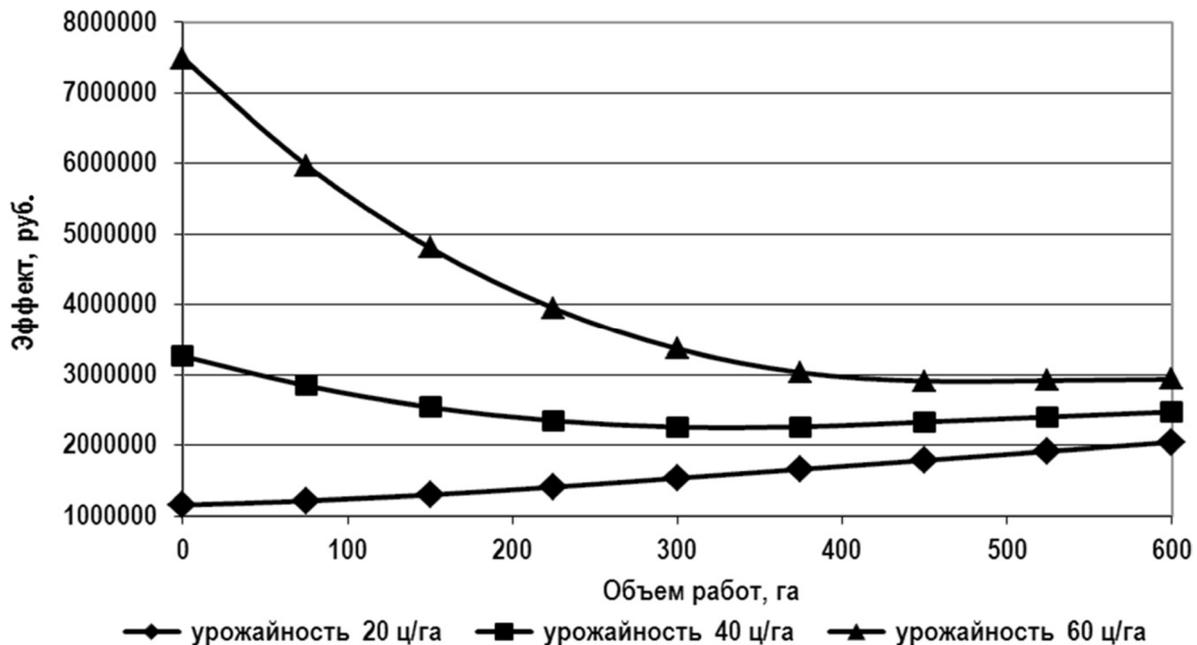


Рис. 1. Потери эффекта использования сторонних комбайнов в зависимости от объема работ и урожайности

Характеристическая зависимость при урожайности 20 ц/га (рис. 1) имеет постоянный рост потерь эффекта при нарастании площади, убираемой сторонними комбайнами. При таких условиях применение дополнительных сторонних комбайнов экономически нецелесообразно.

Характеристическая зависимость при урожайности 40 ц/га имеет минимум при уборке сторонними комбайнами около 300 га. При реализации этого решения крестьянское (фермерское) хозяйство получит эффект в размере 1 млн руб. по сравнению с уборкой только собственным комбайном.

При урожайности 60 ц/га сельхозпредприятие убирает зерновые культуры собственными комбайнами со значительным превышением агросрока и большими потерями зерна. Потери эффекта в данном случае составляют около 7,5 млн руб. Характеристическая кривая для этих условий имеет минимум при уборке сторонними комбайнами 400 га. При такой площади уборки зерновых культур сторонними комбайнами предприятие получит эффект в размере более 4,5 млн руб. по сравнению с уборкой только собственным комбайном. Таким образом, увеличение урожайности способствует повышению эффективности услуг по уборке зерновых культур сторонними предприятиями.

На рисунке 2 представлены характеристические зависимости потерь эффекта уборки зерновых культур для приведенных выше условий крестьянского (фермерского) хозяйства и различных метеоусловиях. Рассмотрены сухой сезон (простои из-за метеоусловий отсутствуют), влажный сезон (продолжительность уборки из-за метеоусловий увеличивается в 1,5 раза) и особо влажный сезон (продолжительность уборки из-за метеоусловий увеличивается в 2 раза).

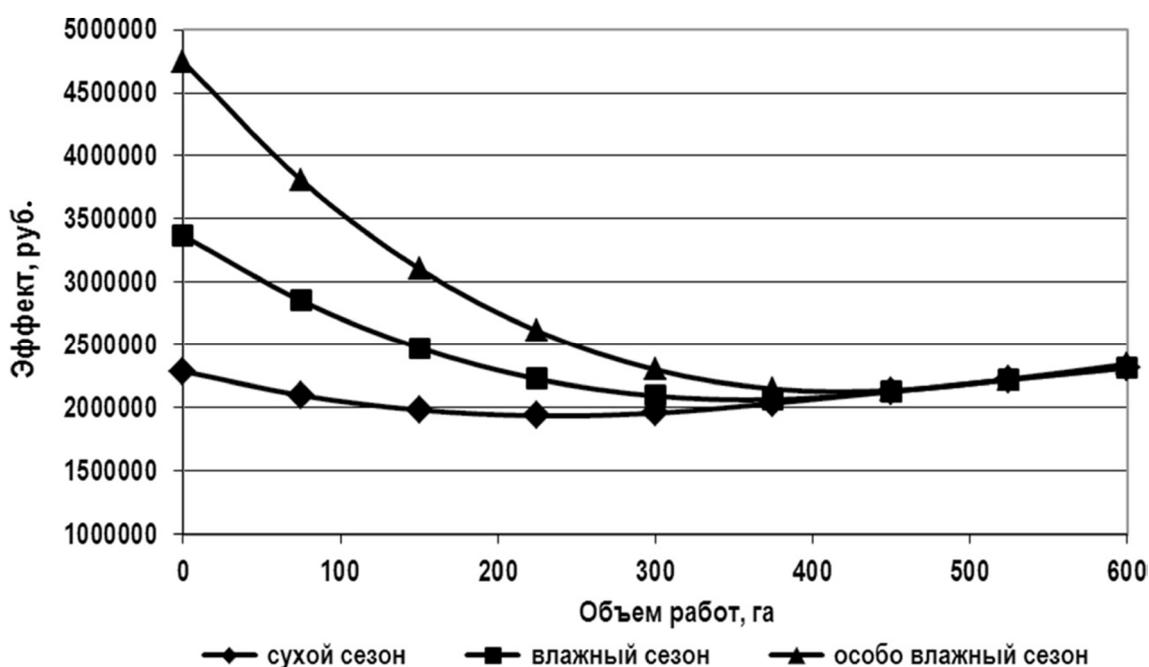


Рис. 2. Зависимость эффекта использования сторонних комбайнов от объема работ и метеоусловий

Все три характеристические зависимости (рис. 2) имеют минимум, что свидетельствует об экономической целесообразности дополнительного использования сторонних комбайнов. Рекомендуемый объем работ сторонних комбайнов при сухом сезоне – 250 га, при влажном – 350 га, при особо влажном – 450 га.

Следует отметить существенное влияние простоев от метеоусловий на эффективность использования дополнительных сторонних комбайнов. Их применение в рассматриваемом хозяйстве даже в сухом сезоне уборочных работ оценивается эффектом в размере 340 тыс. рублей, в особо влажном сезоне эффект может достигнуть 2,5 млн рублей.

Выводы

Разработанная модель позволяет оценивать экономическую целесообразность использования в крестьянском (фермерском) хозяйстве сторонних комбайнов на договорной основе в зависимости от разнообразных входных факторов. Выявлено, что наиболее информативной является зависимость потерь эффекта от площади, убираемой

сторонними комбайнами. Эта зависимость позволяет определить оптимальный объем работ по уборке зерновых культур сторонними комбайнами.

На примере конкретного хозяйства исследовано влияние урожайности и метеоусловий на целесообразность применения сторонних комбайнов. При урожайности 33 ц/га для этого хозяйства целесообразно использование сторонних комбайнов даже при сухом сезоне уборки зерновых культур. В особо влажный сезон их использование может принести эффект за счет сокращения продолжительности уборочных работ и потерь зерна в размере 2,5 млн руб.

Библиографический список

1. Драгайцев В.И. О методике экономической оценки сельскохозяйственной техники / В.И. Драгайцев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 15–19.
2. Ерохин Г.Н. Моделирование потерь зерна за зерноуборочными комбайнами / Г.Н. Ерохин, С.Н. Сазонов, В.В. Коновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 65–68.
3. Ерохин Г.Н. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deere W650 / Г.Н. Ерохин, С.Н. Сазонов, В.В. Коновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 68–71.
4. Жалнин Э.В. Резервы повышения эффективности производства / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2012. – № 1. – С. 12–13.
5. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов с использованием принципа гармоничности их конструкции / Э.В. Жалнин. – Москва : ВИМ, 2011. – 104 с.
6. Жалнин Э.В. Обобщенная оценка эффективности комбайнового парка хозяйств / Э.В. Жалнин, В.С. Пьянов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 4. – С. 43–45.
7. Жалнин Э.В. Оценка надежности сельскохозяйственной техники / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 20–21.
8. Пьянов В.С. Математическое моделирование работы парка зерноуборочных комбайнов в хозяйстве / В.С. Пьянов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
9. Пронин В.М. Методика оценки технико-экономических показателей сельскохозяйственной техники по критерию часовых эксплуатационных затрат / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 3. – С. 10–14.
10. Щитов С.В. Оптимизация выбора комбайна по расходу топлива при уборке сельскохозяйственных культур / С.В. Щитов, А.Б. Жирнов, Н.П. Кидяева // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 18–20.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Геннадий Николаевич Ерохин – кандидат технических наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniitin-adm@mail.ru.

Сергей Николаевич Сазонов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: snsazon@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 12.12.2018

Дата принятия к печати 29.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Gennady N. Erokhin, Candidate of Engineering Sciences, Head of the Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: vniitin-adm@mail.ru.

Sergey N. Sazonov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Received December 12, 2018

Accepted January 29, 2019

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Андрей Валерьевич Улезько
Павел Валерьевич Демидов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях роста интенсивности землепользования объективно возникают проблемы, связанные с обеспечением воспроизводства сельскохозяйственных угодий. Цель настоящего исследования состоит в разработке и апробации методики многокритериальной оптимизации структуры пашни, обеспечивающей возможность обоснования компромиссного решения через минимизацию взвешенной суммы уступок от экстремальных значений по каждому из исследуемых критериев. Гипотеза исследования строится на положении о том, что в настоящее время наибольшая угроза деградации продуктивных земель связана как с развитием эрозионных процессов, так и с ростом антропогенной нагрузки. При оптимизации агроландшафтов акцент, как правило, делается на повышение соотношения земельных угодий, оказывающих стабилизирующее и дестабилизирующее влияние на устойчивость конкретного агроландшафта, и сохранение биологического разнообразия. Достижение разумного компромисса между экономической и экологической ориентацией агроэкономических систем требует решения задачи оптимизации использования такого вида сельскохозяйственных угодий, как пашня, относящегося к элементам, дестабилизирующим агроландшафт, но являющегося основным источником создания экономических благ в системе аграрного производства. В качестве инструмента решения данной задачи предлагается экономико-математическая модель по оптимизации структуры пашни, обеспечивающая поиск компромиссной целевой функции. Использование данного инструмента позволяет оценить уровень «выпадения» доходов от проведения ландшафтнозащитных мероприятий и обосновать рациональный уровень их компенсации со стороны государства в случае разработки государственных программ защиты продуктивных земель и оптимизации агроландшафтов. Оптимизация состава и структуры пашни может проводиться как на уровне отдельных хозяйствующих субъектов аграрного сектора, так и на уровне более крупных территориальных образований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: земли сельскохозяйственного назначения, продуктивные земли, экологическая устойчивость, многокритериальная оптимизация, компромиссная целевая функция, компромиссное решение, минимизация суммы уступок.

OPTIMIZATION OF USING THE PRODUCTIVE AGRICULTURAL LANDS

Andrey V. Ulez'ko
Pavel V. Demidov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In the conditions of increasing the intensity of land use there are objective problems associated with ensuring the reproduction of agricultural lands. The objective of this study is to develop and test the methodology for multicriteria optimization of the structure of arable lands providing the opportunity to justify a compromise solution by minimizing the weighted sum of concessions from extreme values by each of the studied criteria. The hypothesis of this study is based on the position that at present the greatest threat of productive land degradation is associated both with the development of erosion processes and with the increase in anthropogenic load. When optimizing the agricultural landscapes the emphasis is usually made on the preservation of biological diversity and increasing the proportion of lands that have a stabilizing and destabilizing effect on the stability of a particular agricultural landscape. Achieving a reasonable compromise between the economic and environmental orientation of agro-economic systems requires solving the problem of optimizing the use of such type of agricultural lands as arable land that belongs to the elements destabilizing the agricultural landscape, but is not the main source of economic benefits in the agricultural production system. For solving this problem it is proposed to use the economic and mathematical model for optimizing the structure of arable land. This model ensures the search for a compromise objective function. Using this tool allows assessing the level of loss of income from landscape protection measures and justifying the rational level of their compensation from the government in the case of development of state programs for the protection of productive land and optimization of agricultural landscapes. Optimization of the composition and structure of arable land can be performed both at the level of individual economic entities of the agricultural sector and at the level of larger territorial entities.

KEYWORDS: agricultural lands, productive land, environmental sustainability, multiobjective optimization, compromise objective function, compromise decision, minimization of concession sum.

Эффективность системы стратегического управления земельными ресурсами сельского хозяйства зависит от согласованности взаимодействия подсистем государственного и хозяйственного управления. Если государственное управление землями сельскохозяйственного назначения связано с формированием условий, обеспечивающих возможность реализации стратегических задач развития агроэкономических систем различного уровня, то хозяйственное управление ориентировано на решение задач рациональной организации землепользования сельскохозяйственных производителей, повышения эффективности использования продуктивных земель, организации их воспроизводства и улучшения агроландшафтов [2, 3, 4, 7, 10, 16, 17].

Ориентация хозяйствующих субъектов аграрной сферы только на рыночные механизмы регулирования процессов использования земельных ресурсов в условиях рисков и неопределенности и слабого регулирующего воздействия государства объективно обуславливает приоритетность экономических целей краткосрочного характера и необходимость решения тактических и оперативных задач обеспечения воспроизводства. В стратегической же перспективе ориентация на рост прибыли за счет повышения интенсивности земледелия и роста антропогенной нагрузки на агроландшафты может привести к ускоренной деградации продуктивных земель и снижению их потребительских свойств.

В этой связи возрастает значимость прогнозов, позволяющих оценить перспективы воспроизводства сельскохозяйственных угодий на различных уровнях при различной интенсивности антропогенной нагрузки с учетом специфики сложившихся агроландшафтов и возможностей их улучшения.

Традиционно вопросы повышения устойчивости агроландшафтов сводятся к увеличению площадей угодий, оказывающих стабилизирующее влияние на агроландшафты (залежи, лесные и многолетние насаждения, естественные кормовые угодья, земли под водой и т. п.), и сокращению площадей угодий, их дестабилизирующих (пашня, орошаемые и осушаемые земли, земли под дорогами, овраги и др.) [1]. Такой подход вполне оправдан с точки зрения обеспечения экологической устойчивости экосистем, однако он не позволяет научно обосновать компромисс между экономическими и экологическими интересами общества и бизнеса, бизнеса и социума, социума и индивидов. Очевидно, что удовлетворение растущих потребностей общества невозможно без увеличения антропогенной нагрузки на продуктивные земли, особенно в районах интенсивного земледелия. Но задача государства как макрорегулятора земельных отношений и ключевого субъекта стратегического управления земельными ресурсами заключается в балансировании экономических и экологических интересов общества и формировании условий, обеспечивающих рациональность землепользования в условиях поддержания устойчивости агроландшафтов.

В настоящее время оптимизация землепользования сельскохозяйственных производителей, в большинстве случаев, осуществляется исходя из критериев экономической эффективности (максимизация суммы прибыли, валового или чистого дохода в зависимости от целевой ориентации хозяйствующего субъекта), а ограничения по использованию земельных ресурсов формируются на основе требований научно обоснованных систем земледелия, разработанных без учета современных экономических реалий и резкой трансформации производственных направлений сельскохозяйственных производителей.

Агрономическая наука пока не дала четкого ответа на вопросы, связанные с оптимизацией структуры посевных площадей в условиях резкого сокращения поголовья сельскохозяйственных животных и произошедшего вследствие этого выведения из севооборотов кормовых культур, в первую очередь многолетних трав. При оптимизации же агроландшафтов акцент, как правило, делается на повышение соотношения земельных угодий, оказывающих стабилизирующее и дестабилизирующее влияние на устойчивость конкретного агроландшафта, и сохранение биологического разнообразия [5, 9, 11, 14, 15].

При этом следует отметить, что вопросы оценки возможных экономических потерь от трансформации отдельных видов продуктивных земель, связанной с проведением природоохранных и экологических мероприятий, остаются за рамками исследований.

На наш взгляд, необходима актуализация подходов к повышению устойчивости агроландшафтов на основе достижения компромисса между экономической и экологической ориентацией агроэкономических систем. Реализация данного подхода требует особого внимания к оптимизации использования такого вида сельскохозяйственных угодий, как пашня, относящегося к элементам, дестабилизирующим агроландшафт, но являющегося основным источником создания экономических благ в системе аграрного производства. В этой связи возрастает важность проведения оценки влияния отдельных сельскохозяйственных культур и их групп на устойчивость агроландшафтов и воспроизводство потребительских свойств земель.

При оценке экологической ценности сельскохозяйственных культур необходимо рассматривать многоаспектную совокупность их воздействия на процессы использования продуктивных земель и функционирования агроландшафтов. Наиболее часто в качестве таких факторов выделяют: количество растительных остатков, образующихся после уборки сельскохозяйственных культур и поступающих в почвенную среду, и их качественный состав; степень влияния сельскохозяйственных культур на изменение уровня симбиотической и ассоциативной азотфиксации; уровень влияния сельскохозяйственных культур на изменение сложения и структурного состояния почв; почвозащитные способности сельскохозяйственных культур; уровень влияния на повышение устойчивости почв к эрозионным и дефляционным процессам; характер влияния сельскохозяйственных культур на изменение характеристик водного режима почв и фитосанитарного состояния [8].

К сожалению, в настоящее время так и не обоснована система объективных показателей, отражающих количественное и качественное влияние отдельных сельскохозяйственных культур или их групп на экологическое состояние почв, устойчивость агроландшафтов, воспроизводство почвенного плодородия и других потребительских свойств продуктивных земель. В этой связи все более широкое применение начали приобретать критерии, полученные на основе экспертных оценок. Такой подход, например, используется для расчета значений коэффициентов, характеризующих экологическую ценность отдельных биотических элементов, когда ценность для экосистемы земельной площади, занятой застройкой, оценивается значением 0, а занятой лесами – 1. При этом коэффициент экологической ценности пашни составляет 0,14, огородов – 0,5, лугов и сенокосов – 0,62, пастбищ – 0,68, а водоемов – 0,79 [2]. Существуют методики оценки и относительной экологической значимости биотических элементов агроландшафтов, в рамках которых расчетное значение коэффициента значимости пашни для условий степной зоны находится на уровне 0,15, а лугов, сенокосов и пастбищ – соответственно 0,95, 0,93 и 0,94 [12].

В основе подхода В.И. Кирюшина [8] к обоснованию значений показателей устойчивости к эрозии и дефляции почв, занятых различными сельскохозяйственными культурами, лежала гипотеза о том, что наибольший ущерб почвам от процессов водной и ветровой эрозии возникает при использовании пашни в качестве чистых паров (значение коэффициентов по чистому пару составляет 1), а устойчивость остальных агрофонов определяется почвозащитными способностями сельскохозяйственных культур.

Оценка условий воспроизводства сельскохозяйственных угодий позволяет утверждать, что в настоящее время наибольшая угроза деградации продуктивных земель связана не только с развитием эрозионных процессов, но и с ростом антропогенной нагрузки [6]. В современной литературе акцент, как правило, делается на оценку уровня антропогенной нагрузки на агроландшафт в целом, тогда как в рамках оптимизации землепользования хозяйствующих субъектов аграрного сектора крайне важно оценить ценность отдельных сельскохозяйственных культур и их групп по их антропо-

генному воздействию на пахотные земли, а значит, и на весь агроландшафт. Различия в уровне антропогенного воздействия различных сельскохозяйственных культур на почву обусловлены различным уровнем интенсивности технологий их возделывания.

Оценка уровня антропогенного воздействия отдельных сельскохозяйственных культур на пашню была проведена на основе использования метода экспертных оценок. Экспертами являлись 50 специалистов сельскохозяйственных организаций аграрного сектора Воронежской области, имеющих агрономическое образование. Им было предложено по 10-балльной шкале оценить уровень интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву исходя из реально используемых доз внесения минеральных удобрений, количества применяемых химических средств защиты растений, интенсивности операций по обработке земли и количества технологических операций. По каждому фактору эксперты должны были определить сельскохозяйственную культуру с максимальным значением фактора и оценить остальные культуры в соответствии со снижением его величины, а также оценить долю каждого фактора в совокупном влиянии на уровень интенсивности воздействия на почву. Эксперты подсчитали, что 44,9% интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву приходится на долю такого фактора, как интенсивность операций по обработке земли, 28,4% – на количество технологических операций, 19,3% – на внесение минеральных удобрений, 7,4% – на использование химических средств защиты растений. Сельскохозяйственными культурами с самым высоким уровнем интенсивности воздействия на почву были признаны овощи, картофель и сахарная свекла.

Очевидно, что для каждого агроландшафта характерно свое сочетание факторов, составляющих угрозу деградации почв. Если для одних агроландшафтов наибольшую опасность представляют процессы водной или ветровой эрозии, то для других – рост интенсивности использования пахотных земель. В этой связи мы считаем необходимым при оптимизации параметров использования сельскохозяйственных угодий оценивать не только потенциальный уровень чистого или валового дохода, получаемого от ведения сельскохозяйственной деятельности, но и уровень экологической безопасности землепользования по таким критериям, как устойчивость пашни к водной и ветровой эрозии, а также уровень интенсивности воздействия на почву. Оценочные значения этих критериев воздействия сельскохозяйственных культур и их групп на состояние пахотных земель, которые будут учитываться при оптимизации использования продуктивных земель, приведены в таблице 1. При необходимости круг этих критериев может быть расширен, и они могут без проблем вводиться в оптимизационную модель в виде переменных и ограничений.

Таблица 1. Оценка уровня воздействия сельскохозяйственных культур и их групп на состояние пахотных земель

Сельскохозяйственные культуры	Коэффициенты		
	интенсивности воздействия на почву*	эрозионной опасности**	дефляционной опасности**
Озимые зерновые	0,51	0,30	0,30
Яровые зерновые	0,41	0,60	0,75
Кукуруза на зерно	0,79	0,85	0,85
Горох, соя	0,40	0,35	0,75
Сахарная свекла	0,91	0,90	0,95
Подсолнечник	0,73	0,80	0,85
Картофель	0,98	0,75	0,85
Овощи	0,98	0,80	0,90
Кукуруза на силос и зеленый корм	0,75	0,60	0,70
Однолетние травы	0,29	0,50	0,75
Многолетние травы	0,13	0,04	0,04
Чистый пар	0,71	1,00	1,00

Примечание: * – значения получены на основе экспертных оценок; ** – взяты из источника [8].

Оптимизация состава и структуры агроландшафтов может проводиться как на уровне землепользований отдельных хозяйствующих субъектов аграрного сектора, так и на уровне более крупных территориальных образований (регионов, районов или их групп, объединенных по какому-либо признаку).

Для обоснования рациональных размеров и структуры землепользования агроэкономических систем различного уровня широко применяются различные оптимизационные и имитационные модели. Задачи выбора оптимального решения о размере и структуре землепользования с учетом нескольких критериев традиционно относятся к задачам многокритериальной оптимизации.

Нами предлагается методика оптимизации использования продуктивных земель с учетом оценки устойчивости агроландшафтов, реализация которой предполагает несколько этапов.

На первом этапе разрабатывается экономико-математическая модель, позволяющая определить оптимальную структуру пашни, исходя из уровня экономической эффективности аграрного производства, для сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, и оценить средний уровень интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву и устойчивость обоснованных структур пашни к водной и ветровой эрозии с учетом отнесения района к конкретной агроландшафтной группе. Оптимизация землепользования хозяйств населения не включается в круг исследований, поскольку организовать управление использованием земельных ресурсов большой массы мелких землепользователей с разнородной целевой ориентацией и различным ресурсным потенциалом представляется крайне сложным в рамках имеющегося организационно-экономического механизма управления сельским развитием. Кроме того, доля хозяйств населения в площади сельскохозяйственных угодий, входящих в земли сельскохозяйственного назначения Воронежской области, составляет всего 4,7%. Но при этом мы осознаем наличие проблем, связанных с резким ростом размеров неиспользуемых сельскохозяйственных угодий в хозяйствах населения, невозможностью формирования относительно крупных земельных массивов для совместной обработки в условиях имеющейся чересполосицы, падением уровня плодородия почв, качества их фитосанитарного состояния и др.

На втором этапе определяется оптимальная структура пашни для сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств при четырех разных критериях оптимальности: максимизации чистого или валового дохода, минимизации интегральной оценки уровня интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву, уровня эрозионной и дефляционной опасности. То есть определяются экстремальные значения целевых функций и параметры, обеспечивающие их достижение при фиксированных размерах отрасли животноводства.

На третьем этапе разработанная экономико-математическая модель дополняется переменными и ограничениями, позволяющими осуществить многокритериальную оптимизацию структуры пашни в рамках поиска компромиссного решения через минимизацию взвешенной суммы уступок от максимально возможного значения каждого критерия [13].

За основные неизвестные в экономико-математической модели принимаются:

- площади посева сельскохозяйственных культур;
- площади сенокосов и пастбищ;
- поголовье сельскохозяйственных животных по видам (X_j);
- объемы приобретаемых кормов и кормовых добавок (X_k).

За дополнительные переменные принимаются:

- стоимость товарной продукции (X'');
- сумма производственных затрат (X');

- комплексная оценка уровня интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву (U_1);
- комплексная оценка устойчивости к водной эрозии (U_2);
- комплексная оценка устойчивости к дефляции (U_3).

В структурном виде базовая экономико-математическая модель по оптимизации использования продуктивных земель описывается следующим образом.

Максимизировать функцию дохода, получаемого от ведения аграрного производства

$$Z_{\max} = \sum_{j \in J} c_j x_j - X', \quad (1)$$

где c_j – стоимость товарной продукции в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры или на 1 структурную голову j -го вида сельскохозяйственных животных и птицы, можно при наличии следующих ограничений.

По использованию земельных ресурсов

$$\sum_{j \in J} a_{ij} x_j \leq B_i, \quad (2)$$

где a_j – затраты земельных ресурсов i -го вида, необходимых для размещения 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры или j -го вида естественных кормовых угодий;

B_i – наличие ресурсов i -го вида.

По поголовью сельскохозяйственных животных и птицы

$$x_j \leq P_{ij}, \quad (3)$$

где x_j – поголовье j -го вида сельскохозяйственных животных и птицы;

P_{ij} – наличие скотомест i -го вида для размещения животных j -ого вида.

По выполнению агротехнических требований

$$\sum_{j \in J} x_j = Q_i, \quad (4)$$

где Q_i – пределы насыщения севооборота j -ой сельскохозяйственной культурой или группой сельскохозяйственных культур.

По обеспечению отрасли животноводства кормами

$$\sum_{j \in J} k_{ij} x_j + \sum_{j \in J} f_{ij} x_k - \sum_{j \in J} t_{ij} x_j \geq 0, \quad (5)$$

где k_{ij} – выход корма i -го вида в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры или j -го вида естественных кормовых угодий;

f_{ij} – содержание кормовых единиц в j -ом виде приобретаемых кормов и кормовых добавок;

t_{ij} – требуется корма i -го вида в расчете на 1 структурную голову j -го вида сельскохозяйственных животных и птицы.

По определению стоимости товарной продукции

$$\sum_{j \in J} c_j x_j = X'', \quad (6)$$

где c_j – стоимость товарной продукции в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры или на 1 структурную голову j -го вида сельскохозяйственных животных и птицы.

По определению суммы производственных затрат

$$\sum_{j \in J} s_j x_j = X', \quad (7)$$

где s_j – производственные затраты в расчете на 1 га посева j -ой сельскохозяйственной культуры или на 1 структурную голову j -го вида сельскохозяйственных животных и птицы.

По определению комплексной оценки уровня интенсивности воздействия сельскохозяйственных культур на почву

$$\sum_{j \in J} u_{1j} x_j = U_1, \quad (8)$$

где u_{1j} – коэффициент интенсивности влияния j -ой сельскохозяйственной культуры на почву.

По определению комплексной оценки уровня устойчивости к водной эрозии

$$\sum_{j \in J} u_{2j} x_j = U_2, \quad (9)$$

где u_{2j} – коэффициент эрозионной опасности j -ой сельскохозяйственной культуры.

По определению комплексной оценки уровня устойчивости к ветровой эрозии

$$\sum_{j \in J} u_{3j} x_j = U_3, \quad (10)$$

где u_{3j} – коэффициент дефляционной опасности j -ой сельскохозяйственной культуры.

По условию неотрицательности всех переменных

$$X_j \geq 0; \quad X_k \geq 0; \quad X' \geq 0; \quad X'' \geq 0; \quad U_1 \geq 0; \quad U_2 \geq 0; \quad U_3 \geq 0. \quad (11)$$

Поиск экстремальных значений исследуемых критериев

$$Z_{\min} = (X' - X'') / P; \quad (12)$$

$$Z_{\min} = \left(\sum_{j \in J} u_{1j} x_j - U_1 \right) / P; \quad (13)$$

$$Z_{\min} = \left(\sum_{j \in J} u_{2j} x_j - U_2 \right) / P; \quad (14)$$

$$Z_{\min} = \left(\sum_{j \in J} u_{3j} x_j - U_3 \right) / P, \quad (15)$$

где P – площадь пашни сельскохозяйственных организаций или крестьянских (фермерских) хозяйств.

Реализация метода поиска компромиссного решения через минимизацию взвешенной суммы уступок по каждому из критериев предполагает введение в экономико-математическую модель вспомогательных переменных $X_{u1}, X_{u2}, \dots, X_{un}$, отражающих относительные уступки по соответствующему критерию оптимальности Z .

Значимость каждого критерия устанавливается на основе оценки относительного веса каждого из этих критериев оптимальности p_1, p_2, \dots, p_n ($p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$).

Расчет размера уступок осуществляется с помощью использования вспомогательных ограничений типа:

$$U_i / Z_{\max} - X_{ui} = 0; \quad (16)$$

$$\frac{U_i}{Z_{\min}} U_i - X_{ui} = 0 . \quad (17)$$

На заключительном этапе после введения вспомогательных переменных и ограничений экономико-математическая задача решается на минимум целевой функции

$$Z_{\min} = p_j \sum_{j \in J} X_{uj} . \quad (18)$$

Апробация данной экономико-математической модели была проведена на примере сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств Хохольского района Воронежской области. Данный район характеризуется средними значениями показателей ливневой и ветровой нагрузки и средним уровнем антропогенной нагрузки на агроландшафт.

Постановка экономико-математической задачи на первом этапе реализации предлагаемой методики формулируется следующим образом: обосновать такую структуру посевных площадей, которая позволила бы максимизировать сумму чистого (для сельскохозяйственных организаций) или валового (для крестьянских (фермерских) хозяйств) дохода при имеющемся поголовье сельскохозяйственных животных, и определить интегральную оценку интенсивности воздействия на пашню найденного сочетания сельскохозяйственных культур и уровня эрозионной и дефляционной опасности.

На втором этапе определяются оптимальные параметры систем, позволяющие обосновать структуру посевных площадей, обеспечивающую минимальные уровни интенсивности воздействия на почву, эрозионной и дефляционной опасности, то есть экономико-математическая модель реализуется при четырех критериях оптимальности:

- вариант 1 – максимизация суммы чистого (для сельскохозяйственных организаций) и валового (для крестьянских (фермерских) хозяйств) дохода,
- вариант 2 – минимизация уровня интенсивности воздействия на почву,
- вариант 3 – минимизация уровня эрозионной опасности,
- вариант 4 – минимизация уровня дефляционной опасности.

На данном этапе выполнена оценка результативности и эффективности деятельности хозяйствующих субъектов Хохольского района и получена интегральная оценка экологической устойчивости пашни.

Информация, отражающая расчетные значения исследуемых параметров при различных критериях оптимальности для сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств исследуемого района, приведена в таблице 2.

Результаты расчетов подтверждают тезис о наличии объективных противоречий между экономической и экологической ориентацией хозяйствующих субъектов аграрной сферы и необходимости поиска компромиссных решений, обеспечивающих согласование экономических и экологических интересов развития сельскохозяйственных производителей.

На основании опроса 40 экспертов нами были обоснованы следующие весовые коэффициенты, отражающие значимость каждого критерия оптимальности в контексте стратегии развития сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств Хохольского района:

- максимизация чистого (валового) дохода – 0,75;
- минимизация уровня интенсивности воздействия на пашню – 0,12;
- максимизация устойчивости к эрозии – 0,07;
- максимизация устойчивости к дефляции – 0,06.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 2. Результативность и эффективность деятельности хозяйствующих субъектов Хохольского района и интегральная оценка экологической устойчивости пашни

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
Сельскохозяйственные организации				
Площадь пашни всего, га	45 158	45 158	45 158	45 158
Посевные площади, га	44 029	25 949	30 025	33 593
Стоимость товарной продукции, млн руб.	1848,8	1039,6	1041,0	1096,6
Производственные затраты (ПЗ), млн руб.	1248,9	797,0	813,8	860,2
Чистый доход (ЧД), млн руб.	599,9	242,7	227,2	236,3
Отношение ЧД к ПЗ, %	48,0	30,5	27,9	27,5
ЧД на 1 га сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.	12,0	4,8	4,5	4,7
Интегральная средневзвешенная оценка				
интенсивности воздействия на почву	0,515	0,239	0,249	0,273
эрозионной опасности	0,506	0,252	0,221	0,222
дефляционной опасности	0,609	0,327	0,259	0,276
Крестьянские (фермерские) хозяйства				
Площадь пашни всего, га	26 136	26 136	26 136	26 136
Посевные площади, га	24 250	20 527	20 618	20 984
Стоимость товарной продукции, млн руб.	1212,5	827,9	777,4	848,0
Производственные затраты (ПЗ), млн руб.	747,9	582,9	566,2	630,7
Валовой доход (ВД), млн руб.	464,6	245,0	211,2	217,3
Отношение ВД к ПЗ, %	62,1	42,0	37,3	34,5
ВД на 1 га сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.	17,6	9,3	8,0	8,2
Интегральная средневзвешенная оценка				
интенсивности воздействия на почву	0,596	0,385	0,387	0,386
эрозионной опасности	0,597	0,390	0,371	0,379
дефляционной опасности	0,671	0,472	0,449	0,440

В результате решения оптимизационной задачи было установлено, что для повышения экологической устойчивости структуры пашни в рамках реализации компромиссного решения в сельскохозяйственных организациях исследуемого района необходимо будет сократить на 948 га посевные площади по сравнению с вариантом, обеспечивающим максимизацию суммы чистого дохода, и вывести из хозяйственного оборота 2077 га пахотных земель (табл. 3).

Компромиссный вариант структуры пашни по оптимальному решению для крестьянских (фермерских) хозяйств предполагает сокращение размера посевных площадей на 1769 га и выведение из хозяйственного оборота 3655 га пашни (14% от имеющегося объема).

Реализация компромиссного варианта для сельскохозяйственных организаций Хохольского района приведет к сокращению суммы чистого дохода по их совокупности по сравнению с вариантом, обеспечивающим его максимизацию, на 62,4 млн руб. и снижение отношения чистого дохода к сумме производственных затрат с 48,0 до 44,5%. По крестьянским (фермерским) хозяйствам при компромиссном решении размер валового дохода снизится на 76,1 млн руб., а его отношение к сумме производственных затрат сократится с 62,1 до 56,2%.

Очевидно, что в сложившихся условиях ни один хозяйствующий субъект не согласится на сокращение прибыли ради повышения качества агроландшафта и уровня экологической безопасности землепользования. В рамках системы стратегического управления земельными ресурсами необходимо разработать механизмы компенсации «выпадающих» доходов сельскохозяйственных производителей и государственную систему стимулирования проведения собственниками земли и землепользователями экологозащитных мероприятий, выведения из хозяйственного оборота пахотных земель с высоким уровнем эрозионной и дефляционной опасности и изменения их целевого ис-

пользования. Кроме того, следует разработать мероприятия по консервации пахотных земель, выводящихся из хозяйственного оборота, с целью недопущения их деградации. В качестве самостоятельного направления повышения экологической устойчивости пахотных земель можно рассматривать развитие отраслей животноводства, связанных с увеличением потребности в сене, сенаже и зеленом корме трав, а значит, и повышения доли трав, в первую очередь многолетних, в структуре пашни.

Таблица 3. Параметры, отражающие результативность и эффективность деятельности хозяйствующих субъектов Хохольского района, и интегральная оценка экологической устойчивости пашни

Показатели	Факт	Проект	
		вариант 1 (максимизация чистого дохода)	компромиссное решение
Сельскохозяйственные организации			
Площадь пашни всего, га	45 158	45 158	45 158
Посевные площади, га	35 505	44 029	43 081
Стоимость товарной продукции, млн руб.	1542,1	1848,8	1744,9
Производственные затраты (ПЗ), млн руб.	1155,6	1248,9	1207,3
Чистый доход (ЧД), млн руб.	386,5	599,9	537,5
Отношение ЧД к ПЗ, %	33,4	48,0	44,5
ЧД на 1 га сельхозгодий, тыс. руб.	7,7	12,0	10,7
Интегральная средневзвешенная оценка			
интенсивности воздействия на почву	0,529	0,515	0,482
эрозионной опасности	0,607	0,506	0,426
дефляционной опасности	0,683	0,609	0,526
Крестьянские (фермерские) хозяйства			
Площадь пашни всего, га	26 136	26 136	26 136
Посевные площади, га	20 454	24 250	22 481
Стоимость товарной продукции, млн руб.	1098,0	1212,5	1079,5
Производственные затраты (ПЗ), млн руб.	698,4	747,9	691,0
Валовой доход (ВД), млн руб.	399,6	464,6	388,5
Отношение ВД к ПЗ, %	57,2	62,1	56,2
ВД на 1 га сельхозгодий, тыс. руб.	15,3	17,6	14,7
Интегральная средневзвешенная оценка			
интенсивности воздействия на почву	0,590	0,596	0,500
эрозионной опасности	0,651	0,597	0,495
дефляционной опасности	0,708	0,671	0,565

Предлагаемая методика оптимизации структуры пашни позволяет обеспечить поиск компромисса между экономической и экологической ориентацией хозяйствующих субъектов аграрного сектора с учетом влияния совокупности факторов (перечень факторов может корректироваться в зависимости от целей исследования), значимость которых описывается коэффициентами веса. Данная методика предоставляет возможность оценки уровня «выпадения» доходов от проведения ландшафтнозащитных мероприятий и обоснования рационального уровня их компенсации со стороны государства, в случае разработки государственных программ защиты продуктивных земель и оптимизации агроландшафтов.

При существующем отношении государства к проблемам оптимального использования продуктивных земель в процессе сельскохозяйственного производства хозяйствующие субъекты аграрного сектора будут ориентироваться только на критерии экономической эффективности, продолжая игнорировать требования научно обоснованных систем земледелия и принципы рациональной организации агроландшафтов, что в долгосрочной перспективе может привести к деградации продуктивных земель и агроландшафтов.

Библиографический список

1. Айдаров И.П. Методология оценки экономической эффективности природообустройства агроландшафтов / И.П. Айдаров, В.Н. Краснощеков // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 40–48.
2. Алакоз В.В. Использование сельскохозяйственных земель в России. Тенденции в использовании пашни и кормовых угодий. Масштаб проблем / В.В. Алакоз // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. – 2016. – № 24 (623). – С. 47–57.
3. Бухтояров Н.И. Теоретические аспекты формирования и развития системы управления земельными ресурсами и земельными отношениями / Н.И. Бухтояров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 294–301.
4. Галиновская Е.А. Концепция государственного стратегического управления земельными ресурсами (правовой аспект) / Е.А. Галиновская // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2017. – № 3. – С. 167–180.
5. Гусев В.А. Оптимизация структуры землепользования для увеличения устойчивости агроландшафтов / В.А. Гусев, С.С. Басамыкин, П.А. Шлапак // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 133–137.
6. Демидов П.В. Оценка условий воспроизводства сельскохозяйственных угодий / П.В. Демидов, А.В. Улезько // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 2. – С. 176–183.
7. Демидов П.В. Стратегическое управление землями сельскохозяйственного назначения: сущность, принципы и оценка эффективности / П.В. Демидов, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 237–247.
8. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – Москва : Колос, 1996. – 367 с.
9. Кононов В.М. Концепция оптимизации сельскохозяйственного землепользования и землеустройства / В.М. Кононов, Н.Д. Кононова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (63). – С. 171–173.
10. Крюкова Н.А. О необходимости сохранения и оптимизации использования земель сельскохозяйственного назначения / Н.А. Крюкова, П.В. Демидов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 311–314.
11. Крячкова Л.И. Теоретические основы эколого-экономической оптимизации структуры землепользования / Л.И. Крячкова, В.И. Вороненко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2–3. – С. 309–313.
12. Курбатова З.И. Условия оптимизации агроландшафтов / З.И. Курбатова // Псковский региональный журнал. – 2009. – № 7. – С. 61–65.
13. Оптимизация стратегических параметров устойчивого развития предприятий аграрной сферы / А.К. Камалян, А.П. Курносов, Л.П. Яновский и др. – Воронеж : ВГАУ, 2003. – 207 с.
14. Поляков В.В. Принципы оптимизации использования земельных ресурсов в рамках агроландшафтов / В.В. Поляков // Экономика и экология территориальных образований. – 2017. – № 2. – С. 95–102.
15. Трофимов И.А. Сохранение и оптимизация агроландшафтов Центрального Черноземья / И.А. Трофимов // Известия РАН. Серия географическая. – 2017. – № 1. – С. 103–109.
16. Улезько А.В. Земельные ресурсы сельского хозяйства: управление воспроизводством и экономическая оценка потенциала / А.В. Улезько, В.Э. Юшкова, А.А. Тютюников. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2014. – 176 с.
17. Хлыстун В.Н. О необходимых мерах по созданию эффективной системы регулирования земельных отношений и организации рационального использования и охраны земель в Российской Федерации / В.Н. Хлыстун // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. – 2016. – № 24 (623). – С. 33–38.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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.

Павел Валерьевич Демидов – кандидат экономических наук, ассистент кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: 79204170254@yandex.ru; PRAKTIKA@emd.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 10.01.2019

Дата принятия к печати 25.01.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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.

Pavel V. Demidov, Candidate of Economic Sciences, Assistant, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Received January 10, 2019

Accepted January 25, 2019

НАЛОГОВЫЙ АУДИТ – КОНКУРЕНТОСПОСОБНАЯ АУДИТОРСКАЯ УСЛУГА

Татьяна Николаевна Павлюченко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рыночные преобразования в экономике страны послужили отправной точкой становления аудиторской деятельности. В настоящее время рынок аудиторских услуг представлен более чем 50 видами аудиторских продуктов, преобладающее значение среди которых занимает аудит. В структуре доходов аудиторской фирмы на долю аудита приходится приблизительно 75–80%, на долю аудиторских услуг – оставшиеся 20%. В связи с постоянным изменением налогового законодательства необходимо следить за всеми новшествами с целью правильного учета налогов и пресечения штрафных санкций. Одним из инструментов оптимизации в области расчетов по налогам и сборам является налоговый аудит. Актуальность проведенного исследования заключается в необходимости научного обоснования категории налогового аудита, разработке методики проведения аудиторской проверки расчетов по налогам и сборам, позволяющей учитывать особенности деятельности экономического субъекта. Раскрыто понятие налогового аудита, которое гораздо шире общепринятого и, кроме проверки на соответствие требованиям налогового законодательства, включает также анализ и консультирование клиентов по вопросам налогообложения, планирование и оптимизацию налогов, выявление и устранение системных ошибок, а также другие мероприятия. Обоснована целесообразность проведения налогового аудита как части аудиторской проверки и как самостоятельного направления аудиторской деятельности. Предложены методические подходы к технологии и стандартизации аудита налогообложения, включающие в себя проверочные действия, сочетающие приемы и методы аудита. Сделан вывод о роли и значении налогового аудита, который позволяет экономическим субъектам минимизировать размер обязательств перед бюджетом и сократить возможные потери в связи с начислением штрафных санкций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аудит, аудит налогообложения, налоговый аудит, аудиторская услуга, методика налогового аудита, налогообложение.

TAX AUDIT AS A COMPETITIVE AUDITING SERVICE

Tatyana N. Pavluchenko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Market transformations in the national economy served as the starting point for the development of auditing activities. At present the market of auditing services is represented by more than 50 types of audit products, among which the audit itself is prevailing. In the structure of revenues of an auditing firm the share of audit accounts for approximately 75-80%, while the remaining 20% is the share of auditing services. In connection with constant changes in tax legislation it is necessary to keep track of all innovations in order to properly account for taxes and prevent penalties. One of the optimization tools in the field of calculation of taxes and fees is tax audit. The relevance of this study consists in the need for scientific substantiation of the category of tax audit, and development of the procedure for conducting an audit of calculations of taxes and fees that allows taking into account the peculiarities of activities of an economic entity. The author reveals the concept of tax audit, which is much broader than the generally accepted one. In addition to the assessment for compliance with the requirements of tax legislation it also includes the analysis and taxation advisory services, tax planning and optimization, identification and elimination of system errors, and other measures. The author has substantiated the expediency of conducting tax audit as part of auditing and as an independent direction of auditing activities. The author also proposes the methodological approaches to the technology and standardization of taxation audit that include verification activities combining audit techniques and methods. The conclusion about the role and importance of tax audit allows economic entities to minimize the amount of obligations to the budget and reduce potential losses due to the imposition of penalties.

KEYWORDS: audit, audit of taxation, tax audit, auditing service, tax audit procedure, taxation.

Аудиторские организации и индивидуальные аудиторы все больше внимания уделяют сопутствующим аудитам услугам, которые, наряду с проведением аудиторской проверки, занимают большой удельный вес в структуре выполняемых ими работ. По данным МинФина РФ, в 2017 г. сопутствующие аудитам услуги были оказаны 5650 организациям (табл. 1).

Таблица 1. Распределение услуг аудиторских организаций

Объекты аудита	Россия, всего		г. Москва		Другие регионы	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Аудируемая бухгалтерская отчетность	74 537	78087	27 299	28 623	40 652	42 777
Сопутствующие аудиту услуги	6237	5650	1908	2237	3824	3076
Общественно значимые организации	3940	3553	2000	1804	1718	1541

По официальным данным МинФина РФ, в 2017 г. к оказанию аудиторских услуг обратилось 78 087 организаций, из них 3553 организации являются общественно значимыми. Официальная статистика показывает рост интереса к рынку аудиторских услуг, по сравнению с 2016 г. количество клиентов увеличилось на 3550 организаций. На долю сопутствующих аудиторских услуг приходится всего 7,23%, по сравнению с предыдущим годом количество обращений снизилось на 587 единиц.

В соответствии с положениями статьи 7 Федерального закона от 30.12.2008 г. № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» аудиторские организации и индивидуальные аудиторы наряду с аудиторскими услугами могут оказывать прочие, связанные с аудиторской деятельностью, услуги [6]. Конкретный перечень услуг, которые могут быть оказаны потенциальному клиенту, установлены Приказом Минфина России от 09.03.2017 № 33н «Об определении видов аудиторских услуг, в том числе перечня сопутствующих аудиту услуг» (рис. 1) [7].

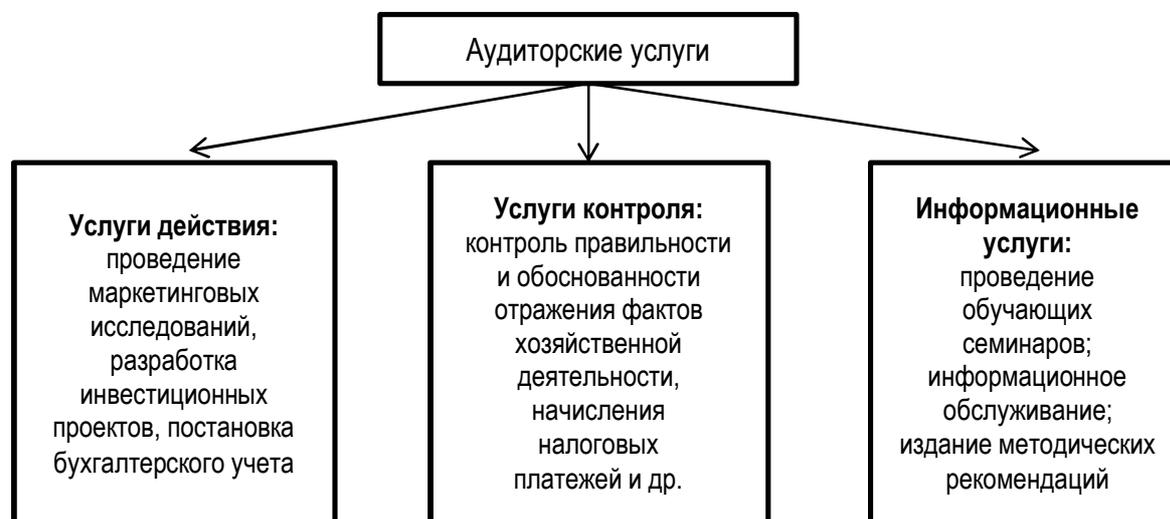


Рис. 1. Виды аудиторских услуг

Одним из наиболее распространенных видов среди сопутствующих аудиту услуг является налоговый аудит. На законодательном уровне порядок осуществления налогового аудита не закреплен. Кроме того, в процессе выделения его в самостоятельное направление при проведении аудиторских проверок было приведено немало аргументов в пользу того, что для выражения мнения о степени достоверности бухгалтерской отчетности аудиторю при проверке статей расчетов с бюджетом необходимо руководствоваться некоторыми методами и принципами общего аудита [9]. Так как налоговый

аудит осуществляется исключительно по инициативе клиента и не является обязательной услугой, эксперты сошлись во мнении, что нет необходимости написания отдельных требований к налоговому аудиту как к дополнительной аудиторской услуге.

Общее понимание категории «налоговый аудит» может быть представлено как проверка финансовой документации на предмет ее соответствия налоговому законодательству. Однако, на наш взгляд, понятие «налоговый аудит» гораздо шире и, кроме проверки на соответствие требованиям налогового законодательства, включает также анализ и консультирование клиентов по вопросам налогообложения, планирование и оптимизацию налогов, выявление и устранение системных ошибок, осуществление мероприятий по реструктуризации задолженности перед бюджетом, оценку возможных результатов по итогам проведения камеральных и выездных налоговых проверок.

Выделяют три подвида категории «налоговый аудит» (рис. 2).



Рис. 2. Виды налогового аудита

Как правило, во время аудита исполнители предоставляют дополнительные консультации по вопросам налогового и бухгалтерского учета. Зачастую эта услуга уже включена в стоимость аудита.

Аудит налогообложения, как правило, проводится аудиторской организацией или индивидуальным аудитором в рамках специального задания, состоящего в анализе налоговых отчетов на предмет их соответствия установленным нормам законодательства по начислению платежей в бюджет и внебюджетные фонды, а также порядка их отражения на счетах бухгалтерского учета [10]. По сравнению со стоимостью основной аудиторской проверки проверка расчетов по налогам и сборам имеет относительно небольшую стоимость, которая полностью перекрывается за счет снижения потенциальных налоговых рисков. Аудит налогообложения в некоторой степени выступает средством защиты налогоплательщика от необоснованных претензий со стороны налоговых органов [11].

В таблице 2 представлен перечень аудиторских компаний, оказывающих услуги аудита налогообложения.

Таблица 2. Стоимость услуги «Налоговый аудит» в г. Воронеже, руб.

Наименование организации	Стоимость услуги «Налоговый аудит»	Рейтинг организации
ООО «Бухгалтерская контора»	Бесплатно	★★★★★
ООО «Светла-Аудит»	От 20 000 руб.	★★★★★
ООО «БизнесКонсалтинг»	30 000 руб.	★★★★☆
ООО «ЮВПК-Аудит»	От 15 000 руб.	★★★☆☆
ООО «Аудит и Право»	35 000 руб.	★★★☆☆
ГК «Аудитэкоконс»	От 40 000 руб.	★★★☆☆
ООО «Баланс»	От 30 000 руб.	★★★★★
ООО «СервисКонсалтинг»	От 40 000 руб.	★★★☆☆
ООО «Профи-Аудит»	От 15 000 руб.	★★★★★

Аудит налогообложения не ограничен только проверкой расчетов по налогам и сборам, деятельность может быть осуществлена по следующим направлениям:

1. Оценка правомерности формирования налогооблагаемой базы.
2. Анализ правоприменения налоговых льгот.
3. Определение правильности расчета налоговых обязательств.
4. Вычисление налоговых последствий вследствие ошибок применения норм налогового законодательства.
5. Консультации по вопросам применения норм налогового законодательства.
6. Проверка актов налоговых органов.
7. Планирование и оптимизация налогообложения экономического субъекта.
8. Представление интересов налогоплательщика при возникновении разногласий с налоговыми органами.
9. Постановка налогового учета.

Работа в области аудита налогообложения выполняется на основании методики аудиторской деятельности «Налоговый аудит и другие сопутствующие услуги по налоговым вопросам. Общение с налоговыми органами», одобренной Комиссией по аудиторской деятельности при Президенте РФ 11.07.2000 г. Протокол № 1. В соответствии с данным документом выделяют два основных этапа проверки [4]:

1) предварительная оценка существующей системы налогообложения экономического субъекта;

2) проверка и подтверждение правильности исчисления и уплаты экономическим субъектом налогов и сборов в бюджет и внебюджетные фонды.

На первом этапе аудитор оценивает систему налогообложения, то есть порядок взимания налогов, применяемый на предприятии. Согласно требованиям Налогового кодекса РФ выделяют общий и специальные налоговые режимы. В настоящее время законодательно закреплено четыре специальных налоговых режима [5]:

- упрощенная система налогообложения (УСН) – глава 26.2 НК РФ;
- единый налог на вмененный доход (ЕНВД) – глава 26.3 НК РФ;
- единый сельхозналог (ЕСХН) – глава 26.1 НК РФ;
- патент (ПСН) – глава 26.5 НК РФ.

Каждый из действующих в Российской Федерации специальных налоговых режимов дает организации или индивидуальному предпринимателю возможность снизить

свою налоговую нагрузку, так как освобождает от уплаты таких налогов, как налог на прибыль, НДФЛ, НДС, а также налога на имущество организаций.

Особенности применения каждого из представленных выше специальных налоговых режимов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Налоговые режимы, разрешенные к применению

Виды налогообложения	ОСНО	УСН	ЕНВД	ЕСХН	ПСН
Налоговый объект	Доходы, уменьшенные на расходы (налог на прибыль), доход ИП (НДФЛ)	Доходы, или доходы за минусом расходов	Вмененный доход	Доходы, уменьшенные на расходы	Доход, потенциально возможный к получению
Ставка налога	20%, или 13% для ИП	6% или 15%	15%	6%	6%
Налоговый период	Год	Год	Квартал	Год	От 1 до 12 месяцев
Авансовые платежи	За 1 квартал, полугодие, 9 месяцев		-	За полугодие	-
Декларация	Ежеквартально	Раз в год	Ежеквартально	Раз в год	-
Кто может применять	ООО и ИП				ИП
Ограничения по численности, чел.	-	Не более 100	Не более 100	Для рыбохозяйств и ИП не более 300, по остальным ограничений нет	Не более 15
Доля участия юрлиц в организации	-	25%	25%	-	-
Годовой лимит дохода	-	150 млн руб.	-	-	60 млн руб. в сумме по всем видам деятельности
Совмещение режимов	ЕНВД, ПСН	ЕНВД, ПСН	ОСНО, УСН, ЕСХН, ПСН	ЕНВД, ПСН	ОСНО, УСН, ЕНВД, ЕСХН

Объектом аудита налогообложения выступает платеж, уплачиваемый в бюджет государства, он является обязательным, индивидуально безвозмездным платежом, взимаемым с организаций и физических лиц в форме отчуждения принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципальных образований [8]. При оценке присущих объекту качественных и количественных характеристик аудитор необходимо учитывать следующее:

- налоги представляют собой расчеты с бюджетом и внебюджетными фондами;
- расчет налогов – это непрерывный процесс, осуществляемый на протяжении всего времени деятельности предприятия;
- налоги относятся к объектам, обладающим количественными характеристиками;
- налоги постоянно находятся в поле зрения налоговых органов.

Второй этап при проведении налогового аудита предусматривает оценку существующей системы налогообложения. Оценка существующего порядка расчетов по

налогам и сборам включает комплекс взаимосвязанных мероприятий, среди которых наиболее значимыми являются:

а) изучение элементов системы налогообложения, применяемой экономическим субъектом;

б) выявление факторов, оказывающих влияние на налоговые показатели;

в) оценка графика документооборота в части расчетов по налогам и сборам;

г) расчет налоговых показателей по данным экономического субъекта.

Несмотря на единство налоговой системы России предприятия различных форм собственности и направлений деятельности имеют присущие только им особенности при исчислении налоговых обязательств, в связи с чем не представляется возможным создание единой, унифицированной методики аудита налогообложения [1].

Аудиторская фирма или индивидуальный аудитор, получившие задание проверить состояние расчетов по налогам и сборам, выполняют проверочные действия, сочетая приемы и методы аудита. В качестве основных мероприятий можно выделить следующие:

1. Анализ бухгалтерской и налоговой отчетности. Применение данной процедуры осуществляется с целью отбора операций, которые следует подвергнуть более детальной проверке. Анализ отчетности предшествует составлению плана и программы аудита на заданном участке. Методами, используемыми аудитором, выступают проверка взаимосвязки показателей бухгалтерской и налоговой отчетности, а также анализ показателей налоговой и бухгалтерской отчетности с учетом их динамики.

2. Анализ налоговых деклараций. Данная процедура позволяет аудитору убедиться, что составленные экономическим субъектом налоговые декларации точно и объективно отражают задолженность перед бюджетом, реальность статей баланса. Анализ налоговых деклараций включает:

- построчный анализ налоговых деклараций;
- проверку правильности формирования налоговой базы;
- проверку расчета налоговых обязательств перед бюджетом;
- выявление расхождений.

3. Анализ бухгалтерских счетов. Данная процедура направлена на подтверждение законности мероприятий, направленных на уменьшение платежей в бюджеты различных уровней. С целью выражения мнения о достоверности данных по указанному направлению аудитор осуществляет анализ дебетовых и кредитовых оборотов по счетам учета расчетов с бюджетом, проверяет правильность формирования налогооблагаемой базы, подтверждает факт реального перечисления денежных средств, производит альтернативные расчеты по данным налогового и бухгалтерского учета клиента.

4. Отраслевой сравнительный анализ. Сравнительный анализ применяется для соотнесения налоговых показателей предприятия со средними по отрасли. Здесь же аудитор изучает планы и сметы, сопоставляет их значение с фактическими данными. Основная задача, решаемая с применением метода сравнительного анализа, – оценка точности прогнозных расчетов, а также внесение корректировок в случае обнаружения отклонений.

5. Сравнение налоговых показателей. Аудитор сопоставляет данные о расчетах по налогам и сборам экономического субъекта за несколько временных периодов. Наилучший результат дает проверка взаимосвязи показателей бухгалтерской и налоговой отчетности. В основу данного метода положена существующая взаимосвязь между показателями налоговых деклараций и финансовой отчетности, а также между данными по различным налогам, уплачиваемым предприятием [2]. Метод контрольных соот-

ношений позволяет аудитору выполнить проверку взаимосвязки отдельных показателей бухгалтерской отчетности с расчетными показателями по налогам и сборам, произвести сопоставление показателей различных налоговых деклараций, а также показателей внутри налоговых деклараций.

6. Проверка сопоставимости показателей налоговых деклараций. Между данными налоговых деклараций, отражающих состояние расчетов по различным налогам, можно проследить взаимосвязь и сопоставить базовые значения, которые во многом пересекаются при проведении расчетов. Например, в основу расчета налога на прибыль и налога на добавленную стоимость положен показатель выручки компании за период. Следовательно, можно сопоставить декларации по указанным налогам с целью выявления возможных расхождений [3].

7. Проверка соотношений внутри налоговых деклараций. Анализ соотношений показателей отдельной налоговой декларации зависит в первую очередь от ее структуры. Для удобства планирования проверки по данному направлению налоговые декларации можно разделить на следующие группы (рис. 3).

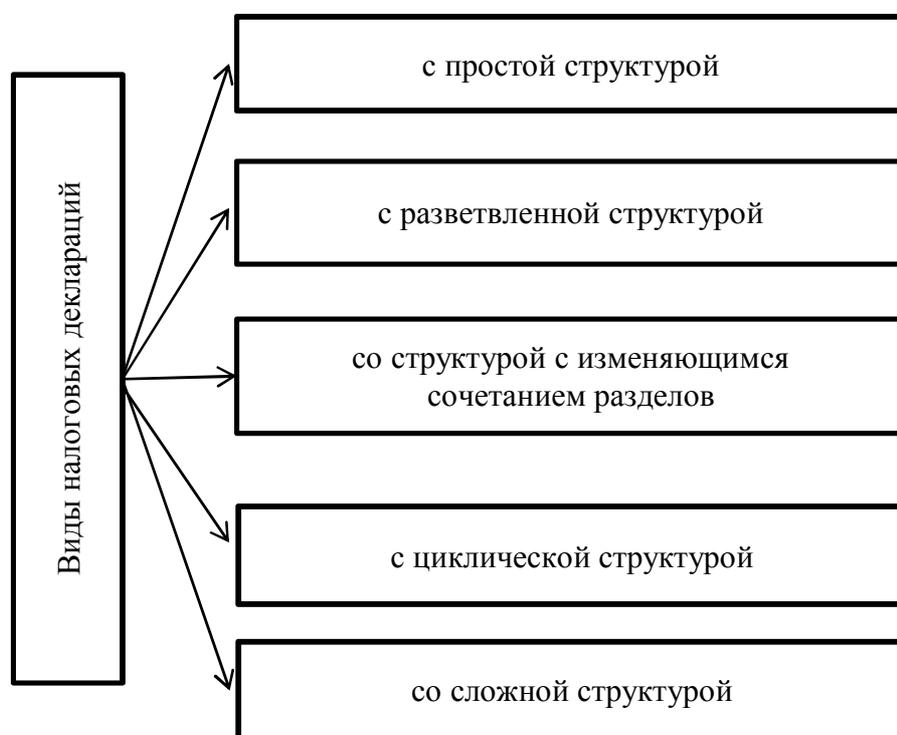


Рис. 3. Группировка налоговых деклараций

При анализе итоговых показателей алгоритм сопоставления будет зависеть от структуры налоговой декларации. Он выражается в сопоставлении итоговых данных, представленных в разделе по расчету налога, с суммой показателей, отраженных в повторяющихся листах декларации, либо с итоговой суммой, отражаемой в конце раздела декларации, либо с суммой показателей, отраженных в разных частях декларации.

Подводя итог вышесказанному, следует подчеркнуть особую роль аудита налогообложения, который позволяет крупным и средним компаниям значительно минимизировать размер обязательств перед бюджетом, а также в результате осуществления проверки избежать претензий со стороны налоговых органов, сократить возможные потери в связи с начислением штрафных санкций.

Библиографический список

1. Ерыгина Л.В. Особенности проведения налогового аудита / Л.В. Ерыгина, Г.И. Золотарева, Г.В. Денисенко // *Аудитор*. – 2017. – № 4. – С. 11–17.
2. Киреева В.В. Методика оценки системы внутреннего контроля налогообложения аудируемого лица / В.В. Киреева // *Аудитор*. – 2017. – № 3. – С. 21–29.
3. Лещенко В.В. Проблемы государственного финансового контроля в Российской Федерации / В.В. Лещенко, Т.Н. Павлюченко // *Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной науч.-практ. конф.* – 2016. – С. 127–131.
4. Логвинова Т.И. Аудит (ревизия) расчетов по единому сельскохозяйственному налогу / Т.И. Логвинова // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. – 2011. – № 1. – С. 51–55.
5. Логвинова Т.И. Организация риск-ориентированного внутреннего контроля финансовых результатов в сельскохозяйственных предприятиях / Т.И. Логвинова, В.Г. Широбоков // *Аудит*. – 2018. – № 2. – С. 5–8.
6. Налоговый аудит и другие сопутствующие услуги по налоговым вопросам. Общение с налоговыми органами : методика аудиторской деятельности (одобрена Комиссией по аудиторской деятельности при Президенте РФ 11.07.2000 Протокол № 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28966/ (дата обращения: 20.02.2019).
7. Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/ (дата обращения: 14.01.2019).
8. Об аудиторской деятельности : федеральный закон от 30.12.2008 № 307-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW> (дата обращения: 17.02.2019).
9. Об определении видов аудиторских услуг, в том числе перечня сопутствующих аудиту услуг : приказ Минфина России от 09.03.2017 № 33н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/law/podborki/soputstvuyuschie_auditu_uslugi/ (дата обращения: 15.01.2019).
10. Павлюченко Т.Н. Задолженность с истекшим сроком исковой давности при исчислении налога на прибыль / Т.Н. Павлюченко // *Все для бухгалтера*. – 2015. – № 1 (281). – С. 28–31.
11. Павлюченко Т.Н. Учет налогов и оптимизация налоговой нагрузки / Т.Н. Павлюченко, И.В. Калюгина // *Научно-методический электронный журнал Концепт*. – 2018. – № 5. – С. 137–143.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Татьяна Николаевна Павлюченко – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: Pavlychenko_tn@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 06.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Tatiana N. Pavlyuchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: Pavlychenko_tn@mail.ru.

Received February 16, 2019

Accepted March 06, 2019

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Евгений Васильевич Панин
Ирина Васильевна Яурова
Александр Александрович Харитонов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В настоящее время в Российской Федерации существует ряд препятствий к осуществлению эффективного государственного управления земельными ресурсами. Для государственного учета объектов недвижимости требуется применение наиболее эффективных методов определения координат географических объектов, основанных на современных спутниковых, геоинформационных и цифровых технологиях сбора и обработки информации. В связи с вышеизложенным информационное обеспечение управления объектами недвижимости и земельными ресурсами, а также соответствующая нормативно-правовая база требуют дальнейшего совершенствования. Проведен детальный анализ изменений законодательства РФ, регулирующего градостроительную и кадастровую деятельность в связи с осуществлением комплексной реформы государственной регистрации прав, государственного кадастрового учета, градостроительной и кадастровой деятельности. Затрагиваются проблемы градостроительного зонирования и территориального планирования, связанные с реформами в системе экспертизы проектной документации и государственного строительного надзора в целях создания рынка доступного жилья. Особое внимание уделено детальному анализу изменений нормативно-правовой базы, направленных на упорядочение вопросов государственного строительного надзора, экспертизы проектной документации индивидуального жилищного строительства, сноса объектов капитального строительства и самовольных построек. Рассматриваются вопросы ответственности участников градостроительной деятельности за обеспечение безопасности эксплуатации объектов капитального строительства, устойчивого развития территорий, окружающей среды, жизни и деятельности человека. Изменения нормативной базы, регулирующей градостроительную и кадастровую деятельность в связи с осуществлением комплексной реформы системы единого государственного реестра объектов недвижимости, призваны упорядочить индивидуальное жилищное строительство, а также вопросы государственного строительного надзора, экспертизы проектной документации и сноса самовольных построек. Выявлены причины, препятствующие проведению реформы, а также проблемные моменты реализации отдельных положений Градостроительного кодекса, Закона о регистрации недвижимости и иных подзаконных актов. Предложены пути выхода из сложившейся ситуации в части развития законодательства в сфере земельно-имущественных отношений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: государственная регистрация прав, учет объектов недвижимости, кадастровая деятельность, градостроительная деятельность, совершенствование законодательства.

IMPROVEMENT OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL MANAGEMENT OF LAND RESOURCES AND REGULATION OF LAND AND PROPERTY RELATIONS

Evgeniy V. Panin
Irina V. Iaurova
Alexander A. Kharitonov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Information support of management of real estate and land resources requires further improvement. The article analyzes the changes in the legislation of the Russian Federation regulating urban planning and cadastral activities in connection with the implementation of a comprehensive reform of state registration of rights, state cadastral registration, urban planning and cadastral activities. The problems of town-planning zoning and territorial planning associated with reforms in the system of examination of project documentation and state construction supervision in order to create an affordable housing market by reducing administrative barriers in the field of construction and

reconstruction of individual housing construction. Particular attention is paid to the detailed analysis of changes in the regulatory framework aimed at streamlining the issues of state construction supervision, examination of project documentation of individual housing construction, demolition of capital construction projects and unauthorized buildings. Questions of responsibility of participants of town-planning activity for safety of operation of objects of capital construction, sustainable development of territories, environment, life and activity of the person are considered. Thus, changes in the regulatory framework governing urban planning and cadastral activities in connection with the implementation of a comprehensive reform of the unified state register of real estate are designed to streamline individual housing construction, as well as issues of state construction supervision, examination of project documentation, demolition of capital construction projects and unauthorized buildings. The paper identifies the reasons that hinder the reform, as well as the problematic aspects of the implementation of certain provisions of the Town planning code, the law on real estate registration and other by-laws. The ways out of the current situation in terms of the development of legislation in the field of land and property relations.

KEY WORDS: state registration of rights, accounting of real estate objects, cadastral activities, town-planning activity, improvement of legislation.

Одной из важнейших стратегических целей государственной политики в области создания условий устойчивого экономического развития Российской Федерации является эффективное вовлечение земли и иной недвижимости в гражданский оборот, стимулирование инвестиционной деятельности на рынке недвижимости в интересах удовлетворения потребностей общества и граждан. В Российской Федерации существует ряд препятствий к осуществлению эффективного государственного управления земельными ресурсами. Огромное число объектов недвижимости, подлежащих государственному учету, требует применения наиболее эффективных методов определения координат географических объектов, основанных на современных спутниковых, геоинформационных и цифровых технологиях сбора и обработки информации. В связи с вышеизложенным информационное обеспечение управления объектами недвижимости и земельными ресурсами требует дальнейшего совершенствования.

Проведен детальный анализ изменений законодательства РФ, регулирующего градостроительную и кадастровую деятельность в связи с осуществлением комплексной реформы государственной регистрации прав, государственного кадастрового учета, градостроительной и кадастровой деятельности [14].

Затрагиваются проблемы градостроительного зонирования и территориального планирования, связанные с реформами в системе экспертизы проектной документации и государственного строительного надзора в целях создания рынка доступного жилья путем снижения административных барьеров в сфере строительства и реконструкции объектов индивидуального жилищного строительства.

Особое внимание уделено детальному анализу изменений нормативно-правовой базы, направленных на упорядочение вопросов государственного строительного надзора, экспертизы проектной документации индивидуального жилищного строительства, сноса объектов капитального строительства и самовольных построек.

В августе 2018 г. Президент РФ подписал блок законов с поправками Градостроительного [5], Земельного [6] кодексов и других законодательных актов в сфере земельно-имущественных отношений. В них появились подробные требования к сносу недвижимости, в том числе самовольных построек. Например, чтобы снести объект, компания должна быть членом соответствующей саморегулируемой организации. Также поправки затронули индивидуальное жилищное строительство, некапитальные строения, зоны с особыми условиями использования территорий и т. д.

Появилось несколько законов, которые внесли изменения в Градостроительный кодекс и другие законы. Один из них содержит новые нормы о строительстве объектов индивидуального жилищного строительства, а также о сносе объектов, в том числе самовольных построек (Федеральный закон от 03.08.2018 № 340-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодатель-

ные акты Российской Федерации», далее – Закон № 340-ФЗ) [14], в другом – речь идет о поправках в Градостроительный кодекс, в том числе в части требований к проектной документации, некапитальным строениям (Федеральный закон от 03.08.2018 № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации», далее – Закон № 342-ФЗ) [15].

Рассмотрим более подробно эти изменения. В Градостроительном кодексе изменилось определение объекта индивидуального жилищного строительства. Законом № 340-ФЗ установлено ограничение не только в этажности (не более чем три этажа), но и по высоте – не более 20 м. Такой объект состоит из помещений и комнат вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании, и не предназначен для раздела на самостоятельные объекты недвижимости [9]. Установление требования по высоте связано с тем, что жилые дома часто строят по индивидуальным проектам, в том числе с башнями, шпилями, что создает разноплановые высотные акценты. Кроме того, ограничение лишь по количеству этажей может привести к возведению застройщиком объектов с потенциально опасной высотой этажей, без дальнейшей проверки соблюдения установленных требований.

В Законе № 340-ФЗ установлен уведомительный порядок для строительства на земельных участках индивидуального жилищного строительства, участках личного подсобного хозяйства в границах населенных пунктов и садово-дачных участках граждан. То есть, с 1 января 2019 г. вводится единый – уведомительный – порядок строительства и оформления права собственности в садоводческих некоммерческих товариществах и населенных пунктах.

Теперь перед началом строительства или реконструкции дома нужно уведомить об этом орган местного самоуправления. В случае с дачными объединениями это может быть администрация конкретного района или муниципального образования, или поселковая администрация, в ведении которой находится земля, на которой располагается садоводческое товарищество.

Заметим, что раньше дачникам не нужно было сообщать местным властям о планируемом строительстве [10], но в августе были внесены поправки в Градостроительный кодекс. И теперь перед строительством садового дома нужно уведомить о своих планах местную администрацию. Для этого – заказным письмом, лично, через многофункциональный центр или портал госуслуг – необходимо отправить уведомление о планируемом строительстве.

В течение лета 2018 г. проходило общественное обсуждение семи форм уведомлений, связанных со строительством и реконструкцией объекта индивидуального жилищного строительства или садового дома, разработанных Минстроем, в том числе форм уведомления о планируемых строительстве или реконструкции, об изменении параметров планируемого строительства или реконструкции, об окончании работ.

В каждом уведомлении будут указаны ФИО и адрес правообладателя, его паспортные и контактные данные, кадастровый номер участка, сведения о правах на землю и видах ее разрешенного использования, а также сведения о планируемых параметрах будущего дома. При этом в документе, как мы уже упоминали, определены предельные размеры и для садовых домиков, и для домов ИЖС – не выше 20 метров и не больше трех этажей.

Важно указать, что будущий дом не предназначен для раздела на самостоятельные объекты недвижимости. Мы полагаем, что вводимый уведомительный характер строительства индивидуальных жилых домов и садовых домиков – это компромисс между интересами застройщиков и государством.

В свое время у нас сложилась практика, когда на дачных участках, предназначенных для ведения садоводства, начали возводиться многоквартирные дома, которые нигде не регистрировались и официально не вводились в эксплуатацию, а некоторые собственники возводили целые дворцы и не оформляли их в собственность, чтобы не платить налоги [13]. Как предполагается, уведомления должны защитить от такого самостроя.

После того как дачник сообщил о начале строительства, он должен дожидаться ответного уведомления – уже от местной администрации – о том, что дом соответствует установленным параметрам и допустимо строить его на земельном участке.

Но можно получить и отказ, если дом превышает указанные в законе размеры, собственник не смог подтвердить свои права на землю и т. д.

Заметим, что все эти требования и нововведения касаются исключительно жилых домов, построить баню, беседку или сарай по-прежнему можно без всяких разрешений и уведомлений [8]. Надеемся, что и в последующем в этом плане ничего не изменится.

По завершении строительства (в течение месяца после окончания стройки) надо снова подавать уведомление в администрацию с приложением технического плана садового дома и ждать ответное уведомление о соответствии стройки требованиям законодательства.

Теперь местная администрация обязана предоставить такой документ в течение семи рабочих дней. При этом как администрация будет проверять, что конкретно дачник построил, не интересуется застройщика, его задача – уведомить, что стройка завершена.

Порядок такого уведомления предполагает, что к самому документу-уведомлению нужно приложить технический план на дом и квитанцию об оплате госпошлины за регистрацию права собственности на дом.

Так что самому регистрировать дом не надо, местная администрация после выдачи уведомления дачника о соответствии строения требуемым параметрам самостоятельно направляет все документы в Росреестр для регистрации собственности [7]. Останется только ждать весточки от налоговиков.

Таким образом, до 1 марта 2019 г. допускается осуществление кадастрового учета и регистрации прав на жилые дома, созданные на земельных участках, предоставленных для ведения дачного хозяйства, садоводства, без направления уведомлений о планируемых строительстве или реконструкции указанных объектов и уведомлений об окончании работ [12]. После 1 марта 2019 г. это станет обязательным. При этом если строительство началось до 4 августа 2018 г., то владелец участка (дачного, садового, для ИЖС, ЛПХ) вправе до 1 марта 2019 г. направить уведомление о планируемых строительстве или реконструкции на соответствующем земельном участке жилого дома, жилого строения или объекта ИЖС. В данном случае получение разрешения на строительство и разрешения на ввод объекта в эксплуатацию не требуется.

Также с 04.08.2018 г. начали действовать поправки в Гражданский кодекс, касающиеся сноса самовольных построек. Право органов местного самоуправления на принятие решений о сносе ограничили. Одновременно изменения, связанные со сносом объектов, предусмотрены в Законе № 340-ФЗ [14]. В нем установлен порядок сноса объектов капитального строительства, особенности сноса самовольных построек или приведения их в соответствие с установленными требованиями, а также особенности сноса объектов капитального строительства, расположенных в зонах с особыми условиями использования территорий. Новым является то, что индивидуальные предпри-

ниматели или юридические лица, осуществляющие снос объектов капитального строительства, должны теперь быть членами саморегулируемой организации в области капитального ремонта, строительства, реконструкции и сноса объектов капитального строительства.

При проведении экспертизы проектной документации объекта капитального строительства, не являющегося линейным объектом, осуществляется оценка ее соответствия требованиям, установленным и действовавшим на дату выдачи градостроительного плана земельного участка, на основании которого была подготовлена такая проектная документация, при условии, что с указанной даты прошло не более полутора лет. Если речь идет о проектной документации линейного объекта [2], то в расчет берется дата утверждения проекта планировки территории. А если проводится экспертиза проектной документации линейного объекта, для строительства, реконструкции которого не требуется подготовка документации по планировке территории, то осуществляется оценка соответствия данной проектной документации требованиям, действовавшим на дату поступления проектной документации на экспертизу. Если объекты капитального строительства относятся к объектам массового пребывания граждан, то экспертиза проектной документации на осуществление строительства, реконструкции указанных объектов капитального строительства является обязательной. Критерии отнесения объектов капитального строительства к объектам массового пребывания граждан утвердит Минстрой России.

Вместо временных построек, киосков, навесов и других подобных построек в Градостроительном кодексе РФ теперь фигурирует понятие «некапитальные строения, сооружения». Соответствующая поправка внесена Законом № 342-ФЗ. Цитируем документ: «Некапитальные строения, сооружения – строения, сооружения, которые не имеют прочной связи с землей и конструктивные характеристики которых позволяют осуществить их перемещение и (или) демонтаж и последующую сборку без несоразмерного ущерба назначению и без изменения основных характеристик строений, сооружений (в том числе киосков, навесов и других подобных строений, сооружений)». Пункт 10.2 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ.

Также Законом № 342-ФЗ внесены поправки в Земельный кодекс РФ в части положений о зонах с особыми условиями использования территорий. В нем теперь предусмотрен исчерпывающий перечень зон с особыми условиями использования территорий, порядок установления, изменения и прекращения существования зон с особыми условиями использования территорий, а также последствия установления, изменения и прекращения существования таких зон. Кроме того, Законом № 342-ФЗ закреплена механизм возмещения убытков правообладателям земельных участков, иных объектов недвижимости при ограничении их прав в связи с установлением и изменением зон с особыми условиями использования территорий. Несмотря на то что Закон № 342-ФЗ вступит в силу с 2019 г., эта поправка начала действовать с 04.08.2018.

Таким образом, можно обобщить основные изменения законодательства РФ в части осуществления комплексной реформы государственной регистрации прав, кадастрового учета объектов недвижимости, кадастровой и градостроительной деятельности.

Итак, с 1 января 2019 г. вступают в силу изменения в Градостроительный кодекс РФ, Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» и иные законодательные акты, упрощающие строительство индивидуальных жилых домов и государственную регистрацию прав на них.

В законе уточнено понятие объекта индивидуального жилищного строительства.

Объект индивидуального жилищного строительства может иметь не более трех надземных этажей. Введено дополнительное ограничение по предельной высоте такого объекта – не более 20 метров. Исключено указание на то, что индивидуальный жилой дом предназначен для проживания одной семьи. Однако индивидуальный жилой дом не может быть разделен на самостоятельные объекты, например квартиры.

Отменяется требование о получении разрешения на строительство (реконструкцию) и разрешения на ввод в эксплуатацию объекта. Вместо этого вводится уведомительный порядок начала и окончания строительства объектов индивидуального жилищного строительства и садовых домов.

После получения уведомления о планируемом строительстве, об окончании строительства, уполномоченный орган проводит проверку соответствия параметров объекта градостроительной документации и направляет гражданину (застройщику) соответствующее уведомление.

Кроме того, установлена обязанность органа местного самоуправления в срок не позднее 7 рабочих дней с даты поступления от застройщика уведомления об окончании строительства или реконструкции (в случае соответствия построенного объекта требованиям законодательства о градостроительной деятельности) направлять в Росреестр заявление о государственном кадастровом учете и государственной регистрации прав на объект индивидуального жилищного строительства или садовый дом.

К уведомлению об окончании строительства гражданин должен приложить технический план объекта и сведения об уплате государственной пошлины за государственную регистрацию права.

Поправки призваны упорядочить индивидуальное жилищное строительство, а также вопросы государственного строительного надзора, экспертизы проектной документации, сноса объектов капитального строительства и самовольных построек.

На первый взгляд изменения можно только приветствовать. Много лет назад государство практически самоустранилось из индивидуального жилищного строительства. Была объявлена и многократно продлена так называемая «дачная амнистия» [1, 4]. При этом частное домостроение почти полностью утратило строительный надзор со стороны государства [3]. Хорошо это или плохо, можно спорить. Но никуда не деться от того факта, что в результате на шести сотках стали появляться многоквартирные пятиэтажки, магазины и даже небольшие промышленные объекты. Такое строительство нарушает права добросовестных дачников и садоводов. Поправки направлены на решение проблем самовольных построек, когда собственники возводят незаконные гостиницы и многоэтажные коттеджи, пользуясь отсутствием регулирования сферы.

Сомнения и настороженность вызывают прежде всего разрешительные процедуры к строительству индивидуальных жилых домов, в том числе на землях для ведения личного подсобного хозяйства в границах населенных пунктов, которые теперь должны предшествовать началу постройки или даже простой реконструкции уже имеющегося дома или дачи. Как таковое разрешение в исправленном законе не упоминается, но сути это не меняет. То есть, задумав строительство или перестройку своего дома или дачи, застройщик будет обязан «надлежащим образом» уведомить о своих планах уполномоченный орган, как правило, это местная администрация.

Если чиновники к вашим намерениям отнесутся благосклонно, решив, что вы не нарушаете местные градостроительные правила, в недельный срок получите ответное уведомление и 10 лет на то, чтобы спокойно строить или перестраивать. По завершении работ надо будет направить новое уведомление. В ответ на него чиновники за те же семь дней решат, не отступили ли вы от дозволенного. И если все окажется в порядке, они сами обратятся в Росреестр для регистрации объектов недвижимости и постановки их на кадастровый учет.

Вроде бы все просто, но анализ деталей описанной выше процедуры позволяет утверждать, что разрешительная процедура не будет легкой. Землевладельцам, включая простых дачников, придется как минимум изучить местные правила землепользования и застройки. Чтобы подготовить надлежащим образом требуемые уведомления, возможно, придется обращаться к специалисту. При этом перечень сведений, указываемых в уведомлении о начале строительства, подразумевает, что на руках у частного застройщика должен быть, по сути, полноценный проект.

Стоимость подготовки бумаг станет, возможно, даже выше стоимости прежнего пакета документов для получения разрешения на строительство. В общем, заранее стоит готовиться к тому, что бюджет строительства дополнится значительными расходами на бюрократию.

Самое пугающее в поправках то, что собственник может утратить права на земельный участок, на котором находится объект, признанный государством самостроем [7]. Не исключена возможность, что кое-где, в привлекательных регионах, это станет механизмом узаконенного и поставленного на поток земельного рейдерства со стороны крупных застройщиков [10, 11]. Их юридические службы получают удобный инструмент законного отъема земельных участков у владельцев, которые, скорее всего, пока даже не догадываются о нависшей над ними угрозе.

Законодатель позволяет передать участок с самостроем в третьи руки – при условии, что новый владелец возьмет на себя обязательства по устранению нарушений. Проще говоря, возьмет на себя снос самовольной постройки. Таким образом, гигантам строительного рынка станет проще заезжать своими бульдозерами в дачные поселки. Впрочем, если у дачника все в порядке с документами, бояться ему нечего.

Подводя итог вышесказанному, необходимо отметить, что после вступления в силу перечисленных изменений, участникам рынка малоэтажного строительства потребуется определенная квалификация для взаимодействия с органами надзора, поэтому одним из способов профилактики проблем, вероятно, станет привлечение специализированных служб заказчика. Но тогда придется смириться и с тем, что это начнет влиять на стоимость строительства, а значит, скажется и на средней стоимости квадратного метра.

Библиографический список

1. Бабаян К.Т. К вопросу о совершенствовании кадастровых работ, учета недвижимости и регистрации прав на нее / К.Г. Бабаян, И.В. Гагай // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 117. – С. 886–898.
2. Бухтояров Н.И. К вопросу оформления права собственности на недвижимость в современных условиях / Н.И. Бухтояров, Б.Е. Князев, В.В. Гладнев // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 6 (149). – С. 27–31.

3. Бухтояров Н.И. Теоретические аспекты формирования и развития системы управления земельными ресурсами и земельными отношениями / Н.И. Бухтояров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 294–301.
4. Гальченко С.А. Вопросы развития систем кадастрового учета и регистрации недвижимости в России / С.А. Гальченко, А.А. Варламов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 12 (155). – С. 5–12.
5. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/77664910/> (дата обращения: 20.12.2018).
6. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (с изм. и доп.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12124624/> (дата обращения: 20.12.2018).
7. Интернет-газета ZNAK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.znak.com> (дата обращения 25.10.2018).
8. Красноплахова Л.И. Совершенствование кадастрового учета земель / Л.И. Красноплахова, Г.А. Давиденко // Новая наука: современное состояние и пути развития. – 2016. – № 12-5. – С. 242–244.
9. Межевание объектов недвижимости : учеб. пособие / Г.А. Калабухов и др. ; под ред. Г.А. Калабухова. – Воронеж : Воронежский ГАСУ, 2013. – 221 с.
10. Панин Е.В. Мировой опыт развития земельного рынка в части оборота земель сельскохозяйственного назначения / Е.В. Панин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (33). – С. 295–299.
11. Панин Е.В. Оборот земель сельскохозяйственного назначения на территории Воронежской области / Е.В. Панин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 251–255.
12. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров : учеб. пособие / С.С. Викин и др. ; под ред. С.С. Викина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 247 с.
13. Яурова И.В. Актуальные проблемы ведения государственного кадастра недвижимости и пути их решения / И.В. Яурова, Е.В. Панин, А.А. Харитонов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия, Воронеж, 1–2 ноября 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. III. – С. 212–217.
14. Федеральный закон от 03 августа 2018 г. № 340-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71905506/> (дата обращения: 20.12.2018).
15. Федеральный закон от 03 августа 2018 г. № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71905510/> (дата обращения: 20.12.2018).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Евгений Васильевич Панин – старший преподаватель кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: panin72@mail.ru.

Ирина Васильевна Яурова – старший преподаватель кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: yurova@inbox.ru.

Александр Александрович Харитонов – кандидат экономических наук, доцент, декан факультета землеустройства и кадастров, зав. кафедрой земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kharitonov5757@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 15.01.2019

Дата принятия к печати 13.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Evgeniy V. Panin, Senior Lecturer, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: panin72@mail.ru.

Irina V. Iurova, Senior Lecturer, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: yurova@inbox.ru.

Alexander A. Kharitonov, Candidate of Economic Sciences, Docent, Dean of the Land Survey Faculty, Head of the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kharitonov5757@mail.ru.

Received January 15, 2019

Accepted February 13, 2019

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Виктор Дмитриевич Постолов
Оксана Сергеевна Барышникова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Исследованиями подтверждается, что одним из наиболее эффективных мероприятий в ландшафтном земледелии и землепользовании является контурно-полосное возделывание (размещение) сельскохозяйственных культур в пространстве и во времени. При этом размещение культур целесообразно проводить в границах как проектируемых, так и существующих севооборотов. Наиболее характерным севооборотом чаще всего может быть почвозащитный, размещаемый на склоновых землях южных и юго-восточных экспозиций, крутизной склонов более 4°. Сотрудники кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования Воронежского госагроуниверситета проводят мониторинг конструирования (создания) устойчивых полевых сельскохозяйственных агроландшафтов в сельскохозяйственных организациях Воронежской и Липецкой областей. Так, в сельском поселении Новая Воскресеновка Задонского района Липецкой области (в землепользовании сельского поселения проявляется водная эрозия почв, склоновые земли деградированы в различной степени) на типичных склонах землепользования была проведена контурно-мелиоративная организация территории на совокупности сложных склонов, на которых были заложены контурные полевые защитные лесные полосы с полосным размещением сельскохозяйственных культур на эрозионно-опасных рабочих участках (агроэкофациях). Опыты по изучению контурного устройства территории проводились на поле зернотравяного севооборота землепользования. На первом, втором и третьем рабочих участках (агроэкофациях) этого поля культуры возделывались по полосам. Представлена схема ротации зернотравяного севооборота с полосным возделыванием культур на эрозионно-опасном рабочем участке площадью 35 га. Рассчитана ширина полосных посевов с учетом допустимой длины стока воды и ширины захвата основных зерновых и пропашных агрегатов. Сделан вывод, что приостановить водную эрозию почв на полях (участках) можно путем размещения полосных посевных сельскохозяйственных культур на основе контурно-мелиоративного устройства территории и комплекса противоэрозионных (почвозащитных) мероприятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: контурно-полосное земледелие, агроэкофация, интенсивное землепользование, форма склона, эрозия почв.

THE EXPERIENCE OF DESIGNING ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE AGRICULTURAL LANDSCAPES

Viktor D. Postolov
Oksana S. Baryshnikova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Studies confirm that one of the most efficient measures in landscape-specific agriculture and land use is contour stripcropping (placement) of agricultural crops in time and space. In this case it is advisable to place crops within the boundaries of both the existing crop rotations and those being designed. The most characteristic crop rotation can most often be the soil-protecting one, placed on the slope lands of southern and southeastern exposures with the slope ratio of more than 4°. Staff of the Department of Land Management and Landscape Design of Voronezh State Agrarian University is monitoring the design (creation) of sustainable field agricultural landscapes in agricultural organizations of Voronezh and Lipetsk Oblasts. For instance, in the rural settlement of Novaya Voskresenovka in Zadonsky District of Lipetsk Oblast the utilization of land is associated with water erosion of soil, and the soil on slopes is degraded to various degrees. Contour reclamative organization of the territory was performed on an aggregation of typical slopes of land in use, where contour field shelter belts were created with strip placement of agricultural crops on erosion-threatening working sites (agricultural environmental facies). Experiments on studying the contour design of the territory were conducted on the field with grain-grass crop rotation. On the first, second and third working sites (agricultural environmental facies) of this field the crops were cultivated by strips. The authors present the scheme of grain-grass crop rotation with stripcropping on an erosion-threatening working site of 35 hectares. The width of strips under crops was calculated with the account of the permissible length of water runoff and operating width of the main grain harvesting and tilling units. It is concluded that water erosion of soils in the fields (sites) can be stopped by placing strips of agricultural crops on the basis of contour reclamative design of the territory and a complex of anti-erosion (soil protection) measures.

KEYWORDS: contour stripcropping, agricultural environmental facies, intensive land use, slope shape, soil erosion.

В экономических условиях современной России большое внимание уделяется рациональному использованию и охране земель сельскохозяйственного назначения. Под рациональностью землепользования следует понимать максимальную экономическую эффективность, а также научную обоснованность и наибольшую целесообразность использования ценной категории земель с одновременным соблюдением экологических правил их охраны. В соответствии с новыми задачами, стоящими перед сельским хозяйством РФ, особую актуальность приобретает оценка землеустроительных мероприятий, проводимых специалистами сельскохозяйственных предприятий различных организационно-правовых форм хозяйствования и собственности.

Сотрудники кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I постоянно проводят мониторинг конструирования (создания) устойчивых полевых сельскохозяйственных агроландшафтов в хозяйствах Воронежской и Липецкой областей.

Землепользование сельского поселения Новая Воскресеновка Задонского района Липецкой области по геоморфологическому районированию находится в пределах Придонского известнякового района Среднерусской возвышенности. Поверхность территории имеет вид среднерасчлененной равнины, постоянно понижающейся с востока на запад к пойме реки Репец. Хозяйство расположено на территории с умеренно континентальным климатом, которая относится к юго-восточному агроклиматическому району с теплым летом и холодной зимой.

Годовое количество осадков составляет 535 мм, средний годовой сток – 126, весенний поверхностный – 72 и склоновый – 54 мм, интенсивность ливней – 2,5–3 мм в минуту, площадь эродированной пашни – 1002 га, общая длина гидрографической сети – 77,5 км, густота эрозионного расчленения территории – 1,1 км на км², глубина местного базиса эрозии – 72,5 м. Склоны и водоразделы занимают 75% территории. Длина склонов составляет 300–1200 м, крутизна – до 8°, все они распаханы. Со стороны балок (овражно-балочной сети) на склоны выходят 29 вершин оврагов, из которых 20 являются действующими. Глубина вклинивания отдельных оврагов в пашню достигает 1,1 км. Под оврагами в хозяйстве находится 127 га.

Почвообразующей породой является крупнопылеватый суглинок, характеризующийся незначительной связностью, низкой почвозащитной противоэрозионной устойчивостью. Почвы на плато и при водораздельных склонах – черноземы выщелоченные, оподзоленные, с кремнеземистой присыпкой на гранях структурных отдельных частей, на присетевых склонах и берегах балок – темно-серые и серые лесные.

Учитывая приведенные выше характеристики, можно сделать заключение, что в землепользовании сельского поселения проявляется водная эрозия почв. Склоновые земли деградированы в различной степени.

Размещение контурных четных и нечетных полос с чередованием культур на разных склонах имеет особенности, зависящие от их геоморфологических, географических и других природно-климатических факторов [1, 2]. Каждый тип склона представляет собой водосбор: прямой, рассеивающий и собирающий. Опыт проектирования и внедрения полосного земледелия свидетельствует о сложности возделывания культур как на рассеивающем, так и собирающем склоне. Из-за различия характера поперечной вогнутости и выпуклости склона будут различными методические подходы к выделению границ полос на местности, т. е. в натуре, что нельзя сказать о прямом склоне с параллельными горизонталями и (или) субпараллельными горизонталями [3, 4].

Контурно-полосное возделывание сельскохозяйственных культур необходимо осуществлять на основе картограммы агроэкологической типизации земель и экологически однородных участков (полос), т. е. с учетом типов агроландшафтов и их экосистем, при этом проектирование севооборотов ведется на основе контурно-полосного земледелия [3, 4].

Формирование устойчивого полосного земледелия проводится в соответствии с утвержденными экономико-правовыми нормами, разработанными на основе экосистемного подхода и учитывающими:

- размеры и структуру угодий и посевных площадей сельскохозяйственных культур;
- проектируемые и существующие севообороты;
- степень распаханности территории;
- облесенность полей (участков);
- мозаичность территории (видовое биоразнообразие среды);
- ограничения в использовании склоновых смытых земель и др.

Полосные севообороты формируются на основе детального учета разнообразия ландшафтных рабочих участков, что обеспечивает применение адаптивных агроэко-технологий.

Полосное размещение, как правило, рекомендуют на среднесмытых землях с чередованием в полосах средостабилизирующих и средоулучшающих многолетних и однолетних культур, что характеризует их экологическую ценность и устойчивость. В полосах обеспечиваются технологические радиусы обработки в пределах 60–70 м и допустимые отклонения от горизонталей местности. При реализации проекта с полосным возделыванием сельскохозяйственных культур особое внимание уделяется устойчивости ландшафтной блоковой системы.

Подобное устройство территории склонов органически вписывается в полевой ландшафт землепользования, гармонирует с агроэкосредой и призвано устранить такое опасное явление, как водная эрозия почв. Кроме того, закладывается гарантированная основа для ведения высокоэффективного сельскохозяйственного производства в современных условиях земельных преобразований [5, 6].

Опыты по изучению контурного устройства территории проводились на поле зернотравяного севооборота землепользования. На первом, втором и третьем рабочих участках (агроэкофациях) этого поля культуры возделывались по полосам (см. табл.).

Схема ротации зернотравяного севооборота с полосным возделыванием культур на эрозионно-опасном рабочем участке (площадь 35 га)

Полосы	Ротация культур по годам						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Озимые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые
2	Яровые зерновые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые	Подсолнечник	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы
3	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Озимые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые
4	Яровые зерновые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые	Подсолнечник	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы
5	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы	Озимые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые
6	Яровые зерновые	Кукуруза на силос	Яровые зерновые	Подсолнечник	Яровые + многолетние травы	Многолетние травы	Многолетние травы

В исследуемом сельском поселении эрозионный рабочий участок состоит из двух опытных участков площадью соответственно 17 и 18 га (оптимальный размер агроэкофации), которые разделены стокорегулирующей лесной полосой, заложенной по проекту внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственного предприятия и выполняющей роль базисной линии обработки или, другими словами, базисного рубежа (БР). Участки имеют поперечно-продольно-прямой ровный склон западной экспозиции (крутизна склона в среднем составляет 4°).

При контурном устройстве территории наклон по рабочему направлению снизился в четыре раза по сравнению с прямолинейным. На каждом участке расположено шесть полос (нечетные и четные): в нечетных – размещаются яровые зерновые культуры, в четных – многолетние травы. Все полосные посевы имеют одинаковую ширину, равную 56 м. Расчеты и полевые экспериментальные наблюдения показали, что определить ширину полос с учетом кратности захвата основных почвообрабатывающих орудий сложно, так как при обработке используются различные агрегаты с разной шириной захвата, а в севооборотах часто имеется большой набор пропашных и зерновых культур [7, 8].

В конкретных условиях сельского поселения ширина полосных посевов была принята с учетом допустимой длины стока воды на данных почвах и ширины захвата основных зерновых и пропашных агрегатов. В связи с этим полосы соответствовали кратности зерновых и пропашных сеялок для посева таких культур, как подсолнечник и кукуруза.

На склонах длиной более 500 м и крутизной свыше 4°, поперечно-вогнутых при наличии ложбин, наряду с полосными посевами культур осуществляются гидромелиоративные мероприятия, обеспечивающие отвод и безопасный сброс поверхностного и склонового стока воды при помощи водоотводных валов и канав. Их размещают через 300–400 м вдоль границ лесных полос, а также по границам рабочих участков (агроэкофаций) или вдоль полевых дорог в виде кюветов.

Для конкретных почв, характера агрофона, наклона и места расположения участка (агроэкофации) рассчитывается длина стока, определяющая начало формирования водной эрозии почв, которая служит местом размещения гидромелиоративного звена. Избыточный поверхностный и склоновый сток должен поступать вниз склона на задерненную поверхность, в кюветы дорог на твердое покрытие [9, 10].

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующий вывод.

Весьма перспективным методом конструирования (создания) устойчивых полевых сельскохозяйственных агроландшафтов является контурное устройство территории землепользования с полосным и контурно-полосным размещением сельскохозяйственных культур.

Проектирование экологически устойчивых полевых ландшафтов обеспечивает выполнение закона пространственного, временного и видового разнообразия агроэкосреды, стабилизацию и устойчивость экологического равновесия (баланса) на сельскохозяйственных угодьях и повышение продуктивности органического адаптивного земледелия.

блиографический список

1. Брянцева Л.В. Оценка потенциала обеспечения промышленно-производственной безопасности на основе создания поликластерных формирований в АПК / Л.В. Брянцева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 10. – С. 70–75.
2. 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. – С. 6–10.
3. Колмыков А.В. Методологические положения территориальной организации производства сельскохозяйственных предприятий / А.В. Колмыков // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2014. – № 10. – С. 20–24.
4. Корда Н.И. Иностранные инвестиции : учеб. пособие / Н.И. Корда, Л.В. Брянцева, А.Э. Ахмедов. – Москва : КНОРУС, 2015. – 120 с.
5. Коржов С.И. Роль севооборотов в условиях сохранения плодородия почв / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.Н. Ожерельев // Наука, образование и инновации в современном мире : матер. национальной науч.-практ. конф. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 18–24.
6. Недикова Е.В. Оптимизация территориальной организации природопользования на эколого-ландшафтной основе / Е.В. Недикова // Экономика и экология территориальных образований : научно-практический журнал. – Ростов на Дону : ФГБОУ ВО Ростовский ГСУ. – 2015. – № 4. – С. 86–92.
7. Организация рационального использования земли и ее кадастровая оценка / В.Д. Постолов, Е.В. Недикова, О.В. Гвоздева, П.Н. Анненков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета им. К.Д. Глинки : научный журнал. Научные доклады и сообщения. – 2003. – № 7. – С. 62–70.
8. Постолов В.Д. Экологический подход в развитии современного землеустройства / В.Д. Постолов, Л.В. Брянцева // Геодезия, землеустройство и кадастры: вчера, сегодня, завтра : сб. материалов национальной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию землеустроительного факультета Омского ГАУ. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. – С. 17–20.
9. Рогатнев Ю.М. Основные подходы к формированию содержания и структуры современного землеустройства в системе организации использования земли / Ю.М. Рогатнев // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2014 – № 10. – С. 11–19.
10. Стрельцова А.И. Развитие процессов водной эрозии на территории Воронежской области / А.И. Стрельцова, И.А. Некрасова, Е.А. Нартова // Молодежный вектор развития аграрной науки : матер. 69-й студ. науч. конф. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2018. – Ч. II. – С. 61–65.

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.

Оксана Сергеевна Барышникова – аспирант кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: ksenia.bos89@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.01.2019

Дата принятия к печати 06.02.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Viktor D. Postolov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Land Survey and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: proect@landman.vsau.ru.

Oksana S. Baryshnikova, Postgraduate Student, the Dept. of Land Survey and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ksenia.bos89@mail.ru.

Received January 16, 2019

Accepted February 06, 2019

**СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ,
СОЗДАННЫЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I**

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют четыре диссертационных совета:
Д 220.010.02, Д 220.010.03, Д 220.010.04 и Д 220.010.07.

Диссертационный совет Д 220.010.02 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) (экономические науки).

Председатель – Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК.

Заместитель председателя – Улезько Андрей Валерьевич, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем.

Ученый секретарь – Агибалов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, зав. кафедрой финансов и кредита.

Диссертационный совет Д 220.010.03 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Кадыров Сабир Вагидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Заместитель председателя – Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Ученый 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 ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки, сельскохозяйственные науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Заместители председателя:

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики;

Тарасенко Александр Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики.

Диссертационный совет Д 220.010.07 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

03.02.14 – Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Заместитель председателя – Житин Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Ученый секретарь – Кольцова Ольга Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.



К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЛАДИМИРА ВАСИЛЬЕВИЧА ВАСИЛЕНКО

29 марта 2019 г. исполнилось 80 лет со дня рождения Владимира Васильевича Василенко – доктора технических наук, заслуженного профессора Воронежского ГАУ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Владимир Васильевич родился в селе Белогорье Павловского района Воронежской области. После школы он поступил в Воронежский сельскохозяйственный институт на факультет механизации сельского хозяйства, который успешно окончил в 1961 году. Вскоре способному молодому специалисту предложили должность инженера в одном из лучших на то время хозяйств Воронежской области – совхозе «Воронежский» Новоусманского района.

В 1963 году В.В. Василенко заключает договор с Воронежским СХИ. С началом нового учебного года он преподает в вузе в должности ассистента кафедры сельскохозяйственных машин. Параллельно работает старшим научным сотрудником отдела механизации опытной станции СХИ, где проводит испытания чехословацкого свеклоуборочного комбайна в агрегате с трактором Т-40А в условиях Черноземной зоны. В 1966 году В.В. Василенко избирается на должность ассистента той же кафедры, впоследствии ставшей для него по-настоящему родной. В 1969 году Владимир Васильевич под руководством С. Д. Полонецкого успешно защищает кандидатскую диссертацию на тему «Исследование и совершенствование процесса прорезывания всходов сахарной свеклы». После защиты диссертации он становится заместителем декана факультета механизации. Одновременно проводит исследования и внедрение в производство новых свеклоуборочных комплексов.

В 1979 году Владимира Васильевича направляют в Москву для изучения французского языка и дальнейшей командировки за рубеж в Гвинею в качестве преподавателя. Успешная работа за рубежом подтверждается благодарностями, полученными от правительства этой страны. В Гвинейской Республике он был избран партгоргом группы преподавателей из Советского Союза. С приездом на родину в 1983 году В.В. Василенко продолжает свою педагогическую и общественную деятельность, он избирается секретарем партийной организации факультета механизации сельского хозяйства, насчитывавшего тогда 130 преподавателей и сотрудников и более 900 студентов только очного отделения.

В 1988 году Министерство образования СССР направляет Владимира Васильевича во вторую заграничную командировку в Народную Республику Камбоджа, где он преподает курс механизации сельского хозяйства в одном из высших учебных заведений. В 1993 году он проходит двухмесячную стажировку во Франции.

После возвращения на родной факультет Владимир Васильевич большое внимание уделяет учебно-методической и научной работе. Под его руководством разработано новое поколение конструкций плугов и комбинированных почвообрабатывающих агрегатов. Им опубликовано более 200 научных трудов, получено около 30 патентов, издано 2 монографии, 4 книги, 26 методических разработок, 20 учебных пособий, из которых 8 с грифом УМО. Владимир Васильевич является руководителем 7 кандидатов наук и научным консультантом одной докторской диссертации.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

В 1995 году за многолетний добросовестный труд Владимиру Васильевичу присваивается звание профессора кафедры сельскохозяйственных машин, а в 1997 это звание подтверждено Высшей аттестационной комиссией. В 2007 году Владимир Васильевич защитил докторскую диссертацию на тему "Совершенствование процесса формирования пунктирного ряда семян и растений пропашных культур". В 2012 году В. В. Василенко присуждается почетное звание «Заслуженный профессор Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I».

Владимир Васильевич – прекрасный педагог. Как опытный наставник он оказывает большую помощь молодым ученым при выполнении ими научных работ.

За свою научно-педагогическую деятельность В.В. Василенко неоднократно награждался Почетными грамотами администраций Воронежской и Липецкой областей. За выполнение большой общественной работы и оказываемую практическую помощь сельхозпроизводителям АПК Владимир Васильевич отмечен Благодарностью Министерства сельского хозяйства РФ, а также награжден нагрудным знаком Министерства сельского хозяйства СССР.

В свой 80-летний юбилей Владимир Васильевич полон сил и энергии, новых творческих замыслов, направленных на дальнейшее развитие аграрной науки и образования Российской Федерации.

**Сотрудники кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей
Деканат агроинженерного факультета**



К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВЛАДИМИРА КОНСТАНТИНОВИЧА АСТАНИНА

16 февраля профессору кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин, доктору технических наук Владимиру Константиновичу Астанину исполнилось 70 лет. Он родился в городе Вознесенск Николаевской области УССР. После окончания в 1966 г. средней школы поступил и в 1971 г. успешно окончил факультет механизации Воронежского сельскохозяйственного института имени К.Д. Глинки. С 1971 по 1972 г. служил в рядах Вооруженных Сил (ВВС). После демобилизации приехал в Воронеж. В 1972 г. Владимир Константинович был принят на должность младшего научного сотрудника кафедры сельскохозяйственных машин, которой руководил доцент Полонецкий С.Д. С 1976 по 1982 г. являлся

ассистентом этой же кафедры. С 1983 по 1992 г. работал в опытно-конструкторском бюро автоматики НПО «Химвтоматика» на должностях ведущего конструктора, заведующего сектором, заведующего отделом. В 1987 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.20.01 – Механизация сельскохозяйственного производства. С 1992 по 1995 г. – директор малого научно-производственного предприятия «Иврес».

В 1995 г. Владимир Константинович вернулся в родной вуз – Воронежский ГАУ имени К.Д. Глинки. Он был принят на должность доцента кафедры ремонта машин. В 2009 г. им защищена докторская диссертация в Московском государственном агроинженерном университете имени В.П. Горячкина по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. С 2009 до 2012 г. – зав. кафедрой технологии конструкционных материалов, метрологии, стандартизации и сертификации, в 2012–2013 гг. – профессор кафедры тракторов и автомобилей, с сентября 2013 г. по июнь 2016 г. – зав. кафедрой технического сервиса и технологий машиностроения, с июня 2016 г. – профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин.

Владимиром Константиновичем на агроинженерном факультете проводится активная учебно-методическая, научно-исследовательская и общественная деятельность. Им осуществляется руководство выпускными квалификационными работами бакалавров, магистров, аспирантов. Владимир Константинович регулярно проходит обучение по программам повышения квалификации в ведущих вузах страны, участвует в выставках и конференциях регионального и федерального значения. Руководил и принимал участие в разработке профессиональных стандартов по заказу НИИ труда и социальной защиты Министерства труда и социальной защиты РФ в рамках реализации распоряжения от 31 марта 2014 г. Правительства РФ, а также национальных стандартов в области «Профессионального обучения и сертификации персонала» Министерства промышленности и торговли РФ. Совместно с сотрудниками кафедр факультета за это время им получены 15 авторских свидетельств и патентов, результаты исследований опубликованы в 76 научных работах и 12 учебно-методических пособиях, размещены в монографии. За годы работы в Воронежском ГАУ Владимиром Константиновичем подготовлено 2 кандидата технических наук, он был научным консультантом по защите докторской диссертации Пухова Е.В. С 2013 г. Владимир Константинович является членом диссертационного совета ВГАУ по защите кандидатских и докторских диссертаций.

За многолетний добросовестный труд, за большой вклад в развитие науки и образования Владимир Константинович награжден многими дипломами и Почетными грамотами, имеет золотую медаль областной выставки «Агросезон-2013» за проект «Композиционный материал на основе полимерных и растительных отходов и оборудования для его переработки», Благодарность Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

**Сотрудники кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин
Деканат агроинженерного факультета**

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция принимает ранее не опубликованные и не направленные для публикации в другие издания материалы, содержащие результаты законченных экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственных, технических и экономических наук, а также сообщения о незавершенных, но уже давших определенные результаты, научных работ.

Предлагаемые к опубликованию материалы должны соответствовать научным специальностям и отраслям наук, по которым журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий.

Статьи принимаются объемом до 20 страниц и 6 рисунков, краткие сообщения – до 5 страниц и 3 рисунков. В журнале могут быть представлены тематические или целевые публикации по материалам круглых столов и конференций, а также обзорные статьи.

Рукописи статей должны быть тщательно выверены и отредактированы, текст должен быть изложен ясно и последовательно, оригинальность текста – не менее 75% по системам Антиплагиат и Etxt.

Материалы статей должны содержать:

- индекс УДК;
- название статьи на русском языке (должно быть кратким и четким);
- имя, отчество, фамилию автора / авторов на русском языке (по каждому автору с новой строки);
- полное название организации, где работает (-ют) или учится (-атся) автор (-ы), на русском языке;
- реферат на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.9-95 объемом от 200 до 250 слов (не более 2000 знаков с пробелами), который представляет собой краткое, точное изложение статьи в соответствии с ее структурой (предмет, цель работы, метод и методология проведения работы, результаты и область их применения, выводы). Реферат не разбивается на абзацы, содержит фактографию и обоснованные выводы;

- ключевые слова на русском языке (5–7 слов или словосочетаний).

Далее приводится следующая информация на английском языке:

- название статьи;
- имя, отчество, фамилия автора / авторов (по каждому автору с новой строки);
- полное название организации, где работает (-ют) или учится (-атся) автор (-ы);
- реферат (непроверенные машинные переводы рефератов не принимаются);
- ключевые слова.

Текст предлагаемых к публикации материалов рекомендуется структурировать, приводя соответствующий раздел либо без названия подзаголовка, либо используя следующие подзаголовки: введение, методика эксперимента, результаты и их обсуждение, выводы (заключение).

Каждая публикация должна иметь библиографический список, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 (с изменениями), содержащий не менее 10 библиографических записей, сгруппированных в алфавитном порядке, самоцитирование – не более 20% списка. На каждый источник должна быть ссылка в тексте.

В конце статьи приводятся сведения об авторе (-ах) и принадлежность к организации на русском и английском языках (Author Credentials; Affiliation): имя, отчество и фамилия, ученая степень, ученое звание, должность, полное название места работы или учебы (с указанием кафедры или подразделения организации или учреждения), а также полный почтовый адрес и контактная информация (телефон, E-mail). Информация о каждом авторе приводится с нового абзаца на русском и английском языках (пример оформления приведен на сайте журнала).

Материалы представляются в печатном (1 экз.) и электронном виде, подготовленном в редакторе MS Word 2010. Текст статьи должен быть набран с абзацным отступом 1,25 см, кегль 12, через одинарный интервал, выравниванием по ширине и иметь следующий размер полей: левое, правое, верхнее, нижнее – 2,5 см (формат А4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. Полутонные фотографии могут использоваться только при крайней необходимости. Таблицы, рисунки, а также уравнения нумеруются в порядке их упоминания в тексте.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Статьи рецензируются.

Редакторы **С.А. Дубова, Т.А. Абдулаева**
Компьютерная верстка **Е.В. Корнова**

Дата выхода в свет 18.04.2019 г.

Подписано в печать 28.03.2019 г. Формат 60x84¹/₈
Бумага офсетная. Объем 30,5 п.л. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 1100 экз. Заказ № 19290
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