

ISSN 2071-2243

DOI: 10.17238/issn2071-2243

ВЕСТНИК

**Воронежского государственного
аграрного университета**

**Теоретический
и научно-практический
журнал**

Том 12, 2(61) • 2019



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 2 (61)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2

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 «Сопротивление 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 2 (61)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.2

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 No. 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. Zhuzhzhlova, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Chief Researcher, Head of the Department of Biotechnology and Genetics, A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar.

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

Sergey 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. Beskhmel'nitsin, 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. Ternovyykh, 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

Пелагин Д.С., Мязин Н.Г.

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ
И САХАРИСТОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

Pelagin D.S., Myazin N.G.

THE EFFECT OF MACRO- AND MICRONUTRIENTS ON YIELD AND
SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET ROOTS ON LEACHED CHERNOZEM 13

Зубарев Ю.Н., Фалалеева Л.В., Черкашин А.Г.

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА
РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Zubarev Yu.N., Falaleeva L.V., Cherkashin A.G.

THE EFFECT OF PRE-SOWING TILLAGE METHOD AND GROWTH REGULATOR APPLICATION
ON THE YIELD CAPACITY AND QUALITY OF OAT GRAIN IN THE MIDDLE PRE-URALS 22

Сайдализода С.Ф., Киёмова З.С., Назарова Н.Н., Алиев К., Олейникова Е.М.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ,
ДЛИТЕЛЬНО КУЛЬТИВИРУЕМЫХ *IN VITRO*, В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОГО СУБСТРАТА

Saidalizoda S.F., Kiyomova Z.S., Nazarova N.N., Aliev K., Oleynikova E.M.

SURVIVAL AND PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS OF LONG-TERM
IN VITRO CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF SOIL SUBSTRATE 28

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ENGINEERING & INDUSTRIAL TECHNOLOGY SCIENCES

Оробинский В.И., Гиевский А.М., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Баскаков И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОРОХА ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНЫМ СЕПАРАТОРОМ

Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Baskakov I.V.

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SPRING WHEAT HEAP PRECLEANING SEPARATION
FOR SEED PURPOSES BY AIR-AND-SCREEN CLEANER 34

Поливаев О.И., Ларионов А.Н., Костиков О.М., Божко А.В., Ведринский О.С.

ИСПЫТАНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРА КЛАССА 0,9 В ПОЛЕВЫХ
УСЛОВИЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ АГРЕГАТАМИ

Polivaev O.I., Larionov A.N., Kostikov O.M., Bozhko A.V., Vedrinskii O.S.

CLASS 0,9 TRACTOR'S CLUTCH TESTING IN THE FIELD
ENVIRONMENT WITH DIFFERENT AGRICULTURAL UNITS 43

Завражнов А.И., Оробинский В.И., Беляев А.Н., Михеев Н.В., Тришина Т.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПОВОРОТА ИНТЕГРАЛЬНОГО УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНОГО ТРАКТОРА Zavrazhnov A.I., Orobinsky V.I., Belyaev A.N., Mikheyev N.V., Trishina T.V. EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DYNAMICS OF TURNING OF THE INTEGRATED GENERAL PURPOSE ROW CROP WHEEL TRACTOR	48
Поливаев О.И., Кузнецов А.Н., Лощенко А.В., Горбулич А.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА НА БАЗЕ БЕЛАРУС 1221.2 Polivaev O.I., Kuznetsov A.N., Loschenko A.V., Gorbulich A.N. IMPROVEMENT OF VIBRATION ISOLATION SYSTEM OF TRACTOR-TRANSPORT UNIT ARRANGED ON THE BASIS OF BELARUS 1221.2	60
Баскаков И.В., Оробинский В.И., Гулевский В.А., Гиевский А.М., Чернышов А.В. ОЗОНИРОВАНИЕ ЗЕРНА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ БУНКЕРНОГО ВОРОХА Baskakov I.V., Orobinsky V.I., Gulevsky V.A., Gievsky A.M., Chernyshov A.V. RATIONALE FOR OZONATION OF BUNKER GRAIN HEAP DURING TRANSPORTATION	67
Карпов В.В., Гулевский В.А. СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ГОФРОЩЕТОЧНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ Karpov V.V., Gulevsky V.A. REDUCTION IN LOSSES OF FEEDING ROOT CROPS IN THE OPERATING VOLUME OF CORRUGATED BRUSH CLEANER	76
Кумицкий Б.М., Саврасова Н.А., Афоничев Д.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ГИДРОМЕХАНИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ Kumitsky B.M., Savrasova N.A., Afonichev D.N. ADOPTION OF HYDROMECHANICS PRINCIPLES IN SOLVING THE PROBLEMS OF WATER SUPPLY OF AGRICULTURAL PRODUCERS	84
Извеков Е.А., Помогаев Ю.М. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ Izvekov E.A., Pomogaev Yu.M. ANALYSIS OF THE IMPACT OF ELECTRIC POWER CONSUMPTION PATTERNS ON REDUCING THE ELECTRIC POWER LOSSES IN THE ELECTRIC NETWORK WITH A POWER STORAGE UNIT	92
Василенко В.В., Василенко С.В. ИНВЕРСИЯ СЕМЯН И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПУНКТИРНОГО ПОСЕВА Vasilenko V.V., Vasilenko S.V. INVERSION OF SEEDS AND ITS EFFECT ON THE QUALITY OF SINGLE-GRAIN SOWING	102
Судаков А.Н., Андрианов Е.А., Андрианов, А.А., Липа О.А. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЭМБРИОНА ПТИЦ Sudakov A.N., Andrianov E.A., Andrianov A.A., Lipa O.A. PECULIARITIES OF DEVELOPMENT AND OPERATION OF OPTICAL DEVICES FOR RECORDING THE HEART RATE IN AVIAN EMBRYOS	109

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ ECONOMIC SCIENCES

Коваленко Ю.Н., Улезько А.В. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕГИОНА Kovalenko Yu.N., Ulez'ko A.V. STRATEGIC ASPECTS OF IMPROVING THE MANAGEMENT EFFICIENCY IN THE REGIONAL AGRI-FOOD COMPLEX	120
---	-----

Котарев А.В.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОГО ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Kotarev A.V.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF MEAT FOOD SUBCOMPLEX
IN MODERN CONDITIONS OF MARKET ECONOMY 128

Дубовской И.И., Данькова Л.В., Золотарева Н.А., Маркова А.Л.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
КОРМОПРОИЗВОДСТВА В РЕГИОНАЛЬНОМ АПК

Dubovskoy I.I., Dankova L.V., Zolotareva N.A., Markova A.L.

DEVELOPMENT OF INNOVATION-ORIENTED FEED PRODUCTION
IN THE REGIONAL AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX 139

Буторин С.Н., Михайлушкин П.В.

БИЗНЕС-ДОМИНИРУЮЩАЯ СТРУКТУРА ПРОДУКТОВЫХ
ПОДКОМПЛЕКСОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Butorin S.N.

DOMINANT BUSINESS STRUCTURE OF FOOD SUBCOMPLEXES
IN THE AGRARIAN SECTOR OF THE ECONOMY 148

Оробинская И.В., Улезько О.В., Маслова И.Н.

НАЛОГОВАЯ ПОЛИТИКА РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ:
СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ

Orobinskaya I.V., Ulez'ko O.V., Maslova I.N.

TAX POLICY AT THE REGIONAL LEVEL, ITS CURRENT STATE AND TRENDS 154

Нуждин Р.В., Брянцева Л.В., Борщевская Е.П., Пономарева Н.И., Пухова М.М.

ХАРАКТЕР И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕДУРЫ БИЗНЕС-АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ
НАЛОГОВОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК

Nuzhdin R.V., Bryantseva L.V., Borshchevskaya E.P., Ponomareva N.I., Pukhova M.M.

NATURE AND PECULIARITIES OF PROCEDURES FOR BUSINESS ANALYSIS AND CONTROL
OF FISCAL SOUNDNESS OF PROCESSING ORGANIZATIONS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX 161

Волкова Н.Н., Широбоков В.Г., Судавацова А.А.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКАЗАНИЯ НЕСВЯЗАННОЙ ПОДДЕРЖКИ
В ОБЛАСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА АГРАРНЫМ ФОРМИРОВАНИЯМ РАЗЛИЧНЫХ
СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ, УЧЕТ, КОНТРОЛЬ

Volkova N.N., Shirobokov V.G., Sudavtsova A.A.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DECOUPLED SUPPORT TO CROP-PRODUCING
AGRIARIAN FORMATIONS IN DIFFERENT TERRITORIAL ENTITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION:
CONDITIONS, REPORTING, AND CONTROL 172

Петух А.В.

СУЩЕСТВЕННОСТЬ В АУДИТЕ: ПОДХОД,
ОСНОВАННЫЙ НА ПРИОРИТЕТАХ И ОГРАНИЧЕНИЯХ

Petukh A.V.

MATERIALITY IN AUDITING: APPROACH
BASED ON PRIORITIES AND CONSTRAINTS 182

Медведева Н.А., Прока Н.И.

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Medvedeva N.A., Proka N.I.

SCENARIOS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN AGRICULTURE 196

Макаревич Л.О., Улезько А.В.

МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

THE MECHANISM FOR ENSURING THE BALANCED DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS 208

Медеяева З.П., Ноздрачева Р.Г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКЛАДКИ САДА
И ПРОИЗВОДСТВА ЯБЛОК В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Medelyaeva Z.P., Nozdracheva R.G.

ECONOMIC EFFICIENCY OF ORCHARD ESTABLISHMENT
AND APPLE PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF VORONEZH OBLAST 216

Харитонов А.А., Черных М.А.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ:
РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Kharitonov A.A., Chernykh M.A.

STATE CADASTRAL APPRAISAL OF AGRICULTURAL LANDS:
RESULTS, PROBLEMS, AND PROSPECTS 224

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ,
СОЗДАНИЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

DOCTORAL AND CANDIDATE SCIENCE-DEGREE COUNCILS
OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY 231

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

INFORMATION FOR AUTHORS 232

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И САХАРИСТОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ

**Дмитрий Сергеевич Пелагин
Николай Георгиевич Мязин**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты изучения влияния некорневых подкормок растворами микроудобрений (цинковые, марганцевые и медные) на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном в лесостепи Центрально-Черноземного региона (Воронежская область) в условиях мелкоделяночного опыта (2016–2018 гг.). Сахарная свекла размещалась в полевом шестипольном севообороте: чистый (черный) пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овес (на зеленый корм) – озимая пшеница – ячмень. Микроэлементы вносились на фоне полного минерального удобрения ($N_{120}P_{120}K_{120}$). Изучали два вида азотных удобрений – аммонийную селитру и сульфат аммония. Схема опыта включала 10 вариантов. Результаты исследования показали, что внесение азотных и фосфорно-калийных туков способствовало улучшению пищевого режима чернозема выщелоченного. Аммонийная селитра имела преимущество перед сульфатом аммония по влиянию на запасы минерального азота в почве – разница в запасах в начале вегетации (июнь) составляла 35 кг/га. Сульфат аммония превосходил по эффективности аммонийную селитру, прибавка урожая корнеплодов свеклы по сравнению с контролем от его внесения была выше – 14,8 т/га, а на варианте с аммонийной селитрой – 12,1 т/га. Применение микроэлементов в качестве некорневой подкормки сахарной свеклы в фазу смыкания рядков способствовало росту урожайности, прибавки к контрольному варианту варьировали от 13,6 до 17,3 т/га (в зависимости от микроэлементов и фонов). Также возросла и сахаристость корнеплодов: на 0,7–0,8% на фоне аммонийной селитры и на 0,5–0,9% на фоне сульфата аммония. Применение макро- и микроудобрений способствовало существенному увеличению сбора сахара с 1 га, самая большая прибавка – 3,3 т/га получена на варианте подкормки сернокислым марганцем на фоне сульфата аммония.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: чернозем выщелоченный, сахарная свекла, сульфат аммония, аммонийная селитра, микроэлементы, урожайность, сахаристость.

THE EFFECT OF MACRO- AND MICRONUTRIENTS ON YIELD AND SUGAR CONTENT OF SUGAR BEET ROOTS ON LEACHED CHERNOZEM

**Dmitry S. Pelagin
Nikolay G. Myazin**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studying the effect of foliar fertilizing with micronutrient solutions (zinc, manganese, and copper) on the yield and sugar content of sugar beet roots on leached chernozem in the forest steppe of the Central Chernozem Region (Voronezh Oblast) in the conditions of small-scale experiment (in 2016–2018). Sugar beet plants were located in a six-field arable crop rotation: naked (black) fallow – winter wheat – sugar beet – vetch and oats (for green fodder) – winter wheat – barley. Micronutrients were applied on the background of complete mineral fertilizer ($N_{120}P_{120}K_{120}$). The authors studied two types of nitrogen fertilizers: ammonium nitrate and ammonium sulfate. The experimental design included 10 variants. The results of research showed that the application of nitrogenous and phosphorus-potassium fertilizers contributed to the improvement of nutrient status of leached chernozem. Ammonium nitrate was superior to ammonium sulfate in terms of the effect on the reserves of mineral nitrogen in the soil: the difference in reserves in the beginning of the vegetation season (in June) was 35 kg/ha. Ammonium sulfate was superior to ammonium nitrate in terms of efficiency: the increase in beet root yield compared to control was higher (14.8 t/ha) than in the variant with ammonium nitrate

application (12.1 t/ha). The application of micronutrients as foliar fertilizing on sugar beet in the phase of closing of rows contributed to an increase in yield; the increase to the control variant value varied from 13.6 to 17.3 t/ha (depending on micronutrients and backgrounds). The sugar content of roots also increased by 0.7-0.8% on the background of ammonium nitrate, and by 0.5-0.9% on the background of ammonium sulfate. The application of macro- and micronutrients contributed to a significant increase in the yield of sugar per 1 hectare; the greatest increase (by 3.3 t/ha) was obtained in the variant of applying manganese sulfate fertilizer on the background of ammonium sulfate.

KEYWORDS: leached chernozem, sugar beet, ammonium sulfate, ammonium nitrate, micronutrients, yield, sugar content.

Введение

Сахарная свекла – важнейшая сельскохозяйственная культура во многих регионах мира. На больших площадях она возделывается в странах Европы. В ряде государств она является основным источником получения ценнейшего продукта питания – сахара, поэтому имеет важное экономическое и народнохозяйственное значение [4, 7].

Большую ценность для животноводства представляет побочная продукция, получаемая при возделывании сахарной свеклы и переработке корнеплодов на сахарных заводах (листья, жом, патока, дефека́т) [4, 7].

Включение сахарной свеклы в севооборот имеет большое агротехническое значение, так как она способствует повышению культуры земледелия и урожайности последующих культур [4, 7, 8].

Для получения высоких урожаев сахарной свеклы необходимы плодородные окультуренные почвы, нейтральные или даже слабощелочные, так как эта культура отличается высокой солевыносливостью. В районах недостаточного увлажнения лучшими предшественниками для свеклы являются хорошо удобренные озимые, идущие после черного пара. В зоне достаточного увлажнения сахарную свеклу выращивают в основном после озимых, следующих после многолетних трав или зерновых бобовых культур. С усилением технического оснащения сельского хозяйства (механизация, удобрения, пестициды, агроулучшители и др.) сахарная свекла распространилась во многих регионах и с успехом возделывается в настоящее время на самых разнообразных почвах (дерново-подзолистые, черноземы, сероземы и др.), став культурой как неорошаемого, так и поливного земледелия [4, 8].

Азот – один из основных элементов, необходимых для растений. Он входит в состав всех простых и сложных белков, которые являются главной составной частью цитоплазмы растительных клеток, и в состав нуклеиновых кислот (рибонуклеиновая – РНК и дезоксирибонуклеиновая – ДНК), играющих исключительно важную роль в обмене веществ в организме. Азот содержится в хлорофилле, фосфатидах, алкалоидах, ферментах и во многих других органических веществах растительных клеток.

Главным источником азота для питания растений служат соли азотной кислоты и соли аммония. Поступившие в растения минеральные формы азота проходят сложный цикл превращений, конечным этапом которых является включение их в состав белковых молекул. Белки синтезируются из аминокислот, которые, в свою очередь, образуются при взаимодействии аммиака с кетогруппой соответствующих органических кислот (аминирование).

При нормальном азотном питании растений повышается синтез белковых веществ, усиливается и дольше сохраняется жизнедеятельность организма, ускоряется рост и несколько замедляется старение листьев. Растения образуют мощные стебли и листья, имеющие интенсивно-зеленый цвет, хорошо растут и развиваются, улучшается формирование репродуктивных органов. В результате резко повышается урожай и содержание белка в урожае [1, 2].

Недостаток азота, также как и серы, снижает синтез белков. В почвах сера встречается в двух формах: минеральной и органической. Этот элемент имеет большое

значение в активизации энзимов и способствует фиксации азота растениями из атмосферы. Положительное влияние серы на урожай часто оставалось незамеченным, поскольку она воздействует главным образом, не столько на его величину, сколько на качество продукции. Между тем вынос серы из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур лишь немного уступает выносу фосфора, а в некоторых случаях даже превосходит его [9].

Для получения высокого и стабильного урожая и улучшения его качества большое значение имеет подкормка. Ее эффективность в значительной мере зависит от вида и форм применяемых удобрений. Некорневая подкормка растворами микроудобрений позволяет усилить питание растений микроэлементами в определенные периоды вегетации культуры. Однако действие такого приема в значительной мере определяется применением комплекса других приемов агротехники, а также обеспеченностью почвы данными элементами.

Необходимо также учитывать, что проведение некорневой подкормки сельскохозяйственных культур во время их роста по фазам развития в настоящее время легко можно осуществлять на полях, где культуры возделываются по интенсивной технологии. Рентабельность данного приема повышается при комбинированном опрыскивании (или опылировании) раствором, в который входят микроудобрения и пестициды [3, 6, 10].

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение влияния различных форм азотных удобрений и некорневых подкормок микроэлементами (Zn, Mn, Cu) на урожайность корнеплодов сахарной свеклы и их сахаристость на черноземе выщелоченном.

Методика эксперимента

Исследования проводились в 2016–2018 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ в мелкоделяночном полевом опыте.

Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом малогумусным среднесильным тяжелосуглинистым, со следующей агрохимической характеристикой:

- гумус – 3,9–4,0%;
- P_2O_5 – 96–99 мг/кг;
- K_2O – 97–102 мг/кг;
- Нг – 6,3–6,6 мг-экв./100 г почвы;
- pH – 4,8;
- S – 22–24 мг-экв./100 г почвы;
- V – 79–80%.

Сахарная свекла размещалась в полевом шестипольном севообороте: чистый (черный) пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овес (на зеленый корм) – озимая пшеница – ячмень.

Схема опыта включала 10 вариантов.

1. Контроль – без удобрений.
2. $P_{120}K_{120}$ – фон.
3. $N_{120}(Naa)P_{120}K_{120}$.
4. $N_{120}(Na)P_{120}K_{120}$.
5. $N_{120}(Naa)P_{120}K_{120} + Zn$.
6. $N_{120}(Naa)P_{120}K_{120} + Mn$.
7. $N_{120}(Naa)P_{120}K_{120} + Cu$.
8. $N_{120}(Na)P_{120}K_{120} + Zn$.
9. $N_{120}(Na)P_{120}K_{120} + Mn$.
10. $N_{120}(Na)P_{120}K_{120} + Cu$.

Повторность четырехкратная. Общая площадь делянки составляла 24 м², учетная – 18 м². Размещение повторений четырехъярусное, расположение делянок рендомизированное.

В опыте использовались следующие минеральные удобрения: аммонийная селитра (Naa) – 34,5%, сульфат аммония (Na) – 21%, суперфосфат простой – 20%, хлористый калий – 60%, сульфат цинка, сульфат марганца, сульфат меди. Доза минеральных удобрений устанавливалась как рекомендованная в регионе на данном подтипе почвы. Макроудобрения вносились поделяночно вручную осенью под вспашку. Микроэлементы вносились ранцевым опрыскивателем в фазе смыкания рядков в виде 0,1% раствора сернокислого цинка, 0,5% сернокислого марганца и 0,05% сернокислой меди.

При возделывании сахарной свеклы применялась общепринятая для Центрально-Черноземного региона агротехника. Высевались семена гибрида Портланд.

В период вегетации культуры изучалась динамика агрохимических свойств почвы, а также осуществлялись наблюдения за растениями. Перед уборкой урожая были отобраны растительные образцы сахарной свеклы. Агрохимические анализы почвенных и растительных образцов проводились по общепринятым методам. Определяли:

- содержание аммонийного азота, находящегося в поглощенном состоянии, – фотометрическим методом;
- содержание нитратного азота – потенциометрическим методом;
- содержание подвижных форм фосфора и калия – по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204);
- содержание сахарозы в корнеплодах – поляриметрическим методом.

Результаты и их обсуждение

Вегетационный период сахарной свеклы во второй и третий год исследования отличался неравномерным выпадением осадков. Несмотря на то что в 2017 и 2018 гг. условия увлажнения характеризовались как недостаточные, в наиболее важные периоды развития культуры выпадало достаточное количество осадков. Количество осадков за период вегетации в 2016 г. составило 424 мм, в 2017 г. – 274, а в 2018 г. – 253 мм (среднегодовое количество – составляет 360 мм). Сумма активных температур за период вегетации в 2016 г. составила 2899°C, в 2017 г. – 2674°C, в 2018 г. – 2916°C (среднегодовое количество – 2555°C).

Содержание аммонийной и нитратной форм азота в почве определяли 4 раза за вегетацию сахарной свеклы. Для этого отбирались почвенные образцы до глубины 1 м слоями через 20 см. На основании полученных данных были рассчитаны запасы минерального азота в метровом слое почвы (табл. 1).

Таблица 1. Влияние аммонийной селитры и сульфата аммония на изменение запасов минерального азота в почве (среднее за 2016–2018 гг.)

Варианты	Запасы азота в слое 0–100 см, кг/га			
	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1. Контроль (без удобрений)	81	69	42	37
2. Фон – P ₁₂₀ K ₁₂₀	81	71	38	36
3. Фон + N ₁₂₀ (Naa)	212	152	58	46
4. Фон + N ₁₂₀ (Na)	177	130	50	36

Как видно из представленных в таблице 1 данных, азотные удобрения значительно повышали запасы минерального азота в почве в начале вегетации. Так, если на контроле и на варианте без внесения азота (P₁₂₀K₁₂₀) запасы минерального азота в начале вегетации были 81 кг/га, то при внесении аммонийной селитры они составили 212 кг/га, а при внесении сульфата аммония – 177 кг/га.

Запасы азота при использовании аммонийной селитры в начале вегетации были выше на 35 кг/га по сравнению с вариантом использования сульфата аммония, что, на наш взгляд, можно объяснить тем, что весь азот в сульфате аммония находится в аммонийной форме, которая может необменно фиксироваться, а в аммонийной селитре примерно половина азота находится в нитратной форме, которая находится в почвенном растворе.

К уборке, вследствие поглощения и выноса азота растениями, его запасы резко снижались и изменялись по вариантам в пределах 37–46 кг/га.

При этом закономерность несколько больших запасов азота на варианте с аммонийной селитрой по сравнению с сульфатом аммония сохранялась во все сроки отбора образцов, хотя к уборке она была менее ярко выражена, чем в первой половине вегетации.

Необходимо отметить, что интенсивность снижения запасов минерального азота к уборке на контрольном и фоновом вариантах была значительно ниже, чем на вариантах с азотными удобрениями. Так, если на контрольном и фоновом вариантах запасы минерального азота перед уборкой составляли 46% от запасов в начале вегетации, то на варианте с аммонийной селитрой – 22%, а с сульфатом аммония – 20%. Это, вероятно, связано с более интенсивным поглощением азота, находящегося в легкодоступной форме в азотных удобрениях, и более высоким выносом его с урожаем.

Таким образом, азотные удобрения, внесенные под сахарную свеклу в рекомендуемых дозах, как в форме аммонийной селитры, так и сульфата аммония способствуют улучшению азотного режима почвы.

Окисленные соединения фосфора, безусловно, необходимы всем живым организмам. Без фосфорной кислоты не может существовать живая клетка. Нуклеопротейиды – важнейшее вещество клеточных ядер – содержат в своем составе фосфорную кислоту. Нуклеопротейиды – соединения белков с нуклеиновыми кислотами. Как и белковые вещества, нуклеиновые кислоты – высокополимерные соединения коллоидного характера. В нуклеиновых кислотах содержание фосфора составляет около 20%.

Фосфор содержится также в составе ряда других органических веществ растений, таких как фитин, лецитин, сахарофосфаты и др. Фитину принадлежит первое место среди других фосфорных соединений по содержанию в семенах и вегетативных органах некоторых сельскохозяйственных культур.

Таким образом, фосфор входит в состав многих органических биологически важных веществ в растениях, без которых жизнедеятельность организмов невозможна.

Калий в растениях находится в ионной форме и не входит в состав органических соединений клеток. Он содержится главным образом в цитоплазме и вакуолях, а в ядре отсутствует. Около 20% калия удерживается в клетках растений в обменно поглощенном состоянии коллоидами цитоплазмы, до 1% его необменно поглощается митохондриями, а основная часть (примерно 80%) находится в клеточном соке и легко извлекается водой.

Калий оказывает влияние прежде всего на усиление гидратации коллоидов цитоплазмы, повышая степень их дисперсности, что помогает растению лучше удерживать воду и переносить временные засухи. Под влиянием калия усиливается накопление крахмала, сахарозы и моносахаридов. Калий повышает холодоустойчивость и зимостойкость растений, устойчивость растений к грибковым и бактериальным заболеваниям [1, 5].

В опытах содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве определяли также в 4 срока в слоях 0–20 и 20–40 см (табл. 2).

Таблица 2. Влияние удобрений на фосфорно-калийный режим чернозема выщелоченного под сахарной свеклой (среднее за 2016–2018 гг.), мг/кг почвы

Варианты	Глубина, см	Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	0–20	112	118	105	117	99	117	91	110
	20–40	96	114	88	104	84	114	80	103
2. Фон – P ₁₂₀ K ₁₂₀	0–20	127	129	119	130	108	115	99	104
	20–40	97	110	88	103	83	106	75	97
3. Фон + N ₁₂₀ (Naa)	0–20	124	139	114	128	107	126	100	110
	20–40	102	105	99	113	93	110	86	93
4. Фон + N ₁₂₀ (Na)	0–20	127	138	117	126	108	115	99	104
	20–40	105	110	94	115	90	108	80	85

Приведенные в таблице 2 данные показывают, что внесение фосфорно-калийных удобрений приводило к увеличению содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве по сравнению с контролем как в слое 0–20, так и 20–40 см. Если на контроле в июне содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см было 112 мг/кг почвы, то на удобренных вариантах оно изменялось от 124 до 127 мг/кг почвы, в слое 20–40 см эти показатели составляли соответственно 96 и 97–105 мг/кг почвы. То есть наибольшее увеличение содержания подвижного фосфора отмечалось в слое 0–20 см, что связано, вероятно, с малой подвижностью этого элемента в почве.

Что касается обменного калия, то его распределение по слоям почвы было более равномерным. Так, если на контроле оно было в слое 0–20 см 118 мг/кг почвы, то на удобренных вариантах изменялось от 129 до 139 мг/кг почвы, в слое 20–40 см эти показатели составляли соответственно 114 и 105–110 мг/кг почвы, что связано с большей подвижностью калия в почве по сравнению с фосфором.

К концу вегетации содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве равномерно снижалось. При этом следует отметить, что интенсивность снижения содержания как подвижного фосфора, так и обменного калия было несколько выше на удобренных вариантах по сравнению с контролем. Если на контроле содержание подвижного фосфора перед уборкой в слое 0–20 см составляло 81% от его содержания в начале вегетации, то на удобренных вариантах оно изменялось от 78 до 80%, в слое 20–40 см эти показатели составляли соответственно 83 и 76–84%. По обменному калию эти показатели выражены более ярко и составляли в слое 0–20 см 93 и 75–81%, а в слое 20–40 см – 90 и 77–89%.

Кроме этого, необходимо отметить, что интенсивность снижения содержания подвижного фосфора и обменного калия была выше на варианте с сульфатом аммония по сравнению с аммонийной селитрой. Так, если содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см перед уборкой на варианте с аммонийной селитрой составляло 80% от содержания в начале вегетации, то на варианте с сульфатом аммония – 78%. В слое 20–40 см эти показатели составляли соответственно 84 и 76%. Содержание обменного калия в слое 0–20 см составляло 79 и 75%, а в слое 20–40 см – соответственно 89 и 77%. Такие показатели связаны с большим выносом этих элементов и соответственно большим урожаем на варианте с сульфатом аммония (табл. 3).

Таким образом, внесение фосфорных и калийных туков способствует созданию более благоприятного фосфатно-калийного режима для сахарной свеклы в черноземе выщелоченном.

Данные о влиянии макро- и микроудобрений на урожайность корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном

Варианты	Урожайность, т/га				Прибавка, в среднем			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	т/га		%	
					к контролю	к фону	к контролю	к фону
1. Контроль (без удобрений)	39,0	31,8	35,8	35,5	-	-	-	-
2. Фон – P ₁₂₀ K ₁₂₀	43,4	34,9	38,7	39,0	3,5	-	9,9	-
3. Фон + N ₁₂₀ (Naa)	55,4	45,6	41,8	47,6	12,1	8,6	34,1	22,1
4. Фон + N ₁₂₀ (Na)	58,1	48,3	44,5	50,3	14,8	11,3	41,7	29,0
5. Вариант 3 + Zn	58,5	48,0	44,5	50,3	14,8	11,3	41,7	29,0
6. Вариант 3 + Mn	56,1	48,4	42,7	49,1	13,6	10,1	38,3	25,9
7. Вариант 3 + Cu	58,1	48,8	44,1	50,3	14,8	11,3	41,7	29,0
8. Вариант 4 + Zn	61,2	50,5	46,6	52,8	17,3	13,8	48,7	35,4
9. Вариант 4 + Mn	61,0	50,6	46,3	52,6	17,1	13,6	48,2	34,9
10. Вариант 4 + Cu	58,8	51,0	46,0	51,9	16,4	12,9	46,2	33,1
НСП 0,95 т/га	2,7	2,1	1,9					
S _x , %	1,72	1,60	1,61					

Как видно из представленных в таблице 3 данных, урожайность на контроле в среднем за три года составила 35,5 т/га. Внесение удобрений способствовало росту урожайности корнеплодов сахарной свеклы: на удобренных вариантах она изменялась от 39,0 до 52,8 т/га.

Самая низкая прибавка урожайности (3,5 т/га, или 9,9%) получена на фоновом варианте без азотных удобрений. Добавление азота к фосфорно-калийным тукам приводило к росту урожайности корнеплодов. При этом за три года исследования сульфат аммония действовал эффективнее аммонийной селитры, и в среднем за три года прибавка урожайности к контролю составила при внесении аммонийной селитры 12,1 т/га (34,1%), а сульфата аммония – 14,8 т/га (41,7%), что, вероятно, связано с наличием в сернокислом аммонии серы.

Некорневые подкормки растворами микроэлементов (цинк, марганец, медь) обеспечивали прибавку урожайности корнеплодов сахарной свеклы как на варианте с аммонийной селитрой, так и на варианте с сульфатом аммония. Так, в среднем за 3 года урожайность на варианте применения N₁₂₀(Naa)P₁₂₀K₁₂₀ составила 47,6 т/га, а на вариантах применения некорневых подкормок цинком, марганцем и медью – соответственно 50,3; 49,1 и 50,3 т/га. На варианте применения сульфата аммония (N₁₂₀(Na)P₁₂₀K₁₂₀) эти показатели были соответственно 50,3 и 52,8; 52,6 и 51,9 т/га. При этом необходимо отметить, что, несмотря на повышение урожайности на всех вариантах с микроэлементами, в отдельных случаях (2016 г. – марганец на фоне аммонийной селитры и медь на фоне сульфата аммония; 2018 г. – марганец на фоне аммонийной селитры и сульфата аммония и медь на фоне сульфата аммония) прибавка находилась в пределах ошибки опыта (в этом случае можно говорить только о тенденции). Если рассматривать урожайность по годам, то можно отметить, что она была существенно выше в 2016 г., что можно объяснить более благоприятными гидротермическими условиями, особенно в начале вегетации сахарной свеклы.

Результаты исследований по влиянию макро- и микроэлементов на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы на черноземе выщелоченном и сбор сахара с гектара представлены в таблице 4.

Таблица 4. Влияние макро- и микроэлементов на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы и сбор сахара

Варианты	Сахаристость, %				Сбор сахара, т/га	Прибавка к контролю, т/га
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее		
1. Контроль (без удобрений)	14,8	17,7	16,8	16,4	5,8	-
2. Фон – P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,1	17,9	16,8	16,6	6,5	0,7
3. Фон + N ₁₂₀ (Naa)	14,5	17,0	18,6	16,7	7,9	2,1
4. Фон + N ₁₂₀ (Na)	14,7	17,8	18,3	16,9	8,5	2,7
5. Вариант 3 + Zn	15,3	17,8	18,6	17,2	8,7	2,8
6. Вариант 3 + Mn	15,0	18,3	18,2	17,2	8,4	2,6
7. Вариант 3 + Cu	14,9	17,9	18,5	17,1	8,6	2,8
8. Вариант 4 + Zn	15,3	18,2	17,1	16,9	8,9	3,1
9. Вариант 4 + Mn	15,5	18,5	18,0	17,3	9,1	3,3
10. Вариант 4 + Cu	15,2	18,0	17,6	16,9	8,8	2,9

Определение сахаристости показало, что внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало некоторому росту содержания сахара по сравнению с контролем (на 0,2% в среднем за три года). При добавлении азотных удобрений сахаристость повышалась с 0,3 до 0,5% по отношению к контролю в среднем за три года и составила на варианте с аммонийной селитрой 16,7%, а с сульфатом аммония – 16,9%.

Проведение некорневых подкормок микроэлементами способствовало дальнейшему повышению сахаристости корнеплодов сахарной свеклы. Так, если на контрольном варианте сахаристость составляла 16,4%, то на вариантах с микроэлементами на фоне аммонийной селитры этот показатель изменялся от 17,1 до 17,2%, а на фоне сульфата аммония – от 16,9 до 17,3%. При сравнении сахаристости по годам видно, что она была заметно ниже в 2016 г., что, на наш взгляд, связано с более высокой урожайностью корнеплодов сахарной свеклы в этом году (эффект разбавления).

Более существенное влияние удобрения оказали на величину сбора сахара с 1 га. Так, на контроле этот показатель составлял 5,8 т/га, на фоновом варианте – 6,5 т/га, на варианте с аммонийной селитрой – 7,9 т/га и на варианте с сульфатом аммония – 8,5 т/га.

Внесение микроудобрений на фоне аммонийной селитры повышало сбор сахара по сравнению с контролем на 2,6–2,8 т/га, а на фоне сульфата аммония – на 2,9–3,3 т/га.

Выводы

1. Азотные и фосфорно-калийные удобрения, внесенные под сахарную свеклу в рекомендуемых дозах, улучшают пищевой режим чернозема выщелоченного.

2. Применение сульфата аммония на черноземе выщелоченном обеспечивает получение более высокой урожайности и сахаристости корнеплодов сахарной свеклы по сравнению с аммонийной селитрой.

3. Некорневая подкормка растворами микроэлементов (цинк, марганец, медь) в фазе смыкания рядков сахарной свеклы способствует как росту урожайности корнеплодов, так и сбору сахара с гектара.

Библиографический список

1. Минеев В.Г. Агрохимия : учебник / В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, КолосС, 2004. – 720 с.
2. Агрохимия : учебник / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. – 2-е изд., перераб. и доп. ; под ред. академика Б.А. Ягодина. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 639 с.
3. Анспок П.И. Микроудобрения : справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.
4. Карпенко П.В. Односемянная сахарная свекла / П.В. Карпенко, И.А. Якименко. – Воронеж : Воронежское книжное издательство, 1960. – 48 с.
5. Практикум по агрохимии : учеб. пособие ; под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
6. Пейве Я.В. Руководство по применению микроудобрений / Я.В. Пейве. – Москва : Сельхозиздат, 1963. – 224 с.
7. Сахарная свекла / И.Ф. Бузанов, В.И. Самбуров, Г.М. Емец и др. – Москва : Сельхозиздат, 1963. – 484 с.
8. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар и др. – 5-е изд. – Москва : DVL Агродело, 2006. – 316 с.
9. Слюсарев В.Н. Сера в почвах Северо-Западного Кавказа (агроэкологические аспекты) : монография / В.Н. Слюсарев. – Краснодар : КубГАУ, 2007. – 230 с.
10. Столповский Ю.И. Микроэлементы и микроудобрения : учеб. пособие / Ю.И. Столповский. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 171 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Дмитрий Сергеевич Пелагин – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: D.S.pelagin@yandex.ru.

Николай Георгиевич Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 25.04.2019

Дата принятия к печати 20.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Dmitry S. Pelagin, Postgraduate Student, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: D.S.pelagin@yandex.ru.

Nikolay G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Received April 25, 2019

Accepted May 20, 2019

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Юрий Николаевич Зубарев
Любовь Валерьяновна Фалалеева
Артем Геннадьевич Черкашин

Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова

Представлены результаты полевого опыта, проведенного в 2016–2018 гг. с целью изучения влияния приема предпосевной обработки почвы и применения регулятора роста на урожайность и качество зерна овса в Среднем Предуралье. В качестве объектов исследования выбран районированный для Пермского края овес сорта Дэнс (норма высева – 6 млн всхожих семян на гектар), варианты предпосевной обработки почвы (культивация, дискование, плоскорезная обработка) и регуляторы роста (Альбит, Новосил, Энергия-М). Схема двухфакторного опыта: 1) фактор А – предпосевная обработка: А₁ – культивация (контроль), А₂ – дискование, А₃ – плоскорезная обработка; 2) фактор В – регулятор роста: В₁ – без обработки (контроль), В₂ – Альбит, В₃ – Новосил, В₄ – Энергия-М. Почва опытного участка – дерново-подзолистая со среднесуглинистым гранулометрическим составом, содержание гумуса – 2,6%, подвижного фосфора и калия – соответственно 153 и 147 мг/кг, рН_{KCl} – 4,8. Предшественник в севообороте – красный клевер второго года пользования. В опыте более эффективной предпосевной обработкой почвы была плоскорезная, на этом варианте получена средняя урожайность зерна 3,7 т/га. Лучшим регулятором роста отмечен препарат Новосил, на этом варианте получена прибавка урожайности 0,6 т/га. Используемые регуляторы роста не оказывали влияния на содержание сырого протеина в зерне, отмечено их воздействие на содержание сырой клетчатки в зерне: применение препаратов Альбит и Новосил приводило к снижению, а препарата Энергия-М – повышению. В годы исследований значительное влияние на урожайность и качественные показатели зерна оказывали агроклиматические условия: 2016 г. характеризовался повышенными температурами атмосферного воздуха в сочетании с недостаточным выпадением осадков на протяжении большей части вегетационного периода, 2017 г. – пониженными температурами в сочетании с чрезмерным выпадением осадков, 2018 г. – нестабильностью погодных условий (в отдельные месяцы температура и осадки превышали среднееголетние данные, в другие – уступали).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: овес, урожайность, предпосевная обработка почвы, регуляторы роста, сырой протеин, сырая клетчатка.

THE EFFECT OF PRE-SOWING TILLAGE METHOD AND GROWTH REGULATOR APPLICATION ON THE YIELD CAPACITY AND QUALITY OF OAT GRAIN IN THE MIDDLE PRE-URALS

Yuriy N. Zubarev
Lubov V. Falaleeva
Artem G. Cherkashin

Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov

The authors present the results of field experiment conducted in 2016-2018 in order to study the effect of pre-sowing tillage and application of growth regulator on the yield capacity and grain quality of oat in the Middle Pre-Urals. The object of research included the Dens variety of oat area-specific for Perm Krai (with the seeding rate of 6 million viable seeds per hectare), variants of pre-sowing tillage (cultivation, disking, subsoil tillage), and growth regulators (Albit, Novosil, Energiya-M). The following two-factor experimental design was applied: 1) factor A – pre-sowing treatment: A₁ – cultivation (control); A₂ – disking; A₃ – subsoil tillage; 2) factor B – growth regulator: B₁ – no treatment (control); B₂ – Albit; B₃ – Novosil; B₄ – Energiya-M. The soil in the experimental plot was sod-podzolic with medium loamy particle-size distribution, humus content of 2.6%, labile phosphorus and potassium content of 153 and 147 mg/kg, respectively, and pH_{KCl} of 4.8. The preceding crop was red clover in the second year of use. In the experiment the most efficient pre-sowing soil treatment was subsoil tillage; in this variant the average grain yield of

3.7 t/ha was obtained. The best growth regulator was Novosil; in this variant a yield increase of 0.6 t/ha was obtained. The applied growth regulators had no effect on the content of crude protein in the grain. However, their effect on the content of crude fiber was noted. For instance, crude fiber content decreased when Albit and Novosil preparations were applied and increased when Energiya-M preparation was applied. During the years of research the yield and grain quality indicators were greatly influenced by agro-climatic conditions. In 2016 the temperatures of atmospheric air were elevated in combination with insufficient precipitation throughout the greatest part of the vegetation period. In 2017 the temperatures were low accompanied by excessive precipitation. In 2018 the weather conditions were unstable (the temperature and amount of precipitation exceeded the long-term average annual data in some months and was lower in other months).

KEYWORDS: oat, yield capacity, pre-sowing tillage, growth regulators, crude protein, crude fiber.

Введение

В сельском хозяйстве Российской Федерации традиционно существует недостаток кормового белка, что негативно влияет на получаемую в животноводческой отрасли продукцию. Одним из путей повышения содержания белка в кормах является использование фуражных культур высокого качества. Такой культурой является овес, обладающий рядом ценных свойств, таких как: экологическая пластичность, высокое содержание белка, хорошая поедаемость животными и переваримость. Из этого следует, что производство зерна овса высокого качества, достаточного для обеспечения кормопроизводственной отрасли агропромышленного комплекса, а следовательно, и создания высокобелковых кормов, является важной задачей сельского хозяйства [1, 2, 5].

В мире существуют различные направления развития сельского хозяйства, позволяющие выполнить эту задачу. Исследования западной агрономии направлены в основном на совершенствование существующих технологий производства, в том числе внедрение новых высокоэффективных препаратов [10, 11, 12]. В современных условиях развития сельского хозяйства в Российской Федерации при наличии тренда сокращения посевных площадей, занимаемых овсом, наблюдается стабильное повышение урожайности культуры, которого, тем не менее, недостаточно, чтобы сохранить уровень валового сбора. Вместе с тем в Пермском крае наблюдаются сильные колебания показателей производства [7, 8]. Это можно объяснить как агроклиматическими, так и экономическими особенностями региона, так как акцент в сельском хозяйстве смещен в сторону производства других культур. Вместе с тем во многих хозяйствах региона зачастую наблюдается невысокий арсенал применяемых агротехнологий и недостаточное использование средств химизации. Следовательно, повышение качества агротехники, в частности улучшение приемов обработки почвы и применение более совершенных современных агрохимикатов, является одним из способов повышения производства зерна овса в Среднем Предуралье.

Весьма перспективным средством химизации являются регуляторы роста, так как они способны воздействовать на растения в определенные периоды роста и развития, оказывая на них комплексное воздействие, приводящее к повышению урожайности и качества зерна. Применение современных орудий обработки почвы улучшает агрофизические свойства почвы, снижает засоренность посевов и, как следствие, положительно влияет на урожайность зерновых культур.

Исходя из вышеприведенных доводов, исследования в области применения новых почвообрабатывающих орудий и регуляторов роста можно считать насущными и перспективными. Новой разработкой в области почвообрабатывающих орудий является комплексный почвообрабатывающий агрегат АКП «Лидер-1,8Н», осуществляющий плоскорезную обработку почвы с комбинацией ряда операций [4]. Перспективы освоения новых приемов предпосевной обработки почвы остаются предметом изучения сотрудников кафедры общего земледелия и защиты растений Пермского ГАТУ, а также других вузов Среднего Предуралья в течение нескольких лет [2, 3, 4, 5, 9]. Среди регуляторов роста были выбраны Альбит, Новосил и Энергия-М, обладающие комплексным воздействием на растения и рекомендованные на широком спектре культур.

Методика эксперимента

В круг задач исследований входило следующее:

- установить влияние различных приемов предпосевной обработки почвы и регуляторов роста на формирование урожайности овса в Среднем Предуралье;
- дать оценку влияния различных приемов предпосевной обработки почвы на качественные показатели зерна овса.

В 2016–2018 гг. был заложен полевой двухфакторный опыт. Общая площадь делянки составила 48 м², учетная – 43,2 м². Повторность – четырехкратная. В опыте использовали районированный для Пермского края сорт овса Дэнс, норма высева – 6 млн всхожих семян на гектар. Предшественником овса являлся клевер красный второго года пользования.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая со среднесуглинистым гранулометрическим составом, содержанием гумуса 2,6%, подвижного фосфора и калия – соответственно 153 и 147 мг/кг, рН_{KCl} 4,8.

Агротехника в опыте соответствует рекомендованной для Среднего Предуралья с некоторыми особенностями:

- дискование пласта клевера выполняли модульной навесной дисковой бороной БДМ-2,4 на глубину 10–12 см, вспашку почвы – осенью четырехкорпусным навесным плугом ПЛН-4-35 на глубину 20–22 см через две недели после дискования;
- ранневесеннее боронование проводили тяжелой зубовой бороной БЗТС-1,0 на глубину 3–4 см при достижении физической спелости почвы;
- минеральные удобрения вносили непосредственно перед предпосевной обработкой почвы в дозе 30 кг д.в./га азота, 60 кг д.в./га – фосфора и калия.

Все предпосевные обработки почвы проводили в один след, культивация осуществлялась в агрегате с боронованием прицепным комбинированным культиватором КПК-4 и БЗТС-1,0, дискование (БДМ-2,4) и плоскорезная обработка – комбинированным почвообрабатывающим агрегатом АКП «Лидер-1,8Н», включающим культиваторный блок и блок многооперационных катков.

Предпосевная обработка почвы проведена за день до посева (в соответствии со схемой опыта) на глубину 10–12 см. Опрыскивание посевов регуляторами роста производили однократно ранцевым опрыскивателем в фазе кущения овса, что соответствует рекомендациям производителей.

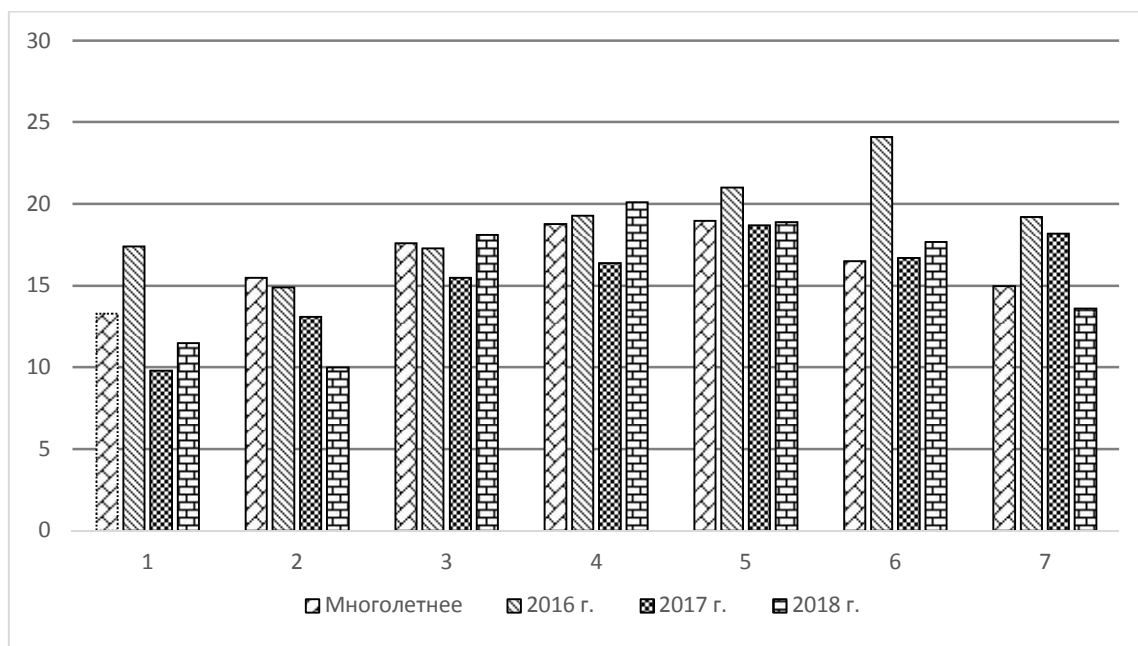
Схема двухфакторного опыта:

- 1) фактор А – предпосевная обработка: А₁ – культивация (контроль), А₂ – дискование, А₃ – плоскорезная обработка;
- 2) фактор В – регулятор роста: В₁ – без обработки (контроль), В₂ – Альбит, В₃ – Новосил, В₄ – Энергия-М.

Результаты и их обсуждение

Значительное влияние на результаты исследований оказали погодные условия.

В 2016 г. отмечена повышенная температура атмосферного воздуха в сочетании с нерегулярным и недостаточным выпадением осадков (15% от среднесуточных данных в мае и 21% в июле). В 2017 г., напротив, произошло понижение температуры воздуха вместе с увеличением выпавших осадков (168% от среднесуточных данных в июне и 198% в июле). В 2018 г. отмечены пониженные температуры воздуха в сочетании с недостаточным выпадением осадков в мае (82% от среднесуточных данных), пониженные температуры в сочетании с избыточным выпадением осадков в июне и августе (112%). Таким образом, наиболее благоприятными для овса можно отметить погодные условия 2017 и 2018 гг., так как эта культура плохо переносит засушливые условия и повышенные температуры (см. рис.).



Температура воздуха в годы проведения исследований по фазам развития овса: 1 – посев – всходы; 2 – всходы – кущение; 3 – кущение – выход в трубку; 4 – выход в трубку – выметывание; 5 – выметывание – цветение; 6 – цветение – созревание; 7 – созревание

Таблица 1. Влияние приема предпосевной обработки почвы и применения регулятора роста на урожайность зерна овса, среднее за 2016–2018 гг., т/га

Предпосевная обработка (А)	Контроль (В ₁)	Альбит (В ₂)	Новосил (В ₃)	Энергия-М (В ₄)
Культивация	3,2	3,5	3,8	3,6
Дискование	2,9	3,0	3,3	3,1
Плоскорезная обработка	3,7	4,1	4,5	4,3
Среднее по фактору	3,3	3,5	3,9	3,7
НСР ₀₅ гл. по А = 0,3; по В = 0,1; част. по А = 0,7; по В = 0,1				

Данные таблицы 1 позволяют установить тенденции формирования урожайности зерна овса под влиянием рассмотренных в полевом исследовании факторов. Основным из них, касающимся предпосевной обработки почвы, можно назвать неоднородную реакцию культуры. На варианте применения культивации в качестве приема предпосевной обработки почвы отмечена высокая урожайность овса: в 2016 г. на этом варианте урожайность была выше, чем при дисковании и плоскорезной обработке. В 2017 и 2018 гг. более эффективной обработкой почвы была уже плоскорезная: на этом варианте урожайность зерна овса превысила варианты с культивацией и с дискованием. В среднем (2016–2018 гг.) более эффективной оказалась именно плоскорезная обработка почвы: урожайность, полученная на этом варианте, превысила варианты применения культивации и дискования соответственно на 16% (0,5 т/га) и 28% (0,8 т/га).

Этот же тренд сохраняется и для других вариантов с применением регуляторов роста. При этом стоит отметить, что лучшая результативность культивации была получена в более теплом и засушливом 2016 г., в то же время в 2017 и 2018 гг. более эффективна была уже плоскорезная обработка агрегатом АКП «Лидер-1,8Н». Таким образом, плоскорезная обработка создает оптимальные условия роста и развития овса в более увлажненные годы.

Вторая, ярко выраженная и стабильная в годы исследований, тенденция – это большая эффективность Новосила по сравнению с Альбитом и Энергией-М, примене-

ние которого позволило получить урожайность на 0,7 т/га (18%) больше, чем на контроле. Вторым по эффективности регулятором роста в годы исследований был препарат Энергия-М, при обработке посевов которым получена урожайность зерна 3,7 т/га, превышающая контрольный вариант на 0,4 т/га (12%). Наименее эффективным регулятором роста по результатам исследований можно считать Альбит, его действие обеспечило превышение урожайности контрольного варианта в среднем на 0,2 т/га (6%). Данные результаты можно связать с кратностью обработок, рекомендованной производителями препаратов. Это позволяет предположить, что максимально эффективность препарата Альбит проявляется при двукратном или трехкратном применении, в то время как препараты Новосил и Энергия-М способны положительно влиять на формирование урожайности овса даже при однократном использовании.

Для оценки качественных показателей зерна овса рассмотрена динамика содержания в зерне сырого протеина и сырой клетчатки, так как именно эти значения характеризуют его кормовую ценность и переваримость.

Использованные регуляторы роста не оказывали влияния на содержание сырого протеина в зерне овса. На уровень сырого протеина значительно влияли приемы предпосевной обработки почвы и погодные условия исследований. Наибольшее содержание сырого протеина в зерне овса получено при культивации: 14,4% – в 2016 г., 12,8% – в 2017 г. и 12,1% – в 2018 г. Меньшее и практически одинаковое содержание сырого протеина в зерне овса отмечено на вариантах дискования и плоскорезной обработки почвы: 11,2% – в 2016 г. и 10,0% – в 2017 и 2018 гг. Превосходство показателей первого года исследований (2016 г.) можно объяснить более высокими температурами и меньшей увлажненностью почвы, что положительно отразилось на содержании сырого протеина.

Таблица 2. Влияние приема предпосевной обработки почвы и применения регулятора роста на содержание сырой клетчатки в зерне овса, среднее за 2016–2018 гг., %

Предпосевная обработка (А)	Контроль (В ₁)	Альбит (В ₂)	Новосил (В ₃)	Энергия-М (В ₄)
Культивация	13,1	12,0	11,6	13,6
Дискование	13,6	12,2	12,0	14,6
Плоскорезная обработка	12,9	11,9	11,6	13,7
Среднее по фактору	13,2	12,0	11,7	14,0
НСР ₀₅ гл. по А = 1,2; по В = 0,2; част. по А = 2,3; по В = 0,3				

Данные, приведенные в таблице 2, позволяют судить о том, что предпосевная обработка почвы и применение регуляторов роста оказали влияние на содержание сырой клетчатки в зерне овса. Плоскорезная обработка агрегатом АКП «Лидер-1,8Н» явилась наиболее эффективной по данному показателю, так как на этом варианте отмечено наименьшее содержание сырой клетчатки (что обеспечивает лучшую переваримость). Зерно овса, полученное на этом варианте, содержало сырой клетчатки на 5 и 2% меньше, чем на вариантах дискования и культивации. Следует отметить возросшее содержание клетчатки на всех вариантах на второй и третий годы исследований (2017, 2018), что можно объяснить меньшей температурой воздуха. Симптоматично и то, что применение всех регуляторов роста привело к изменению содержания сырой клетчатки. Использование Альбита позволило уменьшить ее содержание на 10% по сравнению с контролем, регулятора Новосил – на 13%, применение препарата Энергия-М, напротив, повысило данный показатель на 6%.

Выводы

1. В среднем за годы исследований (2016–2018 гг.) на дерново-подзолистой почве более эффективной была предпосевная плоскорезная обработка почвы (АКП «Лидер-1,8Н»), которую следует рекомендовать проводить наряду с культивацией.

2. На содержание сырого протеина в зерне овса оказал влияние прием проведенной предпосевной обработки почвы, влияние же применения регуляторов роста на данный показатель не установлено. Более эффективной для формирования зерна с большим содержанием сырого протеина остается предпосевная культивация. Плоскорезная обработка почвы способствовала формированию зерна с меньшим содержанием клетчатки.

3. На содержание сырой клетчатки оказали влияние регуляторы роста, при этом из всех вариантов большая эффективность в полевых условиях отмечена при использовании препарата Новосил.

4. Наибольшая прибавка урожайности (19%) получена на варианте применения регулятора роста Новосил при опрыскивании овса в фазе кущения.

Библиографический список

1. Дзюба С.Н. Условия выращивания и кормовая продуктивность ярового ячменя / С.Н. Дзюба // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 47–48.
2. Зубарев Ю.Н. Влияние приема предпосевной обработки почвы на урожайность яровых зерновых культур и ее структуру в Среднем Предуралье / Ю.Н. Зубарев, Л.В. Фалалеева, А.Г. Черкашин // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2. – С. 106–112.
3. Колесникова В.Г. Эффективность приемов предпосевной обработки почвы и посева в технологии возделывания овса / В.Г. Колесникова, И.Ш. Фатыхов, Р.Р. Шарипов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 3–6.
4. Кучукбаев Э.Г. Сравнительная оценка комплексов традиционных и новых приемов обработки пласта клевера лугового при возделывании пивоваренного ячменя в Предуралье : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Э.Г. Кучукбаев. – Уфа, 2013. – 20 с.
5. Попова И.М. Влияние приемов обработки почвы на урожайность вико-пшеничной смеси в Предуралье / И.М. Попова, Ю.Н. Зубарев, Я.В. Субботина // Агротехнологии XXI века. – 2015. – № 2. – С. 110–115.
6. Сибагротехнопарк – АКП Лидер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sibagro.com/p_lider.html (дата обращения: 11.02.2019).
7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://permstat.gks.ru> (дата обращения: 11.02.2019).
8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 11.02.2019).
9. Юдин В.С. Влияние приемов возделывания яровой пшеницы на агрофизические показатели окультуренной дерново-подзолистой почвы и ее урожайность в Предуралье : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В.С. Юдин. – Пермь, 2009. – 17 с.
10. Rajala A. Plant growth regulators to manipulate oat stands / A. Rajala // Agricultural and Food Science. – 2004. – Vol. 13. – Pp. 186–197. DOI: 10.2137/1239099041838058.
11. Schillinger W.F. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat / W.F. Schillinger // Crop Science. – 2005. – Vol. 45, No. 6. – Pp. 2636–2643.
12. Witkowicz R. How do mineral fertilization and plant growth regulators affect yield and morphology of naked oat? / R. Witkowicz // Communication in Biometry and Crop Science. – 2010. – Vol. 5, No. 2. – Pp. 96–107.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Юрий Николаевич Зубарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой общего земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь, e-mail: yn-zubarev@mail.ru.

Любовь Валерьяновна Фалалеева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь, e-mail: zemledel@pgsha.ru.

Артем Геннадьевич Черкашин – аспирант кафедры общего земледелия и защиты растений ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь, e-mail: dirton@rambler.ru.

Дата поступления в редакцию 02.03.2019

Дата принятия к печати 28.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Yuriy N. Zubarev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of General Agriculture and Plant Protection, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Russia, Perm, e-mail: yn-zubarev@mail.ru.

Lubov V. Falaleeva, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of General Agriculture and Plant Protection, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Russia, Perm, e-mail: zemledel@pgsha.ru.

Artem G. Cherkashin, Postgraduate Student, the Dept. of General Agriculture and Plant Protection, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Russia, Perm, e-mail: dirton@rambler.ru.

Received March 02, 2019

Accepted April 28, 2019

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ, ДЛИТЕЛЬНО КУЛЬТИВИРУЕМЫХ IN VITRO, В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОГО СУБСТРАТА

Саидвали Файзали Сайдализода¹
Зарафо Суфижонова Киёмова¹
Нигора Нурахмадова Назарова¹
Курбон Алиев²
Елена Михайловна Олейникова³

¹Таджикский национальный университет

²Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан

³Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью изучения влияния длительности культивирования растений картофеля, прошедших два, четыре пассажа и хранение *in vitro*, на некоторые физиолого-биохимические показатели растений картофеля. Установлено, что у растений, выращенных *in vitro* и имеющих разное время пассажа, при перенесении в почву приживаемость резко различалась. Так, выживаемость растений при пересадке в почву после двух и четырех пассажей составляла 94%, но при посадке в почву длительно культивируемых резко уменьшалась до 56%, т. е. была примерно в два раза ниже, чем у растений, прошедших два и четыре пассажа *in vitro*. Процесс длительного культивирования, очевидно, сказывается на выживаемости при пересадке в почву, что обусловлено нарушением водного гомеостаза. Эти данные характеризуют разный уровень адаптации разных по длительности культивирования *in vitro* растений в условиях почвы, что связано с низким синтезом цитокининов, зависящим от длительности черенкования. Показано, что вновь введенные в культуру растения способны к микроклубнеобразованию, при этом у длительно культивируемых растений такая способность не выявлена. Отмечены различия как по количеству микроклубней, так и их массе. При повышении концентрации кинетина (с 0,5 до 1,0 мг/л) в культуральной среде МС и при добавлении 0,2 мг/л ИУК наблюдается слабое стимулирование микроклубнеобразования как у вновь введенных, так и длительно культивируемых растений. Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание цитокининов, особенно у длительно культивируемых растений *in vitro*, снижалось независимо от условий их выращивания, что может свидетельствовать о понижении способности синтезировать цитокинины в процессе длительного культивирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картофель, регенеранты, культивирование, гормоны, микроклубни, *in vitro*, почвенный субстрат.

SURVIVAL AND PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS OF LONG-TERM IN VITRO CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF SOIL SUBSTRATE

Saidvali F. Saydalizoda¹
Zarafo S. Kiyomova¹
Nigora N. Nazarova¹
Kurbon Aliev²
Elena M. Oleynikova³

¹Tajik National University

²Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics, Academy of Sciences, the Republic of Tajikistan

³Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of experimental studies on the effect of duration of cultivation on certain physiological and biochemical parameters of potato plants that have undergone two and four *in vitro* passages and storage. It was established that *in vitro* grown plants with various passage terms had a considerably different survival rate after transfer to soil. For instance, the survival rate of plants transferred to soil after two and four passages was 94%, but decreased sharply for the plants of long-term cultivation. In that case the survival rate

was only 56%, i.e. approximately two times lower than for the plants that had undergone two and four *in vitro* passages. The process of long-term cultivation obviously affects the survival rate after transfer to soil, and this is caused by impaired water homeostasis. This data is characteristic for plants of different *in vitro* cultivation terms exhibiting various levels of adaptation to soil conditions, which is associated with low cytokinin synthesis that depends on the duration of grafting. It was shown that newly inoculated plants are capable of microtuberization, which was not detected in plants of long-term cultivation. Differences were noted both in the number of microtubers and their weight. When the concentration of kinetin in the MSO culture medium was increased (from 0.5 to 1.0 mg/L) and 0.2 mg/L of IAA was added, there was a weak stimulation of microtuberization in both newly inoculated plants and plants of long-term cultivation. The obtained results indicate that the content of cytokinins (especially in plants of long-term *in vitro* cultivation) decreased regardless of growth conditions, which may indicate a decrease in the ability to synthesize cytokinins in the process of long-term cultivation.

KEYWORDS: potato, regenerants, cultivation, hormones, microtubers, *in vitro*, soil substrate.

Введение

Картофель является одной из распространенных продовольственных культур Таджикистана и его возделывание в экологически чистых горных и предгорных зонах республики имеет большие перспективы как для семеноводства культуры, так и для получения высококачественной продукции. Резкое увеличение валовых сборов картофеля и повышение качества клубней зависят от правильной организации агротехнических и семеноводческих мероприятий [1, 6, 7].

В настоящее время в Таджикистане широкое использование методической базы прикладной биотехнологии позволяет разрабатывать технологии получения свободных от вирусов растений картофеля с высокой потенциальной урожайностью в культуре *in vitro* [1, 5, 7, 11]. Одновременно получили развитие такие теоретические вопросы, как действие и взаимодействие регуляторных факторов (гормонов, углеводов), их роль в реализации генетической информации в процессе репродуктивных функций растений и в управлении этими явлениями в системе *in vitro* и/или *in vivo*.

Наиболее интересные результаты получены при использовании столонов картофеля и их введении в культуру *in vitro*: в экспериментах удалось получить большое количество генетически однородного материала, что позволило ускорить фазы инициации и фазы роста клубнеобразования *in vitro* [1, 3]. В предыдущих работах мы показали, что длительное культивирование растений картофеля *in vitro* нуждается в добавлении в среду значительного количества цитокининов [3, 8]. При этом наиболее заметным является изменение морфологических признаков, особенно образование корней. Поскольку цитокинины способны контролировать образование корней и другие процессы, обеспечивающие укоренение и рост в условиях почвы и, как следствие, адаптацию растений, то логично предположить, что процесс длительного культивирования *in vitro* влияет на содержание фитогормонов [4, 9, 10].

Целью данной работы являлось изучение влияния длительности культивирования растений картофеля, прошедших два, четыре пассажа и хранение *in vitro*, на некоторые физиолого-биохимические показатели.

Методика эксперимента

В экспериментах использовали растения картофеля сорта Файзабад, выращенные *in vitro* и перенесенные из пробирок в почву.

Пробирочные растения выращивали на питательной среде Мурасиге-Скуга, содержащей сахарозу (5%), ИУК (0,2 мг/л) и глицин (0,1 мг/л).

Освещенность поддерживали на уровне 6 тыс. люкс. Размножение растений повторяли 25 дней в течение 8 лет *in vitro*.

Приживаемость растений учитывали при высадке пробирочных растений в почву.

Содержание цитокининов в побегах растений определяли иммуноферментным анализом по С.Ю. Веселову [2]. В экспериментах учитывали микроклубнеобразование *in vitro* растений, вновь введенных в культуру, а также культивируемых в течение 8 лет.

Относительное содержание воды (ОСВ) определяли по формуле [13]:

$$\text{ОСВ} = (m_{\text{сыр}} - m_{\text{сух}}) / (m_{\text{тург}} - m_{\text{сух}}) \cdot 100\%,$$

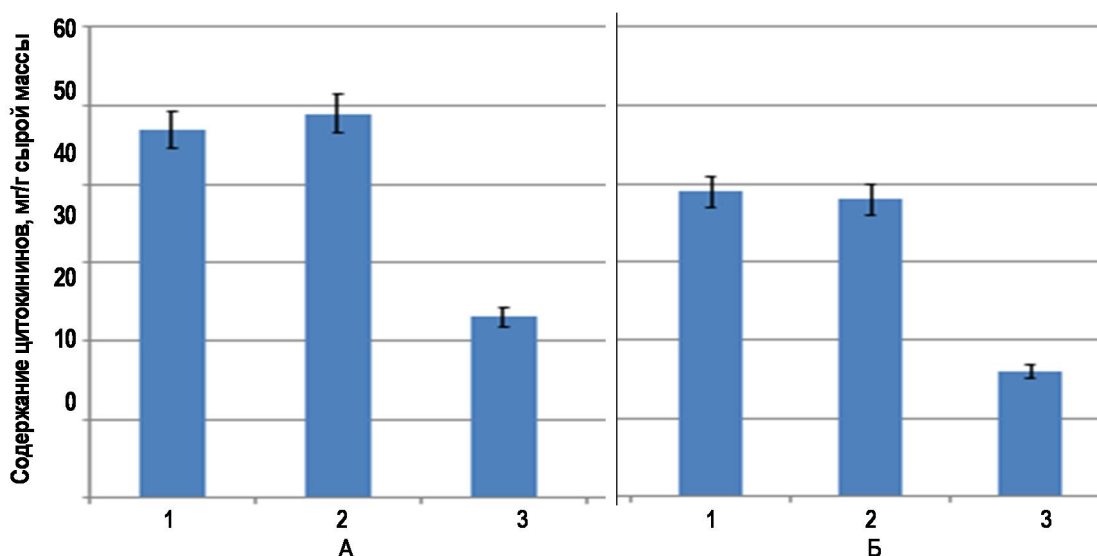
где $m_{\text{сыр}}$ – масса сырого веса,
 $m_{\text{сух}}$ – масса сухого веса,
 $m_{\text{тург}}$ – насыщенный водный вес.

В таблицах приведены средние арифметические значения из трех вегетационных опытов и трехкратной средней ошибки. Аналитическая повторность четырехкратная.

Результаты и их обсуждение

На рисунке представлено суммарное содержание цитокининов у вновь введенных в культуру растений в нескольких вариантах:

- 1 – растения, прошедшие два черенкования;
- 2 – растения, прошедшие четыре черенкования;
- 3 – растения после 8 лет культивирования *in vitro*.



Анализ суммарного содержания цитокининов у растений, прошедших разные сроки культивирования *in vitro*: А – *in vitro*; Б – растения в условиях почвы; 1 – два черенкования; 2 – четыре черенкования; 3 – 8 лет культивирования *in vitro*

Как видно из данных, представленных на рисунке, длительное культивирование растений картофеля *in vitro* приводило к уменьшению суммарного содержания цитокининов примерно в 2 раза (позиции А3 и Б3 на рис.). Это проявлялось как при культивировании растений в пробирках, так и в почве.

Вновь введенные в культуру растения (два и четыре черенкования) не отличались между собой по суммарному содержанию цитокининов. Однако при пересадке в почву вновь введенные и длительно культивируемые растения существенно различались по содержанию цитокининов, т. е. при переносе в почву через 8 лет культивирования растения не полностью восстанавливают синтез цитокининов. Так, у растений, высаженных в почву после 8 лет культивирования *in vitro*, содержание цитокининов составило 16 мг/г сырой массы, тогда как у растений, высаженных после двух и четырех черенкований, – соответственно 39 и 38 мг/г сырой массы.

Изменение содержания цитокининов, особенно у длительно культивируемых растений *in vitro*, проявилось независимо от условий их выращивания, что может свидетельствовать о понижении способности синтезировать цитокинины в процессе длительного культивирования. Этот факт наводит на мысль о том, что снижение содержания цитокининов в надземной части (побеги) является характерной особенностью картофеля, длительно культивируемого в условиях *in vitro*.

Известно, что при высадке пробирочных растений в почвенный субстрат многие из них либо повреждаются, либо погибают. В наших экспериментах отмечены как увядание, так и гибель растений, которые прошли 8 лет культивирования *in vitro* (табл. 1).

Таблица 1. Выживаемость пробирочных растений в почве

Варианты	Количество растений, шт.	Количество выживших, шт.	Потери при высадке в почву, %
Два черенкования	180	169 ± 10	94
Четыре черенкования	180	171 ± 11	95
Восемь лет культивирования	180	102 ± 9	56

Как показывают результаты учета, приживаемость при перенесении в почву пробирочных растений, имеющих разное время пассажа, резко различалась. Так, выживаемость при пересадке в почву растений двух и четырех пассажей составляла 94%, и резко уменьшалась при посадке в почву длительно культивируемых. Выживаемость длительно культивируемых растений составила 56%, т. е. примерно в два раза ниже, чем растений, прошедших две и четыре посадки *in vitro*. Эти данные характеризуют разный уровень адаптации растений в условиях почвы у разных по длительности культивирования *in vitro* растений, что связано с низким синтезом цитокининов в зависимости от времени посадки в почву. Процесс длительного культивирования, очевидно, сказывается на выживаемости при пересадке в почву, за счет нарушения водного гомеостаза у растений, что видно из данных таблицы 2.

Таблица 2. Относительное содержание воды в листьях растений картофеля

Варианты	ОСВ	Водный дефицит, %
Два черенкования	0,868	13,2 ± 1,8
Четыре черенкования	0,842	14,8 ± 1,7
Восемь лет культивирования	0,632	36,8 ± 2,6

По данным таблицы 2 можно отметить существенные различия показателей относительного содержания воды (ОСВ) между вариантами опыта. Так, у вновь введенных в культуру растений водный дефицит составляет примерно 13–15%, а у длительно культивируемых растений – более 36%. Отмеченные различия свидетельствуют о том, что скорость потери воды играет главную роль в адаптации растений в условиях почвы (*in vivo*).

Такой эффект, очевидно, является следствием нарушения синтеза цитокининов при длительном культивировании в условиях стресса, поскольку пересадка растений в почву является стрессующим фактором, требующим быстрых адаптивных реакций, которые нарушены у растений при длительном культивировании *in vitro*, при этом также нарушается процесс микроклубнеобразования (продуктивность) (табл. 3).

Таблица 3. Микроклубнеобразование у разных по длительности культивирования *in vitro* растений

Варианты	Количество микроклубней, шт.	Вес одного микроклубня, мг
Кинетин (0,5 мг/л), ИУК (0,2 мг/л), глицин (0,1 мг/л), сахароза (5%)		
Два черенкования	1,83	410 ± 12
Четыре черенкования	1,82	402 ± 13
Восемь лет культивирования	0,32	12 ± 2
Кинетин (1,0 мг/л), ИУК (0,2 мг/л), глицин (0,1 мг/л), сахароза (5%)		
Два черенкования	1,88	525 ± 16
Четыре черенкования	1,97	532 ± 17
Восемь лет культивирования	0,83	112 ± 12

Известно, что цитокинины способны стимулировать микроклубнеобразование *in vitro* [12, 14, 15]. В наших экспериментах с экзогенным кинетином была определена способность к микроклубнеобразованию у разных по длительности культивирования растений (табл. 3, приведено среднее значение для 10 пробирочных растений).

Из данных таблицы 3 видно, что реакция растений к экзогенным цитокининам (кинетин) у вновь введенных в культуру растений и у растений при длительном культивировании отличается.

При использовании 0,5 мг/л кинетина в культуральной среде и при добавлении 0,2 мг/л ИУК и 5% сахарозы вновь введенные в культуру растения способны к микроклубнеобразованию, что не выявлено у длительно культивируемых растений. Эти различия явно видны как по количеству микроклубнеобразования, так и по массе. При повышении концентрации кинетина до 1,0 мг/л наблюдается слабое стимулирование микроклубнеобразования как у вновь введенных, так и длительно культивируемых растений. Различия у растений разных сроков культивирования (2 черенкования, 4 черенкования и 8 лет культивирования) существенны.

Таким образом, при низких концентрациях цитокинина было обнаружено слабое столоно-микроклубнеобразование у культивируемых в течение восьми лет растений, а при повышенной концентрации наблюдалось определенное стимулирование образования микроклубней *in vitro*.

Выводы

1. Вновь введенные в культуру растения (два и четыре черенкования) не отличались между собой по суммарному содержанию цитокининов. При пересадке в почву вновь введенные и длительно культивируемые растения существенно различались по содержанию цитокининов, т. е. при переносе в почву через 8 лет культивирования растения не полностью восстанавливают синтез цитокининов.

2. Процесс длительного культивирования, очевидно, сказывается на процессе выживаемости при пересадке в почву, что связано с нарушением водного гомеостаза и синтеза цитокининов. Отмечены существенные различия относительного содержания воды (ОСВ) у вновь введенных и длительно культивируемых растений *in vitro*.

3. При использовании 0,5 мг/л кинетина в культуральной среде и при добавлении 0,2 мг/л ИУК и 5% сахарозы вновь введенные в культуру растения способны к микроклубнеобразованию, при этом такая способность не выявлена у длительно культивируемых растений. Эти различия отмечены как по количеству микроклубней, так и их массе. При повышении концентрации кинетина до 1,0 мг/л наблюдается небольшое стимулирование микроклубнеобразования как у вновь введенных, так и длительно культивируемых растений. Различия у растений разных сроков культивирования (2 черенкования, 4 черенкования и 8 лет культивирования) существенны.

Библиографический список

1. Алиев К.А. Биотехнология растений: культура столонов – новый способ оздоровления растений картофеля / К.А. Алиев, Н.Н. Назарова, А.Ф. Салимов. – Душанбе : Дониш, 2014. – 114 с.
2. Веселов С.Ю. Использование антител для количественного определения, очистки и локализации регуляторов роста растений / С.Ю. Веселов. – УФА : БашГУ, 1998. – 136 с.
3. Микроклубнеобразование столоновых растений картофеля *in vitro* в зависимости от условий культивирования / М. Шукурова, Н.Н. Назарова, З.Б. Давлятназарова, А.Ф. Салимов, К.А. Алиев // Известия АН РТ. – 2007. – № 3. – С. 39–44.
4. Медведев С.С. Физиология растений : учебник / С.С. Медведев. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. – 496 с.
5. Мирзохонова Г.О. Влияние фитогормонов и водного дефицита на инициацию, рост клубней и активность белоксинтезирующей системы растений-регенерантов картофеля *in vitro* : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.12 / Г.О. Мирзохонова. – Душанбе, 2006. – 128 с.

6. Особенности выращивания микроклубней картофеля в биотехнологической системе / М.А. Чернобровкина, С.Л. Чернобровкин, Ю.Ц. Мартиросян, В.В. Розанов, О.С. Мелик-Саркисов // Сельскохозяйственная биология. – 1994. – № 3. – С. 65–72.
7. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана / К. Партоев. – Душанбе : Дониш, 2013. – 190 с.
8. Регуляция некоторых морфологических признаков генотипов картофеля *in vitro* в условиях засоления / С.Ф. Караев, З.С. Киемова, Н.Н. Назарова, К.А. Алиев // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды : сб. матер. Всероссийской научной конф. с международным участием и школы молодых ученых. – Иркутск, 2018. – Ч. II. – С. 1258–1263.
9. Романов Г.А. Как цитокинины действуют на клетку / Г.А. Романов // Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – С. 294–311.
10. Симаков Е.А. Генетические и методологические основы повышения эффективности селекционного процесса картофеля : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / Е.А. Симаков. – Москва, 2010. – 48 с.
11. Технологический процесс воспроизводства исходного семенного картофеля на оздоровленной основе / Х. Эмомов, Н.Н. Назарова, Р.С. Бобохонов, А.Ф. Салимов, С.Х. Ашуров, М.К. Алиев // Кишоварз. – 2010. – № 3 (47). – С. 16–18.
12. Чайлахян М.Х. Фотопериодическая и гормональная регуляция клубнеобразования у растений / М.Х. Чайлахян. – Москва : Наука, 1984. – 69 с.
13. Barrs H.D. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves / H.D. Barrs, P.E. Weatherley // Australian Journal of Biological Sciences. – 1962. – Vol. 15. – Pp. 413–428.
14. Kakimoto T. Identification of plant cytokinin biosynthetic enzymes as dimethylallyl diphosphate: ATP/ADP isopentenyltransferases // Plant & Cell Physiology. – 2001. – Vol. 42 (7). – Pp. 677–685. DOI: org/10.1093/pcp/pce112.
15. Potato breeding in India / S.K. Luthra, S.K. Pandey, B.P. Singh, G.S. Kang, S.V. Singh, P.C. Pande // CPRI, Shimla Technical Bulletin. – 2006. – No. 74. – 90 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Саидвали Файзали Сайдализода – ассистент кафедры физиологии растений и биотехнологии, Таджикский Национальный университет, Республика Таджикистан, г. Душанбе, e-mail: saidvali-1989@mail.ru.

Зарафо Суфижоновна Киемова – кандидат биологических наук, зав. кафедрой физиологии растений и биотехнологии, Таджикский национальный университет, Республика Таджикистан, г. Душанбе, e-mail: venera_2002@mail.ru.

Нигора Нурахмадовна Назарова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии, Таджикский национальный университет, Республика Таджикистан, г. Душанбе, e-mail: lab.gen@mail.ru.

Курбон Алиев – доктор биологических наук, член-корр. Академии наук Республики Таджикистан, зав. лабораторией молекулярной биологии и биотехнологии растений, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ, Республика Таджикистан, г. Душанбе, e-mail: lab.gen@mail.ru.

Елена Михайловна Олейникова – доктор биологических наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: cichor@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 12.02.2019

Дата принятия к печати 28.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Saidvali F. Saydalizoda, Assistant, the Dept. of Plant Physiology and Biotechnology, Tajik National University, the Republic of Tajikistan, Dushanbe, e-mail: saidvali-1989@mail.ru.

Zarafo S. Kiyomova, Candidate of Biological Sciences, Head of the Dept. of Plant Physiology and Biotechnology, Tajik National University, the Republic of Tajikistan, Dushanbe, e-mail: venera_2002@mail.ru.

Nigora N. Nazarova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Plant Physiology and Biotechnology, Tajik National University, the Republic of Tajikistan, Dushanbe, e-mail: lab.gen@mail.ru.

Kurbon Aliev, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Institute of Botany, Physiology and Genetics of Plants, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, the Republic of Tajikistan, Dushanbe, e-mail: lab.gen@mail.ru.

Elena M. Oleynikova, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Plant & Seed Selection Breeding, and Biotechnologies, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: cichor@agronomy.vsau.ru.

Received February 12, 2019

Accepted April 28, 2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОРОХА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНЫМ СЕПАРАТОРОМ

Владимир Иванович Оробинский
Алексей Михайлович Гиевский
Александр Павлович Тарасенко
Алексей Викторович Чернышов
Иван Васильевич Баскаков

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Современные воздушно-решетные машины для очистки зерна на семенные цели оснащаются решетной очисткой с плоскими решетками и двухаспирационной пневмосистемой, имеющей каналы дорешетной и послерешетной очистки. Для создания универсальной воздушно-решетной машины, позволяющей выделить из зернового вороха на первом этапе послеуборочной обработки основную семенную фракцию, проведены теоретические и экспериментальные исследования. Получены математические модели, оценивающие качество работы и производительность семяочистительных машин в зависимости от режима работы воздушной очистки и доли сортировальных решет. Теоретическими предпосылками установлена возможность роста производительности в 1,6–1,8 раза при соблюдении требований к семенной очистке за счет выделения фуражной фракции по аэродинамическим свойствам в обоих каналах пневмосистемы и увеличения площади основных (сортировальных) решет до 70%. Для подтверждения теоретических положений о необходимости размещения сортировальных решет в несколько ярусов на семяочистительных машинах изготовлена экспериментальная установка, оборудованная двухаспирационной пневмосистемой с одним воздушным потоком и решетной очисткой с многоярусным размещением решет в решетных станах. Исследованиями обоснованы рациональные параметры пневмосистемы и установлена допустимая удельная подача вороха 1,55 кг/(с·дм) при полноте разделения более 80% без учета выделения части фуражных фракций сортировальными решетками. При оборудовании нижнего решетного стана двумя ярусами сортировальных решет (длина в ярусе 1,94 м) экспериментальная установка может обеспечить очистку зерна яровой пшеницы на семенные цели при нагрузке на единицу площади сортировальных решет до 21,2 кг/(ч·дм²). Полнота выделения фуражных фракций по размерам решетной очистки составила 94,2%, пневмосистемой по аэродинамическим свойствам – 88,7%. Полнота выделения дробленого зерна в среднем составила 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: семяочистительная машина, пневмосистема, решетная очистка, сортировальные решета, полнота разделения.

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SPRING WHEAT HEAP PRECLEANING SEPARATION FOR SEED PURPOSES BY AIR-AND-SCREEN CLEANER

Vladimir I. Orobinsky
Aleksey M. Gievsky
Alexander P. Tarasenko
Aleksey V. Chernyshov
Ivan V. Baskakov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Modern air-and-screen machines for seed purposes grain cleaning are built up with screen-type separators equipped with flat screens and double-aspiration air system provided by pre-and post-screen cleaning channels. The authors carried out theoretical and experimental studies in order to create a universal air-and-screen machine that allows separating main seed fraction from the grain heap at the first stage of post-harvest processing. Authors' investigations resulted in designed mathematical models evaluating performance quality and productivity of seed-cleaning machines in correlation to operation mode of air cleaning and quantity of separating screens, as well as in defined possibility of productivity growth from 1.6 to 1.8 times while meeting the requirements for seed cleaning due to separation of the fodder fraction by aerodynamic properties in both channels of the air aspiration system and extension of main (sorting)

screens up to 70%. In order to confirm the theoretical aspects of sorting screens placing in several tiers in seed-cleaning machines, an engineering test facility was composed and equipped with double-aspiration air system provided by a single air flow and screen-type separation with sorting screens placing in several tiers in screen cleaner shoe. Studies supported rational parameters of aspiration air system, and specifically the permissible specific heap feeding of 1.55 kg/(s·dm) with separation ratio of more than 80% regardless of separation of certain portion of fodder fractions by sorting screens. When equipping the lower screen cleaner shoe with two tiers of sorting screens (the length of each tier is of 1.94 m), engineering test facility provides spring wheat grain heap cleaning for seed purposes when heap load per unit area of sorting screen is equal or does not exceed 21.2 kg/(h·dm²). Separation ratio of fodder fractions by dimensional separating by screens was 94.2%, and separation ratio of aspiration by air system separating by aerodynamic properties was 88.7%. Averaged separation ratio of crushed wheat grain separation was 91.4%, and its content in purified seeds decreased from 1.4 to 0.12%.

KEYWORDS: seed-cleaning machine, aspiration air system, screen-type separator, sorting screens, separation ratio.

Введение

В настоящее время для очистки и разделения семян зерновых культур на фракции по размерам и аэродинамическим свойствам в основном применяют универсальные воздушно-решетные зерноочистительные машины. При изменении режима работы пневмосистемы и подборе соответствующих решетных полотен в станы решетной очистки эти машины можно использовать и при подготовке товарного зерна. Такие воздушно-решетные машины чаще всего оборудуются решетной очисткой с плоскими решетками и двухаспирационной пневмосистемой, имеющей каналы дорешетной и послерешетной очистки [1, 3, 6, 11]. Термин «универсальные» характеризует возможность их применения как при подготовке семян, так и при товарной очистке.

Отечественные воздушно-решетные семяочистительные машины имеют невысокую производительность, и поэтому крупные аграрные предприятия, занимающиеся производством товарного и семенного зерна, при оснащении поточных семяочистительных линий предпочтение отдают машинам зарубежных производителей, что увеличивает себестоимость подготовки семян [5, 10, 12].

Сотрудники кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I проводят теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения производительности существующих образцов зерноочистительных машин.

Анализ конструктивных особенностей высокопроизводительных семяочистительных машин ведущих зарубежных производителей позволил выявить общие тенденции их развития и направления дальнейшего совершенствования [3, 4, 7, 8, 9].

В результате проведенных аналитических исследований было установлено, что повысить производительность универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин без уменьшения полноты разделения на фракции можно путем увеличения площади основных (сортировальных) решет в станах и разделения по аэродинамическим свойствам в каналах не только послерешетной очистки, но и дорешетной очистки. Добиться полноты выделения фуражных фракций по аэродинамическим свойствам более 80% можно при повышении скорости воздуха в канале дорешетной очистки до 8,0 м/с при очистке семян пшеницы. Площадь сортировальных решет можно увеличить, исключив подсевные решета и рассчитав необходимую площадь колосовых решет в соответствии с производительностью [2].

В результате проведенных теоретических исследований получены математические модели, оценивающие качество работы и производительность семяочистительных машин в зависимости от режима работы воздушной очистки и доли сортировальных решет.

Изготовлена экспериментальная установка, оборудованная двухаспирационной пневмосистемой с одним воздушным потоком и решетной очисткой с многоярусным размещением решет в решетных станах. На установке проведены экспериментальные исследования, позволившие определить рациональные параметры пневмосистемы, а также конструктивные особенности горизонтального канала дорешетной очистки и вертикального канала послерешетной аспирации. Обоснован режим подачи вороха в канал

дорешетной очистки и режим работы самого канала, определены рациональные параметры вертикального канала послерешетной аспирации, включая протяженность предварительной и основной зон, допустимую удельную подачу вороха, которая составила 1,55 кг/(с·дм) при полноте разделения более 80% [2, 3].

Для подтверждения теоретических положений о необходимости размещения сортировальных решет в несколько ярусов была изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой уменьшенную в ширину (до 0,3 м) воздушно-решетную семяочистительную машину, которая была оборудована решетной очисткой с двумя решетными станами.

Методика исследования

Технологический процесс на экспериментальной установке с последовательно-параллельной схемой перемещения вороха по решетной очистке реализуется следующим образом (рис. 1).

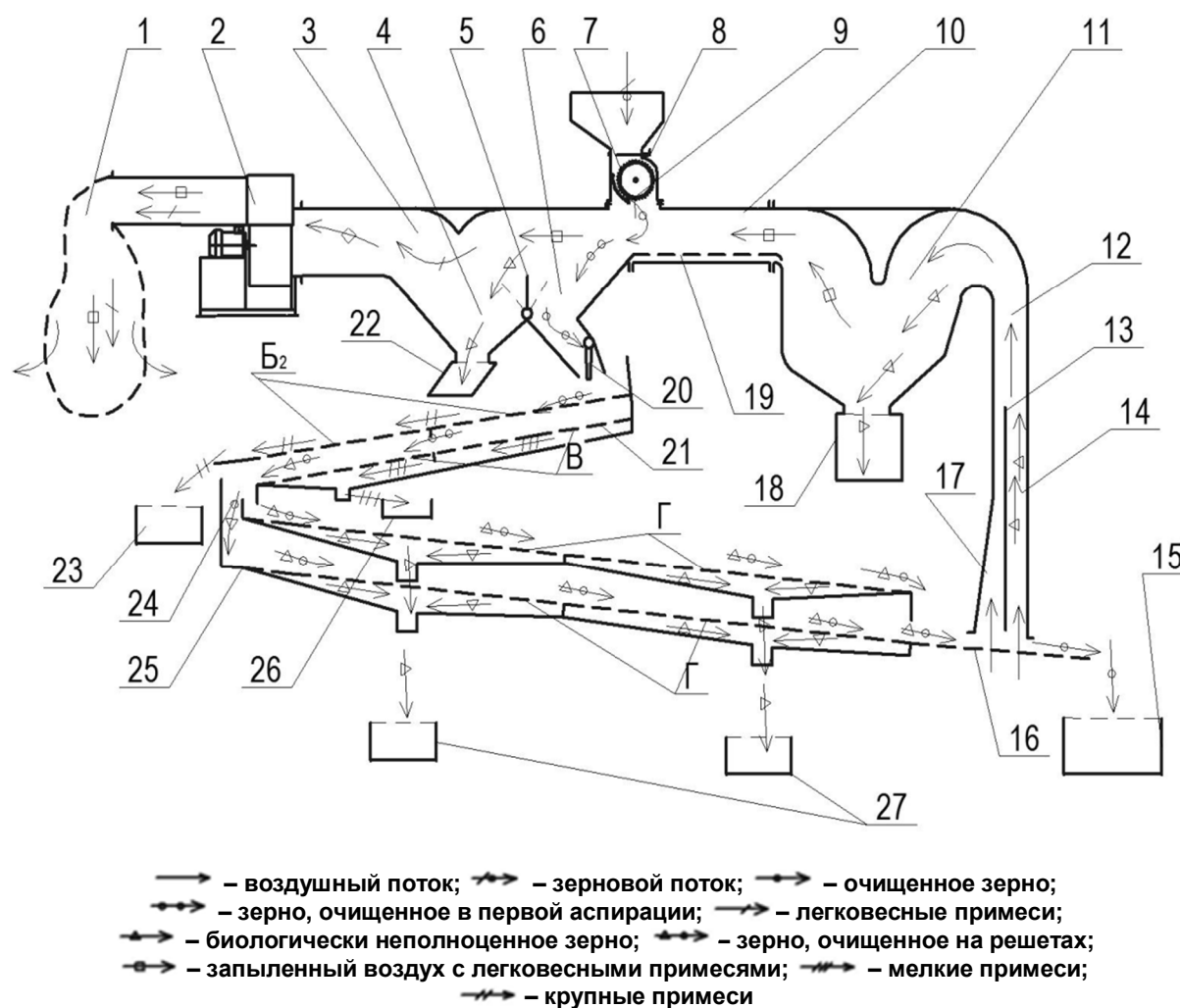


Рис. 1. Схема экспериментальной установки с последовательно-параллельной схемой перемещения вороха по решетной очистке: 1 – сборник пыли; 2 – вентилятор; 3 – камера секционная осадочная дорешетной очистки; 4 – секция фужа; 5 – разделительный клапан; 6 – секция основной фракции; 7 – устройство вбрасывающее; 8 – заслонка дозирующая; 9 – клапан вбрасывающего устройства; 10 – канал дорешетной очистки; 11 – камера осадочная послерешетной очистки; 12 – канал послерешетной очистки; 13 – перегородка канала; 14 – основная зона канала; 15 – сборник очищенного зерна; 16 – рамка подающая; 17 – зона псевдоожижения канала; 18, 22 – сборники осадочных камер; 19 – клапан изменения сечения канала; 20 – гравитационный клапан; 21 – верхний решетный стан; 23 – сборник крупных примесей; 24 – делитель потока зерна; 25 – нижний решетный стан; 26 – сборник мелких примесей; 27 – сборники фуража решет; Б₂ – колосовые решета; Г – сортировальные решета; В – подсевные решета

Забор внешнего чистого воздуха производится каналом послерешетной очистки 12. В этот же канал посредством подающей рамки 16, закрепленной на нижнем стане 25, на уровне нижнего сортировального решета, подается основная фракция зернового вороха. Основная фракция зернового вороха, идущая сходом с каждого яруса сортировальных решет Г, объединяется затем на подающей рамке 16. На двух ярусах сортировальных решет проходом из основной фракции зернового вороха выделяется фуражная фракция, которая с каждого решета выводится за пределы стана в сборники 27.

В канале послерешетной очистки 12 воздушным потоком из основной фракции выносятся щуплые зерновки основной культуры и оставшиеся после дорешетной очистки легковесные примеси. Вынесенные воздушным потоком фуражные примеси осаждаются в осадочной камере 11 канала. После осаждения вынесенных фуражных примесей воздушный поток за счет разряжения, создаваемого вентилятором 2, направляется в канал дорешетной очистки 10, где повторно встречается с исходным ворохом, только поступившим на очистку.

В горизонтальном канале дорешетной очистки 10 исходный зерновой ворох, продуваемый проходящим воздушным потоком, делится на три части. Частицы вороха, имеющие наименьшую скорость витания, под действием воздушного потока меняют направление и выносятся вентилятором 2 в сборник половы 1. К таким легковесным примесям относятся незерновые компоненты, мелкие солоmistые фракции и часть легковесных семян сорняков. Вторая часть исходного зернового вороха, имея скорость витания больше скорости витания легковесных примесей, но меньше скорости витания полноценного зерна, изменяя траекторию полета, собирается в секции 4 для сбора фуража осадочной камеры 3 и выводится в сборник 22. Третья часть исходного зернового вороха, представляющая собой полноценные зерновки основной фракции разных размеров с частью фуражных примесей, имея самую большую скорость витания, незначительно изменяя траекторию, оказывается в секции 6 подачи вороха на дальнейшую очистку.

Частично очищенная основная фракция через открывающийся под ее весом гравитационный клапан 20 из секции 6 поступает на верхний решетный стан 21. В верхнем решетном стане 21 в два яруса установлены колосовые и подсевные решета с наклоном обратно нижнему стану 25. Колосовыми решетами Б₂ верхнего яруса из вороха сходом отделяют крупные примеси, которые достигают конца яруса и поперечным лотком направляются в сборник крупных примесей 23.

Очищенный от крупных примесей зерновой ворох проходом через колосовые решета Б₂ и сходом с подсевных решет В нижнего яруса верхнего стана перемещается к выходу со стана. В процессе перемещения зернового вороха по подсевным решетам проходом выделяются мелкие примеси, которые поддоном и лотком выводятся в приемник мелких примесей 26. Зерновой ворох, очищенный решетами от крупных и части мелких примесей и воздушным потоком от легковесных и части фуражных примесей, перемещается к делителю 24 нижнего решетного стана 25.

Делитель равномерно делит зерновой ворох между двумя ярусами сортировальных решет, которые проходом выделяют мелкое фуражное зерно основной культуры и оставшиеся мелкие примеси и направляют его отдельно с каждого решета в приемники фуража 27. На подающей рамке 16 собирается основная фракция (из которой выделены крупные примеси и фуражная фракция решетами по размерам, а также большая часть легковесных примесей и фуражного зерна воздушным потоком и сходом с сортировальных решет) и подается в канал 12 послерешетной очистки. Канал послерешетной очистки в нижней части со стороны входа вороха имеет расширение и вертикальной

перегородкой 13 делится на две зоны: а) зону псевдоожижения, в которой скорость воздушного потока меньше скорости витания фуражных примесей; б) основную зону канала, в которой скорость достаточна для выноса шуплого зерна.

Подача вороха на установке регулировалась дозирующей заслонкой 8 вбрасывающего устройства 7. В обоих ярусах нижнего стана устанавливались сортировальные решета с одинаковыми размерами продолговатых отверстий. Размер отверстий полотен подбирался исходя из размерных характеристик очищаемого зернового вороха. При достижении нижнего уровня в бункере вбрасывающего устройства одновременно выключали привод решетной очистки, вентилятора и вбрасывающего устройства, что обеспечивало постоянное наличие вороха на решетках и в пневмосепарирующих каналах при следующем включении установки. В случае изменения подачи (производительности) проводился пробный пуск установки до того момента, когда наблюдался сход очищаемого вороха с сортировальных решет и его подача в канал послерешетной очистки. После выключения установки опорожняли сборники фракций решет и осадочных камер и проводили опыт на установленной подаче (производительности).

Для обоснования режима работы пневмосистемы и подбора решетных полотен определяли физико-механические и аэродинамические свойства вороха яровой пшеницы. При исследовании линейных характеристик вороха яровой пшеницы отобранные образцы разделяли по толщине компонентов с использованием лабораторного рассева и набора решет с продолговатыми отверстиями и шагом по ширине 0,2 мм. Скорость воздушного потока в классификаторе изменяли через одинаковые приращения динамического давления. Для обработки экспериментальных данных определяли массу вороха, прошедшего через установку, продолжительность каждого опыта, полноту выделения фуражных фракций решетной очисткой и отдельно каждым сортировальным решето, полноту выделения фуражных фракций всей пневмосистемой и каждым каналом в отдельности. Полнота выделения пневмосистемой и решетной очисткой окончательно уточнялась после разборки образца основной фракции.

Результаты и их обсуждение

Исходный ворох яровой пшеницы имел следующие характеристики:

- средняя толщина зерновок перед очисткой – $m_t = 2,77$ мм при среднеквадратическом отклонении $\sigma_t = 0,284$ мм;
- средняя скорость витания $m_v = 9,38$ м/с при среднеквадратическом отклонении скорости витания $\sigma_v = 1,03$ м/с.

Содержание в ворохе зерновок, имеющих размер менее 2,4 мм, составляло 5,2%. Кроме целых зерновок в неочищенном ворохе содержатся дробленые зерна, содержание которых также изменяется в зависимости от размеров. Большая часть поврежденных зерновок имеет толщину менее 2,4 мм и может быть выделена из зернового вороха при семенной очистке сортировальными решетками с шириной продолговатых отверстий 2,4 мм. Суммарное содержание дробленых зерновок во фракциях с толщиной менее 2,4 мм превышает 1,1%, что больше их содержания во всех остальных фракциях вместе взятых. Такое повышенное содержание дробленого зерна во фракциях с небольшим размером свидетельствует о его повреждении не только во время уборки, но и при его перемещении во время хранения. В результате механического воздействия и дробления зерновка изменяет свой размер только в меньшую сторону и перемещается при разделении в более мелкую фракцию. Это подтверждает наличие большей части дробленого зерна в мелких фракциях.

Суммарное содержание зерновок, имеющих толщину менее 2,4 мм, не превышает 10,1%. Причем 1000 зерновок имеют массу не более 30 г (что недостаточно для полно-

ценных семян) и содержат в своих фракциях, как было сказано выше, основную долю дробленых зерновок, поэтому эти фракции вороха желательно за счет выбора размера сортировальных решет направлять в фураж.

Скорость воздуха в канале дорешетной аспирации в процессе очистки изменялась от 7,5 до 8,0 м/с и в канале послерешетной очистки – от 8,4 до 8,7 м/с. При выборе скорости воздушного потока в каналах аспираций пользовались вероятностью распределения частиц вороха по скорости витания и качественными показателями зерновок в зависимости от их значений.

Качество работы экспериментальной установки при очистке яровой пшеницы на семенные цели можно оценить полнотой выделения фуражных фракций решетной очисткой и пневмосистемой машины (рис. 2).

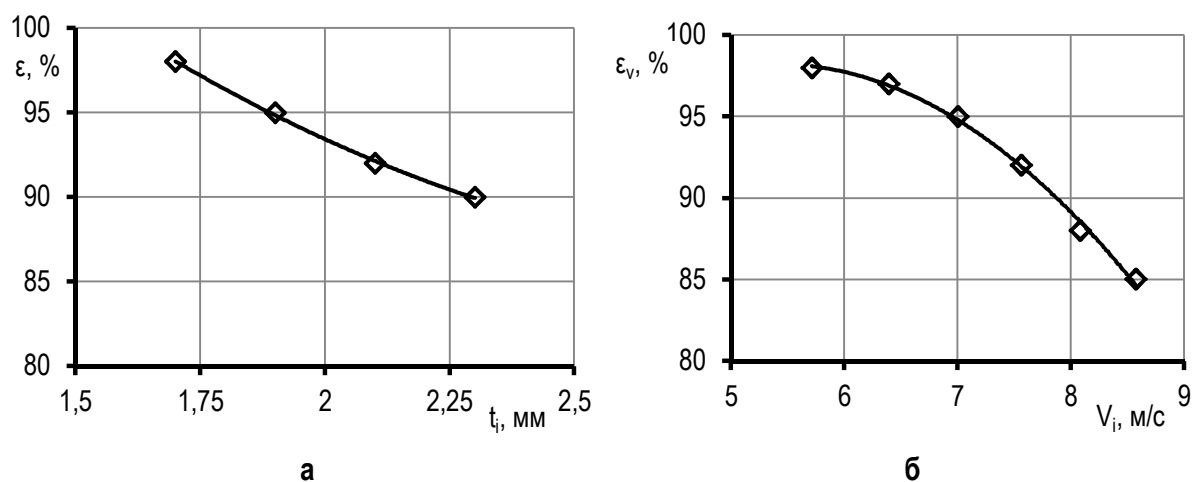


Рис. 2. Полнота выделения фуражных фракций вороха:
а – по размерам сортировальными решетками;
б – пневмосистемой по скорости витания компонентов

Анализ графических зависимостей свидетельствует о непостоянстве полноты выделения фуражных фракций как по размерам, так и по скорости витания. При этом снижение полноты выделения фуражных фракций с увеличением толщины компонентов можно объяснить уменьшением разницы между частицами фракций и размерами отверстий сортировального решета. С уменьшением разницы между частицами фракций и размерами отверстий уменьшается теоретическая вероятность прохождения частицы в это отверстие. Чем больше разница между размером фракции и размером сортировального решета ($b_c = 2,4 \text{ мм}$), тем больше полнота ее выделения (97% для $t_i \leq 1,7 \text{ мм}$). Минимальная полнота выделения наблюдается для фракций, размер которых соседствует с размером сортировального решета (90% для $t_i = 2,3 \text{ мм}$). В связи с этим можно заключить, что вероятность выделения мелких примесей сортировальным решетом больше вероятности их выделения подсевным решетом.

Полнота выделения фуражных фракций пневмосистемой выше для тех классов, скорость витания которых меньше, чем скорость воздушного потока, установленная в канале дорешетной очистки. Эти классы выделяются не только в канале послерешетной очистки, но и в канале дорешетной очистки. Так, при скорости витания $\leq 7,0 \text{ м/с}$ полнота выделения больше 95%. Для фракций со скоростью витания от 8,0 до 8,6 м/с полнота выделения не превышает 90%. Качественные показатели очистки семян яровой пшеницы при удельной подаче $21,2 \text{ кг/(ч·дм}^2\text{)}$ и двухъярусной схеме размещения сортировальных решет (длина в ярусе 1,94 м) приведены в таблице.

Характеристики очищенных семян яровой пшеницы

Размер отверстий сортировального решета, мм	Скорость воздушного потока, м/с		Средняя толщина семян, мм / средняя скорость витания, м/с	Среднеквадратическое отклонение толщины, мм / скорость витания, м/с	Масса 1000 зерновок, г
	в канале дорешетной очистки	в канале послерешетной очистки			
2,4	7,5–8,0	8,4–8,7	2,83 / 9,41	0,21 / 0,657	43,2

Анализ данных таблицы показывает, что в результате очистки улучшилась выравниваемость зерновок по толщине, скорости витания и увеличилась средняя масса 1000 семян. По сравнению с исходным ворохом после очистки на установке средняя толщина зерновок увеличилась с 2,77 до 2,83 мм, средняя скорость витания – с 9,38 до 9,41 м/с. Среднеквадратическое отклонение толщины зерновок уменьшилось с 0,284 до 0,21 мм, среднеквадратическое отклонение скорости витания – с 1,03 до 0,657 м/с. Масса 1000 семян повысилась с 41,12 до 43,2 г после очистки. Полнота выделения дробленого зерна в среднем составила 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%. Информация о полноте выделения дробленого зерна в зависимости от его размера в графическом виде приведена на рисунке 3.

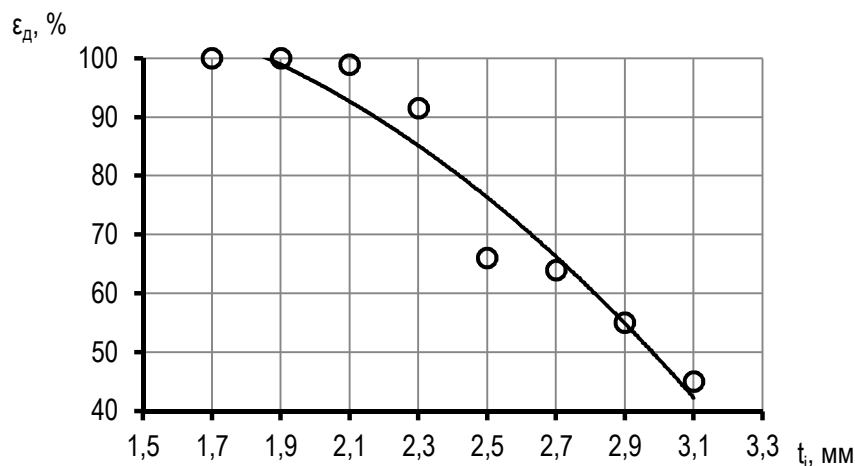


Рис. 3. Полнота выделения дробленого зерна в зависимости от его размера

Как видно из графической зависимости, приведенной на рисунке 3, полнота выделения дробленого зерна, имеющего размер меньше ширины отверстий сортировальных решет, близка к 100%. Выделение дробленого зерна из фракций, имеющих большую толщину, чем ширина отверстий сортировальных решет, обеспечивается воздушным потоком в основном в канале послерешетной очистки. Полнота выделения дробленого зерна с увеличением размера фракций снижается, что обусловлено ростом скорости витания дробленого зерна с увеличением его размера. Для фракций 2,5 и 2,7 мм полнота выделения превышает 60% и постепенно уменьшается до 45% для фракций с размером от 2,9 до 3,1 мм.

Экспериментальные данные удовлетворительно описываются квадратичной зависимостью вида

$$\varepsilon_d = -15,85 \cdot t^2 + 31,98 \cdot t + 95,41, \text{ при уровне достоверности } R^2 = 0,939.$$

Таким образом, двухъярусная схема размещения сортировальных решет с длиной в ярусе 1,94 м в сочетании с двухаспирационной пневмосистемой обеспечивает очистку зерна яровой пшеницы на семенные цели.

Заключение

Исследования, проведенные на экспериментальной установке, являющейся уменьшенной в ширину копией воздушно-решетной семяочистительной машины, подтвердили теоретические предпосылки повышения эффективности разделения на фракции путем увеличения доли сортировальных решет за счет их двухъярусного расположения и выделения части фуражного зерна уже пневмосистемой дорешетной очистки при скорости воздушного потока до 8,0 м/с.

При нагрузке на единицу площади сортировальных решет 21,2 кг/(ч·дм²) и двухъярусной схеме их размещения длиной в ярусе 1,94 м полнота выделения фуражных фракций решетной очисткой составила 94,2%, пневмосистемой – 88,7% при подготовке семян яровой пшеницы. Полнота выделения дробленого зерна достигла 91,4%, а его содержание в очищенных семенах сократилось с 1,4 до 0,12%.

Библиографический список

1. Анализ тенденций развития современных зерноочистительных и сортировальных машин / В.П. Чеботарев и др. // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : матер. международной науч.-практ. конф. – Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. – Т. 1. – С. 184–189.
2. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А.М. Гиевский. – Воронеж, 2016. – 346 с.
3. Гиевский А.М. Пути повышения производительности универсальных зерноочистительных машин / А.М. Гиевский, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – Вып. 3 (85). – С. 12–16.

4. Ермольев Ю.И. Моделирование процесса фракционной очистки зерна в зерноочистительном агрегате / Ю.И. Ермольев, М.Ю. Кочкин, Г.И. Лукинов // Вестник Донского государственного технического университета. – 2010. – Т. 10, № 3 (46). – С. 386–396.
5. Ермольев Ю.И. Модельное прогнозирование показателей функционирования воздушно-решетной зерноочистительной машины от роста эффективности операции пневмосепарации / Ю.И. Ермольев, А.В. Бутовченко, А.А. Дорошенко // Вестник Донского государственного технического университета. – 2014. – Т. 14, № 1 (76). – С. 122–134.
6. Еров Ю.В. Новая система семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур в Республике Татарстан / Ю.В. Еров // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 11. – С. 22–25.
7. Зюлин А.Н. Фракционные технологии очистки семян зерновых / А.Н. Зюлин, В.М. Дринча, С.С. Ямпиллов // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 39–41.
8. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян : монография / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахиев. – Казань : Изд-во «Слово», 2009. – 104 с.
9. Опыт организации промышленного семеноводства зерновых культур в современных условиях / Ю.В. Еров и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 8. – С. 8–11.
10. Пивень В.В. Основные тенденции совершенствования фракционных технологий очистки зерна / В.В. Пивень, О.Л. Уманская // Проблемы современной науки и образования. – 2013. – № 1 (15). – С. 39–42.
11. Ульрих Н.Н. У истоков механизации предпосевной подготовки семян и послеуборочной обработки зерна / Н.Н. Ульрих // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – № 4. – С. 19–21.
12. Фракционные технологии и технические средства для качественной семенной очистки зерна / Ю.И. Ермольев и др. // Агро-Маркет. – 2006. – № 5. – С. 24–25.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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

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.

Александр Павлович Тарасенко – 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: smachin@agroeng.vsau.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.

Иван Васильевич Баскаков – 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: vasich2@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 21.03.2019

Дата принятия к печати 26.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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

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.

Aleksander P. Tarasenko, 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: smachin@agroeng.vsau.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.

Ivan V. Baskakov, 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: vasich2@yandex.ru.

Received March 21, 2019

Accepted April 26, 2019

ИСПЫТАНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРА КЛАССА 0,9 В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ АГРЕГАТАМИ

**Олег Иванович Поливаев
Алексей Николаевич Ларионов
Олег Михайлович Костиков
Артем Викторович Божко
Олег Сергеевич Ведринский**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

При трогании с места и разгоне тракторного агрегата возникают динамические нагрузки, которые по амплитуде в 1,5–2 раза превышают нагрузки при установившихся режимах движения, что приводит к повышенному буксованию сцепления. Одним из способов снижения буксования дисков сцепления является установка демпфирующих пружин в ведущий диск. Для определения эффективности установки ведомых дисков сцепления с демпферными пружинами были проведены лабораторные и полевые испытания ЛТЗ-55 с различными сельскохозяйственными машинами. Лабораторные испытания проводились на стенде, имитирующем разгон тракторного агрегата. Стенд для испытаний работал при нагрузочном режиме, соответствующем условиям разгона трактора на 5 передачах. Периодичность включения сцепления составляла 45 с, темп включения – 0,3–0,5 с. Испытания показали, что серийные диски выдерживали 5500 циклов включения стенда, а диски с демпферными пружинами – 7000–7200. Также были проведены эксплуатационные испытания на шести тракторах ЛТЗ-55 в К(Ф)Х «Заветы Ильича» Воронежской области. Испытания проводились на пахоте, культивации сплошной и междурядной, лущении и посеве. На каждом виде работ делали 13–17 записей с интервалами между опытами 7–8 минут. Испытания проводили на черноземных и тяжелых суглинистых почвах при температуре воздуха 18–20°C. Вес трактора при испытаниях составлял 2800 кг, при выполнении всех работ давление в шинах задних и передних колес – соответственно 0,9 и 1,35 кг/см². Результаты испытаний показали снижение износа ведомого диска сцепления, оснащенного демпферными пружинами, в сравнении с серийным диском на 29%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трактор, сцепление, разгон, буксование, диск сцепления, демпферная пружина.

CLASS 0,9 TRACTOR'S CLUTCH TESTING IN THE FIELD ENVIRONMENT WITH DIFFERENT AGRICULTURAL UNITS

**Oleg I. Polivaev
Alexey N. Larionov
Oleg M. Kostikov
Artyom V. Bozhko
Oleg S. Vedrinski**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

When starting from standstill and acceleration of the tractor aggregates, there arise dynamic loads, which in amplitude are 1.5–2 times higher than the loads under stabilized driving conditions. As a result clutch sliding rises. One of the ways to reduce the slipping of the clutch is the installation of damping springs in the clutch drive plate. The authors carried out laboratory and field tests of the LTZ-55 tractor with different agricultural units in order to determine the effectiveness of the installation of the clutch driven plates with damping springs. Laboratory tests were carried out on a bench simulating the acceleration of the tractor aggregate. The test bench operated under load bearing conditions corresponding to the conditions of acceleration of the tractor on five gears. The frequency of the clutch switching was 45 s, the rate of gear actuation was 0.3–0.5 s. Tests showed that the serial discs withstood 5500 cycles of switching on the bench, whereas the discs with damping springs sustained 7000–7200 cycles. The authors also carried out operational tests on six LTZ-55 tractors in the fields of Zavety Il'icha Peasant Farm Enterprise of Voronezh Oblast. The tests were carried out on a number of agricultural operations such as plowing, complete and interspace cultivation, primary tillage, and sowing. On each type of operation 13–17 records were made with intervals between experiments of 7–8 minutes. The tests were carried out on chernozem and heavy loamy soils at an air temperature of 18–20°C. The weight of the tractor during the tests was 2800 kg; when performing all types of operations the tire pressure of the rear and front wheels was 0.9 and 1.35 kg/cm², respectively. Test results showed the reduction in the wear of the clutch driven plates with damping springs by 29% as compared to the production disc.

KEYWORDS: tractor, clutch, acceleration, sliding, clutch drive plate, damping spring.

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия страны, особенно занимающиеся возделыванием пропашных культур, оснащены универсально пропашными тракторами с механической трансмиссией с ручным переключением передач (ЛТЗ-55, ЛТЗ-60, МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-1221). Такие трактора имеют значительно меньшую стоимость в сравнении с зарубежными аналогами, которые чаще всего оснащаются автоматическими коробками передач. Однако трактора, в трансмиссии которых устанавливается коробка передач с ручным переключением, имеют ряд недостатков, основным является невозможность переключения передач на ходу. При работе машинно-тракторного агрегата на базе трактора с ручной коробкой передач каждое переключение передач осуществляется с остановкой. Это приводит к тому, что агрегат приходится останавливать и выполнять трогание с места и разгон на той передаче, на которой будет производиться дальнейшее движение.

При переходных процессах, характеризующихся неустановившимся режимом движения (трогание с места, разгон, переезд через препятствие, торможение и т. д.), возникают динамические нагрузки, которые по амплитуде в 1,5–2 раза превышают нагрузки при установившихся режимах движения [1, 2, 4, 9, 10]. Кроме этого, динамические нагрузки на детали трансмиссии обуславливаются неравномерностью работы двигателя и взаимодействием движителей с дорогой. Все эти нагрузки являются непрерывно возникающими и определяют, главным образом, надежность и долговечность деталей и узлов трансмиссии. Их величина и длительность воздействия будут зависеть от состава агрегата, соотношения масс, жесткости трансмиссии, темпа включения сцепления, варьируемого передачами. Особенно нагруженным звеном трансмиссии является сцепление трактора [6, 8]. Кроме того, необходимо рассмотреть, каким динамическим нагрузкам подвергается сцепление при работе с различными агрегатами в полевых условиях и как влияет демпфер сцепления на износные показатели [3, 5, 7].

Сотрудники кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I проводят теоретические и экспериментальные исследования по разработке модели разгона тракторного агрегата, оборудованного упругодемпфирующим приводом (УДП) ведущих колес. В рамках НИР кафедры в 2018 г. с целью определения эффективности установки ведомых дисков сцепления с демпферными пружинами были проведены лабораторные и полевые испытания трактора ЛТЗ-55 с различными сельскохозяйственными машинами.

Лабораторные испытания проводились на стенде, имитирующем разгон тракторного агрегата. Стенд для испытаний работал при нагрузочном режиме, соответствующем условиям разгона трактора на 5 передачах.

В полевых условиях К(Ф)Х «Заветы Ильича» Воронежской области были проведены эксплуатационные испытания на шести тракторах ЛТЗ-55.

Основной задачей испытаний трактора ЛТЗ-55 является определение температурного и нагрузочного режима работы сцепления с различными сельскохозяйственными машинами в полевых условиях, а также эффективности демпферных пружин.

При испытаниях крутящий момент на валу сцепления замеряли при помощи проводочных тензодатчиков, а на колесах – тензоступиц; температуру поверхности трения замеряли хромель-копелевыми термопарами на расстоянии 1,5 мм от поверхности трения фрикционных накладок, маховика и прижимного диска – на среднем радиусе трения.

Число оборотов коленчатого вала и вала сцепления устанавливали при помощи тахогенераторов и индуктивных датчиков.

Запись моментов, числа оборотов и температур производилась с помощью усилителя ГУП-101 и осциллографа Н-700.

Испытания проводились при выполнении следующих видов работ:

- пахота – плугом ПН-2-30Р;
- культивация сплошная – культиватором КПН-4Г и междурядная – КРН-4,2;

- лущение – прицепным лущильником ПЛ-5-25;
- посев – узкорядной сеялкой СУБ-48В.

Вес трактора при испытаниях составлял 2800 кг, при выполнении всех работ давление в шинах задних и передних колес составляло соответственно 0,9 и 1,35 кг/см².

Испытания проводили на черноземных и тяжелых суглинистых почвах при температуре воздуха 18–20°C.

На каждом виде работ делали 13–17 записей с интервалами между опытами 7–8 минут. Средние значения результатов испытаний приведены в таблице.

Результаты испытаний трактора ЛТЗ-55 с различными сельскохозяйственными машинами

Показатели	Пахота	Культивация		Лущение	Посев
		сплошная	междурядная		
Время буксования сцепления, с	0,44	0,41	0,41	0,39	0,44
Работа буксования сцепления, Н·м	7300	5970	6020	6140	7350
Максимальный момент трения $M_{\text{мах}}$, Н·м	237	317	324	315	296
Установившийся момент трения $M_{\text{уст}}$, Н·м	178	127	100	125	118
Коэффициент динамических нагрузок на диске сцепления	1,33	2,5	3,24	2,52	2,5
Момент на колесах при $M_{\text{мах}}$, Н·м	14 840	14 150	13 780	15 700	13 900
Момент на колесах при $M_{\text{уст}}$, Н·м	9180	5550	3500	5620	3960
Коэффициент динамических нагрузок на колесах трактора	1,62	2,55	3,95	2,8	3,52
Обороты двигателя при $M_{\text{уст}}$, об/мин	1767	1759	1835	1801	1826
Температура поверхности маховика, °C	35	52	-	-	-
Температура поверхности нажимного диска, °C	84	80	27,2	-	39
Температура накладок со стороны маховика, °C	43	64	46,5	48	49
Температура накладок со стороны нажимного диска, °C	49	45	-	-	-

При испытаниях на пахоте после 17 включений сцепления температура продолжала расти. Отмечены следующие максимальные значения температуры: на маховике – 40°C, нажимном диске – 90°C, фрикционной накладке со стороны маховика – 50°C, со стороны нажимного диска – 58°C. Температура фрикционных накладок при работе с культиваторами, сеялкой и лущильником находилась в следующих пределах: на поверхности со стороны нажимного диска – от 40 до 60°C, со стороны маховика – от 25 до 40°C.

В целях определения влияния жесткости пружин демпферного устройства сцепления на его работоспособность и износ испытания проводились на стенде «СИМС» с использованием инерционных грузов, имитирующих трогание с места и разгон тракторного агрегата. Испытанию были подвергнуты диски сцепления с демпферными пружинами и серийные диски без пружин.

Стенд для испытаний сцепления работал при нагрузочном режиме, соответствующем условиям разгона трактора ЛТЗ-55 на 5 передачах. Периодичность включения сцепления составляла 45 с, темп включения – 0,3–0,5 с.

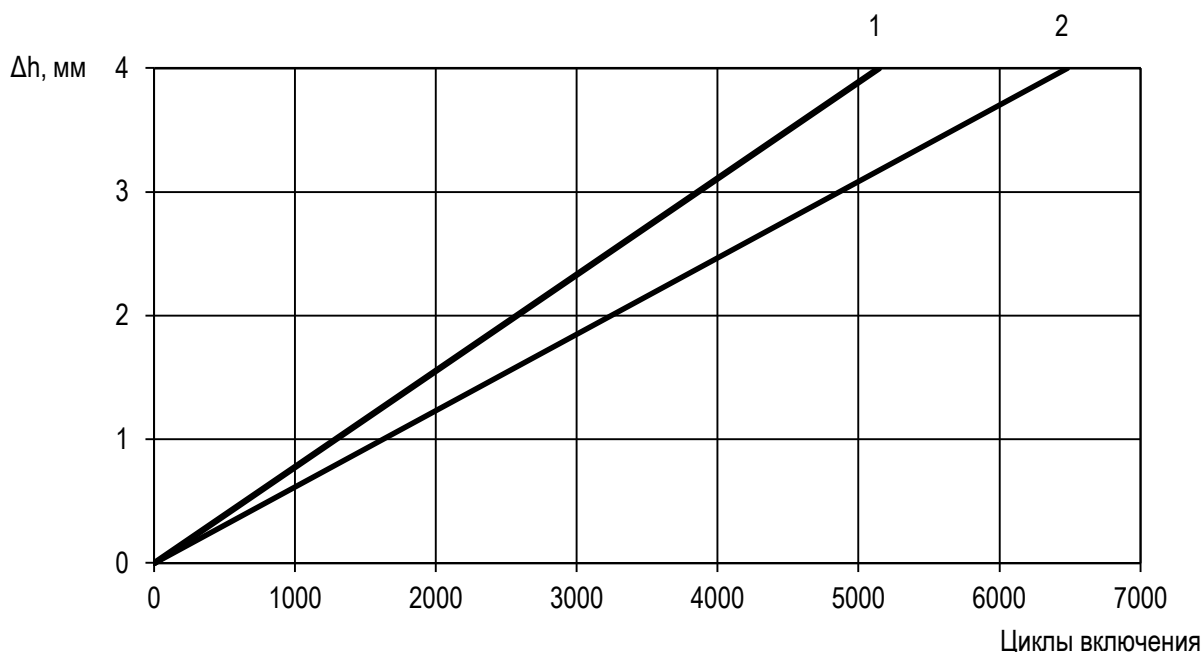
Во избежание задигов на поверхности трения первые 200 циклов включения (как серийных, так и опытных дисков) проводили с отсоединенными грузами при периодичности включения 60 с и 300 циклов – с инерционными грузами. Испытуемые сцепления устанавливались между маховиком и нажимным диском, а сам диск сцепления крепился на тензометрическом валу, на котором были наклеены тензодатчики для за-

мера крутящего момента. Измерение чисел оборотов ведущей и ведомой систем проводили с помощью тахогенераторов ТЭ-45 и электроконтактных датчиков. Число циклов включения регистрировалось датчиком.

Изменение толщины дисков сцепления определяли с помощью микрометра. Измерения проводились на расстоянии 5 мм от края внешнего и внутреннего диаметров в четырех равномерно расположенных точках с точностью 0,01 мм.

Испытания проводили до тех пор, пока диски сцепления теряли свои сцепные свойства, т. е. когда разгон происходил дольше 6–8 с. Измерения износа проводили через 500 циклов включения сцепления. После испытаний замеряли изменения толщины дисков.

Полученные результаты испытаний трех серийных дисков сцепления и трех дисков сцепления с демпферными пружинами показали, что серийные диски выдерживали 5500 циклов включения и дальше были непригодны для применения. Диски сцепления с демпферными пружинами выдерживали 7000–7200 циклов, при этом их износ был меньше на 25–25,5%.



Зависимость износа (Δh) фрикционных накладок ведомого диска сцепления от числа циклов включений: 1 – серийный; 2 – с демпферными пружинами

Были также проведены эксплуатационные испытания в К(Ф)Х «Заветы Ильича» Воронежской области на шести тракторах ЛТЗ-55: трех – с серийными дисками и трех – с дисками сцепления, на которых были установлены демпферные пружины. Данные тракторы имели наработку от 2520 до 2714 моточасов.

Результаты испытаний показали снижение износа ведомого диска сцепления, оснащенного демпферными пружинами, в сравнении с серийным диском на 29%.

Выводы

1. Наибольшие нагрузки в полевых условиях сцепление испытывает на пахоте и посеве: работа буксования составляет соответственно 7300 и 7350 Н·м.

2. Максимальные динамические нагрузки отмечены при междурядной культивации и посеве: коэффициенты динамических нагрузок на колесах трактора составляют соответственно 3,95 и 3,52.

3. При наработке тракторов от 2520 до 2711 моточасов износ дисков сцепления с демпферными пружинами снижается на 29% по сравнению с серийными.

Библиографический список

1. Барский И.Б. Максимальные динамические нагрузки в трансмиссии колесного трактора / И.Б. Барский // Тракторы и сельхозмашины. – 1965. – № 4. – С. 12–15.
2. Веденяпин Г.В. О путях повышения эксплуатационных качеств современных тракторов / Г.В. Веденяпин // Тракторы и сельхозмашины. – 1961. – № 12. – С. 37–39.
3. Гольцяпин В.Я. Современные тракторы зарубежных фирм / В.Я. Гольцяпин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. – № 5. – С. 39–53.
4. Громов Д.М. Исследование нагрузок, возникающих в трансмиссии при трогании трактора с места / Д.М. Громов // Тракторы и сельхозмашины. – 1963. – № 2. – С. 25–27.
5. Елецкий А.И. Влияние микронеровностей поля на движение колесного трактора / А.И. Елецкий, М.Д. Коневцов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1971. – № 11. – С. 33–37.
6. Лапшин С.А. Оценка эффективности гасителей крутильных колебаний на ведомых дисках муфты сцепления двигателя СМД-60 / С.А. Лапшин // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – № 2. – С. 15–18.
7. Лукин П.П. Влияние демпферов сцепления на нагрузочные режимы в трансмиссии автомобиля / П.П. Лукин // Автомобильная промышленность. – 1961. – № 9. – С. 25–27.
8. Поливаев О.И. Повышение долговечности сцепления тракторов за счет упругофрикционного демпфера / О.И. Поливаев, О.С. Ведринский, Н.М. Дерканосова // Наука и образование в современных условиях : матер. международной научной конференции (г. Воронеж, 10 марта – 22 апреля 2016 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 226–230.
9. Поливаев О.И. Снижение динамических нагрузок в машинно-тракторных агрегатах : монография / О.И. Поливаев, А.П. Полухин. – Воронеж : Воронежский ГАУ им. К.Д. Глинки, 2000. – 197 с.
10. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники : науч. изд. / П.И. Бурак и др. ; под общ. ред. В.М. Пронина. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 416 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Олег Иванович Поливаев – 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: car205@agroeng.vsau.ru.

Алексей Николаевич Ларионов – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: physics@agroeng.vsau.ru.

Олег Михайлович Костилов – 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: koverkot@agroeng.vsau.ru.

Артем Викторович Божко – 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: bozhko@agroeng.vsau.ru.

Олег Сергеевич Ведринский – старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vedrin@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 15.04.2019

Дата принятия к печати 26.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Oleg I. Polivaev, 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: car205@agroeng.vsau.ru.

Alexey N. Larionov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: car205@agroeng.vsau.ru.

Oleg M. Kostikov, 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: koverkot@agroeng.vsau.ru.

Artyom V. Bozhko, 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: bozhko@agroeng.vsau.ru.

Oleg S. Vedrinskii, Senior Lecturer, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vedrin@agroeng.vsau.ru.

Received April 15, 2019

Accepted May 26, 2019

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПОВОРОТА ИНТЕГРАЛЬНОГО УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНОГО ТРАКТОРА

Анатолий Иванович Завражнов¹
Владимир Иванович Оробинский²
Александр Николаевич Беляев²
Николай Владимирович Михеев¹
Татьяна Владимировна Тришина²

¹Мичуринский государственный аграрный университет

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

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, во время которых ухудшаются условия качения колес, увеличиваются силы сопротивления при взаимодействии их с мягким грунтом и по ним неравномерно распределяются нормальные реакции, что является причиной нарушения устойчивости и ухудшения управляемости криволинейного движения трактора. Поэтому выбор рационального способа движения МТА на поворотной полосе, позволяющего «смягчить» динамические процессы, является важной задачей. Проведены экспериментальные исследования комбинированного навесного широкозахватного МТА на базе универсально-пропашного энергонасыщенного трактора с интегральной компоновкой со всеми управляемыми и ведущими колесами при повороте 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 с синхронным изменением угла поворота колес в одну сторону относительно остова трактора при входе в поворот и передними управляемыми колесами на участке установившегося поворота. Установлено, что фронтальные и задние навесные орудия способствуют увеличению вертикальных, продольных и боковых сил, возрастанию амплитуд их колебаний. Максимальные значения крутящих моментов на участке входа в поворот при изменении скорости движения от 0,68 до 1,37 м/с при повороте передними управляемыми колесами у комбинированного МТА в сравнении с трактором увеличились на 32–35%. Реализация поворота комбинированным способом во всем диапазоне изменения рабочих скоростей позволяет снизить средние значения крутящих моментов на участке установившегося поворота на 17–21% по сравнению со способом I и на 6–9% по сравнению со способом II, а энергозатраты на передвижение МТА – соответственно на 13–22 и 10–13%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: универсально-пропашной трактор, комбинированный машинно-тракторный агрегат, устойчивость, управляемость, поворот, крутящий момент, энергозатраты.

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DYNAMICS OF TURNING OF THE INTEGRATED GENERAL PURPOSE ROW CROP WHEEL TRACTOR

Anatoly I. Zavrazhnov¹
Vladimir I. Orobinsky²
Alexander N. Belyaev²
Nikolay V. Mikheyev¹
Tatyana V. Trishina²

¹Michurinsk State Agrarian University

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Machine and tractor units (MTU) in the field environment perform daily an operation on a long distance, when the driving strokes are accompanied and alternated with idle rides and turns, during which the rolling conditions of the wheels deteriorate, the resistance forces increase when interacting with soft ground, and the normal reactions are unevenly distributed over them. So, due to the abovementioned road stability is disturbed and the tractor driving

qualities at curvilinear motion become progressively worse. Therefore, it is an important issue to adopt rational method of MTU motion on the headland, which allows softening dynamic processes. 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 stabilized steering motion. It was revealed that front and rear mounted attachments contribute to an increase in vertical, longitudinal and lateral forces, and an increase in the amplitudes of their oscillations. The maximum torque values of the combined MTU increased by 32-35% in comparison with the tractor when the MTU was turning by front steer wheels at the stage of coming into the corner when the travel speed was changed from 0.68 to 1.37 m/s. The combined type of the MTU motion on the headland within the whole range of the travel speed allowed reducing the average torque values in the stage of steady steering motion by 17-21% in comparison with the first studied type of steering motion, by 6-9% in comparison with the second studied type of steering motion, and energy consumption of the MTA, respectively, by 13-22% and 10-13%.

KEYWORDS: general purpose row crop tractor, combined machine and tractor unit (MTU), road stability, driving qualities, motion on the headland, torque, energy consumption.

В настоящее время в мировой практике расширяется парк энергонасыщенных универсально-пропашных тракторов, которые способны выполнять самые различные операции в составе комбинированных машинно-тракторных агрегатов (МТА) с передней и задней навесками машин. Однако такого типа агрегаты имеют недостаточную устойчивость движения, поэтому одной из первоочередных задач, стоящих перед исследователями и разработчиками новых образцов техники, является повышение устойчивости движения машинно-тракторного агрегата (МТА), в том числе при криволинейном движении. Так как МТА представляет собой сложный динамический объект, то решение указанной проблемы должно быть комплексным, базирующимся на правильном выборе ряда конструктивных и эксплуатационных показателей с учетом их влияния на тягово-сцепные свойства и энергозатраты на выполнение технологической операции [1].

Одним из основных направлений повышения эффективности МТА является создание их на базе тракторов, имеющих большую единичную мощность с возможностью одновременного выполнения нескольких агротехнологических операций, в том числе с широкозахватными комбинированными машинами на передней и задней навесках [14, 18]. Таковыми являются универсально-пропашные энергонасыщенные трактора с интегральной компоновкой со всеми управляемыми и ведущими колесами [9, 15].

Одним из основных динамических факторов, влияющим на управляемость, устойчивость и энергозатраты при криволинейном движении МТА по деформированному основанию, когда происходит значительное ужесточение динамических процессов (в сравнении с прямолинейным движением), являются величины и характер изменения подводимых к ведущим колесам трактора крутящих моментов, а также их перераспределение по ним [2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 20]. Процесс этот достаточно сложный из-за многофакторной зависимости от эксплуатационных условий [5, 6, 7, 10, 11, 21, 23, 24]. Очевидно, что для каждого конкретного случая точные зависимости крутящих моментов могут быть получены лишь в результате проведения экспериментальных исследований при непосредственном выполнении различных технологических операций в сельскохозяйственном производстве, так как большинство моделей криволинейного движения МТА дают рекомендации, которые носят весьма приближенный характер [22].

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 полевых испытаний трактор использовался в составе навесного комбинированного МТА с фронтальным и задним навесными орудиями, оборудованного по схеме КРШ-8,1 + НП-5,4 + ЛТЗ-155 + ССТ-18, предназначенного для обработки междурядий пропашных культур, например сахарной свеклы.

Для оценки степени влияния на устойчивость движения собственных свойств трактора также были проведены эксперименты с одиночным трактором.

Трактор оборудовали опытной [12] и серийной системой рулевого управления [15]. Поворот осуществлялся различными 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 [17, 19];

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 [16].

На рисунке 1 представлены полученные экспериментально зависимости крутящих моментов на колесах трактора комбинированного МТА при входе в поворот способом I от угла поворота внутреннего управляемого колеса при скоростях движения $v = 0,68$ и $v = 1,37$ м/с при выполнении кругового беспетлевого поворота.

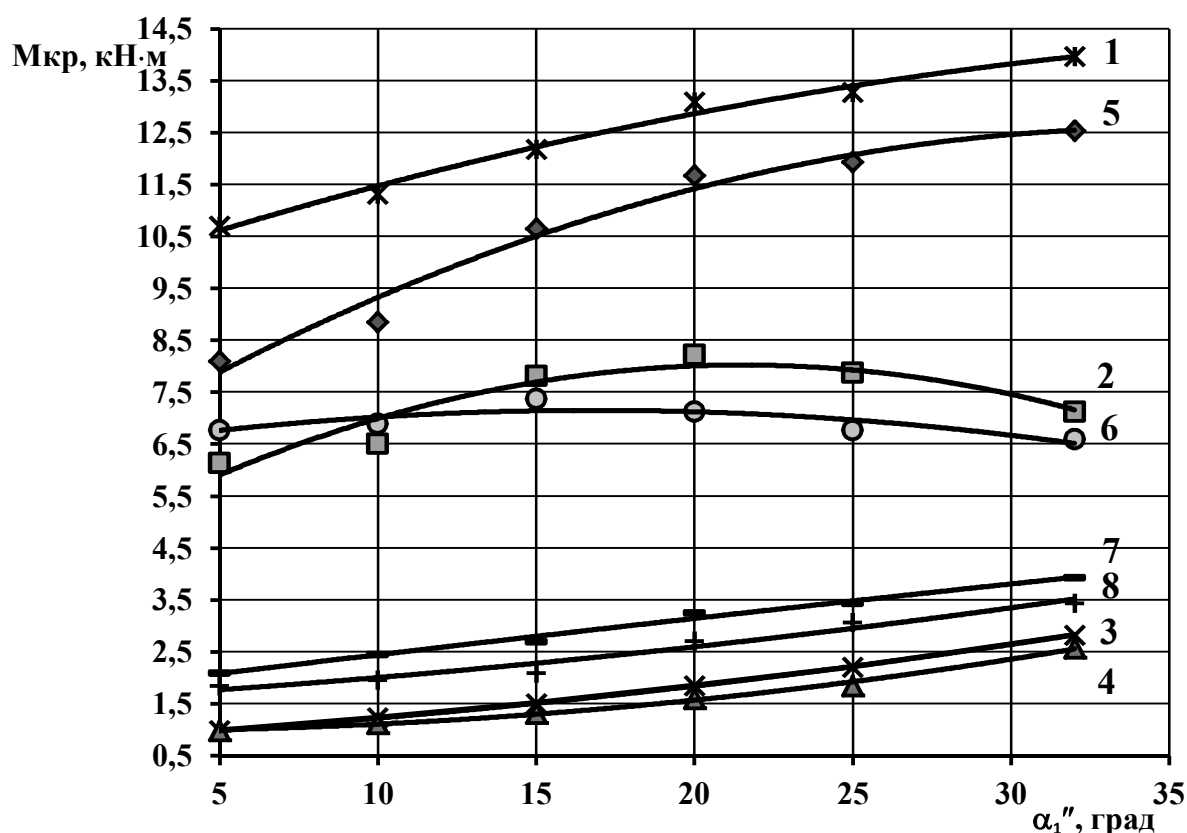


Рис. 1. Зависимости крутящих моментов на колесах трактора в составе комбинированного МТА от углов поворота внутреннего управляемого колеса при повороте способом I: 1, 2, 3, 4 – $v = 0,68$ м/с; 5, 6, 7, 8 – $v = 1,37$ м/с; 1, 5 – суммарный момент на колесах; 2, 6 – момент на правом переднем колесе; 3, 7 – момент на правом заднем колесе; 4, 8 – момент на левом заднем колесе

Из анализа полученных зависимостей (рис. 1) можно сделать вывод, что с увеличением скорости движения с $v = 0,68$ м/с до $v = 1,37$ м/с при входе в поворот суммарная величина крутящего момента на колесах трактора возрастает на 10–20%, а при изменении угла поворота направляющих колес при $v = 0,68$ м/с – на 35% и при $v = 1,37$ м/с – на 23%. Это объясняется возрастанием момента сопротивления повороту вследствие возрастания динамического воздействия микропрофиля опорной поверхности на колеса, сил сопротивления качению, центробежной силы и момента сил инерции [5].

Меньшая интенсивность возрастания суммарного крутящего момента на колесах трактора при $v = 1,37$ м/с связана с увеличением буксования на данном режиме движения, которому способствует в том числе и его значительная величина, боковое скольжение колес и увеличение сопротивления качения с ростом угла поворота колес.

С увеличением угла поворота колес наружное забегающее переднее колесо отключается ввиду того, что в переднем ведущем мосту установлен храповой дифференциал, и крутящий момент полностью распределялся на внутреннее, по отношению к центру поворота, колесо. Крутящий момент заднего ведущего моста распределялся достаточно равномерно между колесами, несмотря на появление на внутреннем и внешнем колесах значительной разности буксований как по величине, так и по характеру изменения [5]: момент на левом заднем колесе был выше, чем на правом заднем: при $v = 0,68$ м/с – на 8–16%, при $v = 1,37$ м/с – на 10–23%.

Таким образом, при криволинейном движении МТА происходит неравномерное распределение крутящего момента между ведущими колесами. Возникающая боковая сила от разности касательных сил тяги создает момент, стремящийся повернуть трактор в сторону с меньшей касательной силой тяги [13, 19].

Величина крутящего момента, приходящегося на передний мост, при $v = 0,68$ м/с в среднем в 2,3 раза, а при $v = 1,37$ м/с – в 1,32 раза выше, чем величина крутящего момента, приходящегося на задний мост, вследствие большей весовой нагрузки переднего моста, кинематического рассогласования из-за разности длин траекторий переднего и заднего мостов, повышения динамического воздействия микропрофиля опорной поверхности, возрастания момента сопротивления повороту, инерционных сил и моментов. Уменьшение величин крутящего момента переднего ведущего моста с увеличением угла поворота колес и скорости движения обусловлено снижением их бокового скольжения и буксования, а также более равномерным распределением вертикальных нагрузок по мостам трактора [5].

Максимальных значений крутящие моменты достигают в конце участка входа в поворот – начале участка установившегося движения, где при $v = 0,68$ м/с $M_{кр} = 12,54$ кН·м, при $v = 1,37$ м/с $M_{кр} = 13,97$ кН·м, а при $v = 1,67$ м/с $M_{кр} = 16,1$ кН·м. Интенсивность изменения перечисленных параметров достаточно высокая, вследствие малого промежутка времени на совершение указанного маневра. Для сравнения: при средней скорости прямолинейного движения МТА $v = 1,37$ м/с с орудиями, поднятыми в транспортное положение, среднее суммарное значение крутящего момента на колесах трактора составило $M_{кр} = 8,22$ кН·м; при выполнении технологической операции по культивации и посеву при крюковых усилиях переднего орудия $P_{крп} = 10$ кН и заднего орудия $P_{крз} = 12,38$ кН значение крутящего момента $M_{кр} = 21,3$ кН·м [5].

На рисунке 2 приведены полученные экспериментально зависимости крутящих моментов на колесах отдельного трактора при входе в поворот способом I от угла поворота внутреннего управляемого колеса при скоростях движения $v = 0,68$ м/с и $v = 1,37$ м/с при выполнении кругового беспетлевого поворота.

Анализ приведенных зависимостей показал, что с увеличением скорости движения $v = 0,68$ м/с до $v = 1,37$ м/с при входе в поворот суммарная величина крутящего момента на колесах трактора возрастает на 4–9%, а при изменении угла поворота направляющих колес при $v = 0,68$ м/с – на 26% и $v = 1,37$ м/с – на 28%. В сравнении с комбинированным МТА суммарный крутящий момент уменьшился при $v = 0,68$ м/с на 23–33% и $v = 1,37$ м/с – на 35–39% за счет снижения весовой нагрузки, центробежных сил инерции, момента сопротивления повороту.

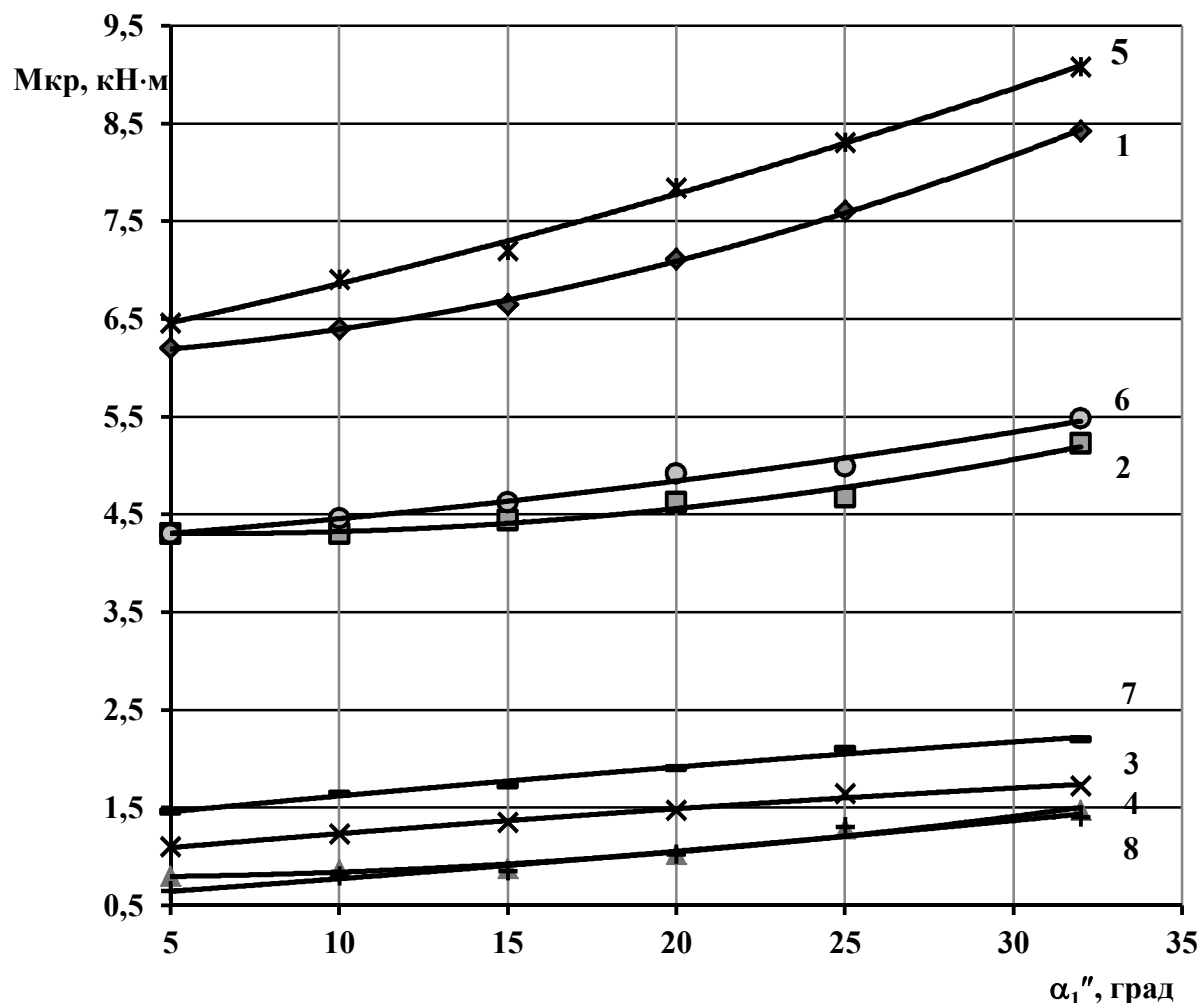


Рис. 2. Зависимости крутящих моментов на колесах трактора от углов поворота внутреннего управляемого колеса при повороте способом I:
 1, 2, 3, 4 – $v = 0,68 \text{ м/с}$; 4, 5, 6, 7, 8 – $v = 1,37 \text{ м/с}$; 1, 5 – суммарный момент на колесах;
 2, 6 – момент на правом переднем колесе; 3, 6 – момент на правом заднем колесе;
 4, 8 – момент на левом заднем колесе

Характер изменения кривых суммарных крутящих моментов для МТА на рисунке 1 отличается от приведенных аналогичных зависимостей для трактора на рисунке 2 в связи с отсутствием заноса трактора инерционных моментов [5], а также снижения бокового скольжения и буксования. Крутящий момент на левом заднем колесе был выше, чем на правом заднем: при $v = 0,68 \text{ м/с}$ – на 14–35%, при $v = 1,37 \text{ м/с}$ – на 36–55% за счет большей нагрузки и меньшего значения буксования.

Величина крутящего момента, приходящегося на передний мост, при $v = 0,68 \text{ м/с}$ в среднем в 1,9 раза, а при $v = 1,37 \text{ м/с}$ – в 1,7 раза выше, чем величина крутящего момента, приходящегося на задний мост, вследствие большей весовой нагрузки переднего моста, кинематического рассогласования из-за разности длин траекторий переднего и заднего мостов, повышения динамического воздействия микропрофиля опорной поверхности, возрастания момента сопротивления повороту, инерционных сил и моментов.

Максимальных значений крутящие моменты достигают в конце участка входа в поворот – начале участка установившегося движения, где при $v = 0,68 \text{ м/с}$ $M_{кр} = 8,495 \text{ кН·м}$, при $v = 1,37 \text{ м/с}$ $M_{кр} = 9,08 \text{ кН·м}$. В сравнении с поворотом МТА уменьшение составило соответственно 32 и 35%.

Таким образом, фронтальные и задние навесные орудия приводят к увеличению крутящих моментов на колесах трактора при криволинейном движении вследствие увеличения центробежной силы инерции, боковых реакций на колесах, что в значительной степени изменяет траекторию движения, увеличивает радиус поворота МТА. Наличие орудий приводит к увеличению вертикальной, продольной и боковой сил, а также способствует возрастанию амплитуд их колебаний.

Анализ результатов экспериментальных исследований зависимостей крутящих моментов на колесах трактора при входе в поворот комбинированного МТА, составленного по схеме КРШ-8,1 + НП-5,4 + ЛТЗ-155 + ССТ-18, способом I (рис. 1) и способом II при синхронном повороте колес в разные стороны относительно остова трактора (рис. 3) от углов поворота внутренних управляемых колес при скоростях движения $v = 0,68$ м/с и $v = 1,37$ м/с при выполнении кругового беспетлевого поворота показал, что закономерности их изменений абсолютно идентичные и обусловлены теми же факторами, что и приведенными при анализе зависимостей, имевших место при повороте способом I (рис. 1).

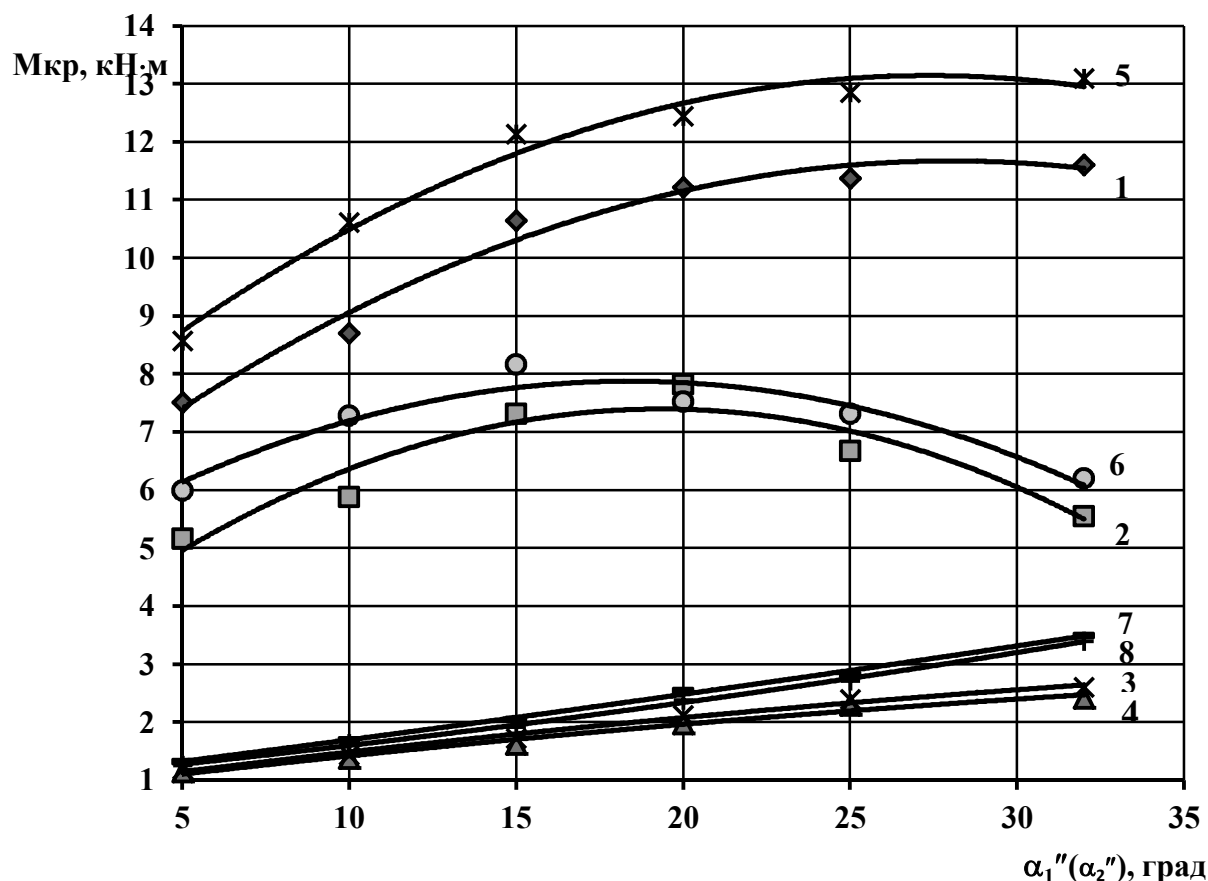


Рис. 3. Зависимости крутящих моментов на колесах трактора в составе комбинированного МТА от углов поворота внутренних управляемых колес при повороте способом II: 1, 2, 3, 4 – $v = 0,68$ м/с; 5, 6, 7, 8 – $v = 1,37$ м/с; 1, 5 – суммарный момент на колесах; 2, 6 – момент на правом переднем колесе; 3, 7 – момент на правом заднем колесе; 4, 8 – момент на левом заднем колесе

Значения суммарных крутящих моментов при повороте способом II в сравнении с поворотом способом I ниже: при $v = 0,68$ м/с – до 7%, а при $v = 1,37$ м/с – до 9%. При повороте способом II величина крутящего момента, приходящегося на передний мост, при $v = 0,68$ м/с в среднем в 1,8 раза, а при $v = 1,37$ м/с – в 1,7 раза выше, чем величина крутящего момента, приходящегося на задний мост (при повороте способом I при

$v = 0,68$ м/с – в 2,3, а при $v = 1,37$ м/с – в 1,32 раза); крутящий момент заднего ведущего моста при этом распределялся более равномерно между колесами: момент на левом заднем колесе при $v = 0,68$ м/с и при $v = 1,37$ м/с лишь на 4–7% был выше, чем на правом заднем (при повороте способом I при $v = 0,68$ м/с – на 8–16%, при $v = 1,37$ м/с – на 10–23%).

Таким образом, при идентичных условиях проведения эксперимента при повороте комбинированного МТА способом II происходит уменьшение рассматриваемых динамических характеристик по сравнению со способом I. Это обусловлено большей однородностью поверхности под задними колесами, которые движутся по следу, укатанному передними колесами, и увеличением за счет этого коэффициента сцепления колес с почвой, наличием дополнительного поворачивающего момента за счет поворота задних управляемых колес. Силовой привод при этом более равномерно распределяет крутящие моменты по бортам, мостам и колесам трактора из-за снижения кинематического несоответствия [5].

Однако при повороте способом II наблюдается увеличение бокового скольжения МТА при входе в поворот вследствие наличия значительных, более интенсивно возрастающих инерционных сил и моментов [5].

Таким образом, по всем рассмотренным случаям (рис. 1, 2, 3) выявлено, что с увеличением угла поворота направляющих колес общий момент сопротивления повороту МТА за счет роста составляющих сил увеличивается, возрастают боковые реакции на колесах трактора, увеличивается неравномерность распределения вертикальных нагрузок по левым и правым колесам переднего и заднего мостов [5]. Все это приводит к увеличению бокового увода колес, что, в свою очередь, снижает интенсивность изменения кривизны траектории МТА, а также способствует развитию процесса потери сцепления колес с почвой, боковому скольжению агрегата. С увеличением скорости движения возрастают величины крутящих моментов на колесах за счет увеличения величины частоты динамического воздействия микропрофиля опорной поверхности на колеса трактора [5].

Разность крутящих моментов на колесах переднего моста обусловлена конструкцией установленного в нем храпового дифференциала, а на колесах заднего моста – не только различием динамических радиусов качения колес, но и высоким кинематическим рассогласованием в его приводе. Такое рассогласование приводит также к неравномерному распределению крутящих моментов между мостами трактора.

Разности касательных сил тяги левых и правых колес мостов, непосредственно связанных с крутящими моментами на них, вызывают дополнительные моменты сопротивления повороту, что значительно ухудшает условия движения и увеличивает отклонение МТА от желаемой траектории движения [19].

На рисунке 4 приведены экспериментальные зависимости крутящих моментов на колесах трактора от углов поворота внутренних управляемых колес при входе в поворот комбинированного МТА, составленного по схеме КРШ-8,1 + НП-5,4 + ЛТЗ-155 + ССТ-18, способом III при синхронном повороте колес в одну сторону относительно остова трактора при скоростях движения $v = 0,68$ м/с и $v = 1,37$ м/с при выполнении кругового беспетлевого поворота.

С увеличением скорости движения с $v = 0,68$ м/с до $v = 1,37$ м/с суммарная величина крутящего момента на колесах трактора возрастает на 12–15% (при повороте способом II – на 20%), а при изменении угла поворота направляющих колес при $v = 0,68$ м/с – на 16% и $v = 1,37$ м/с – на 18% (при повороте способом II – до 30%).

С увеличением угла поворота колес крутящие моменты мостов равномерно распределялись по колесам.

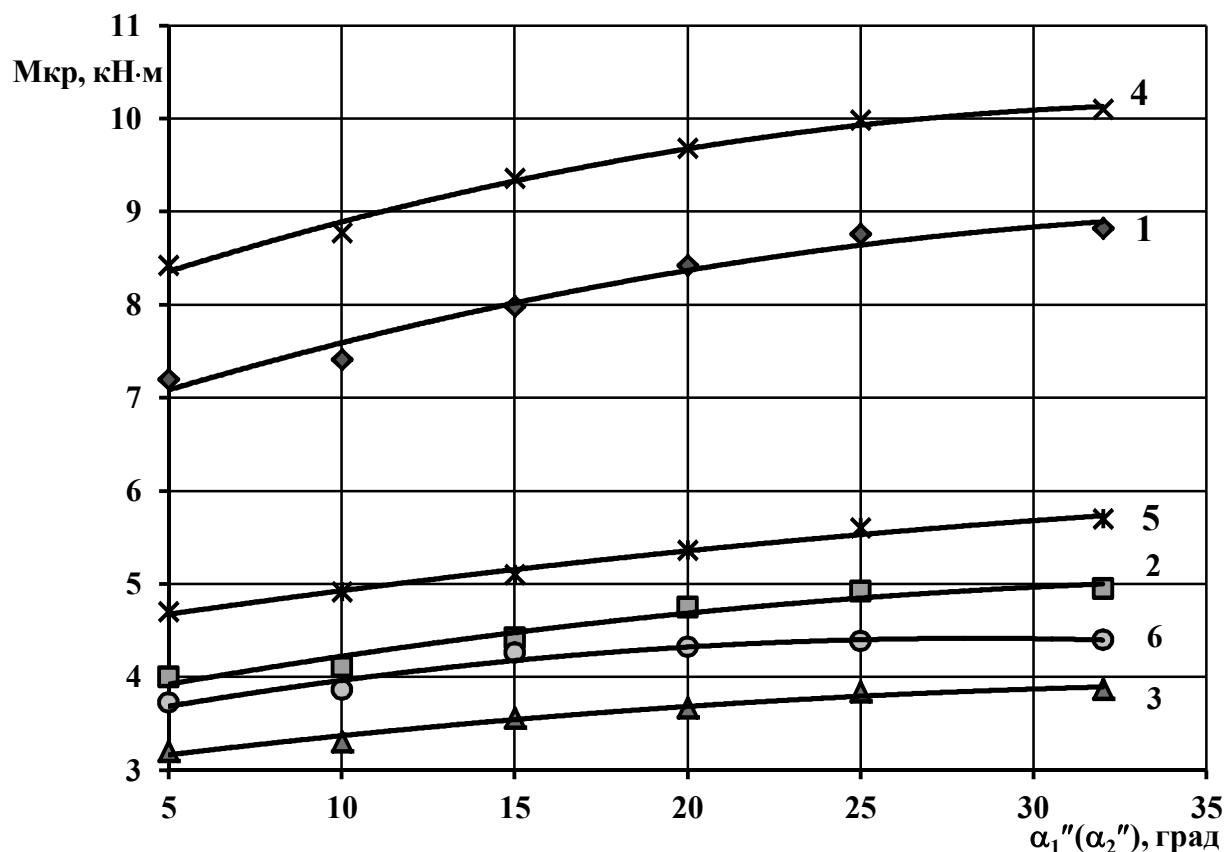


Рис. 4. Зависимости крутящих моментов на колесах трактора в составе комбинированного МТА от углов поворота внутренних управляемых колес при повороте способом III:
1, 2, 3 – $v = 0,68$ м/с; 4, 5, 6 – $v = 1,37$ м/с; 1, 4 – суммарный момент на колесах;
2, 5 – суммарный момент на передних колесах; 3, 6 – суммарный момент на задних колесах

Величина крутящего момента, приходящегося на передний мост, при $v = 0,68$ м/с и при $v = 1,37$ м/с в среднем в 1,26 раза выше, чем величина крутящего момента, приходящегося на задний мост (при повороте способом II при $v = 0,68$ м/с – в 1,8 раза, а при $v = 1,37$ м/с – в 1,7 раза).

Максимальных значений крутящие моменты достигают в конце участка входа в поворот – начале участка установившегося движения, где при $v = 0,68$ м/с $M_{кр} = 8,82$ кН·м, при $v = 1,37$ м/с $M_{кр} = 11,8$ кН·м. В сравнении со значениями при повороте способом I снижение составило соответственно 32 и 28%, а со значениями при повороте способом II – 24 и 23%.

Графики зависимостей средних значений крутящих моментов от скорости движения при установившемся режиме поворота комбинированного МТА для всех рассматриваемых способов поворота подтверждают эффективность применения комбинированного способа движения на поворотной полосе (рис. 5).

Средние значения крутящих моментов на участке установившегося поворота несколько ниже, чем максимальные на участке входа в поворот, ввиду стабилизации режима движения по всем способам.

Во всем диапазоне изменения рабочих скоростей средние значения крутящих моментов при повороте способом III на участке установившегося поворота на 17–21% и на 6–9% ниже в сравнении с поворотами способами I и II. При этом крутящие моменты изменяются более плавно, снижаются амплитуды их колебаний.

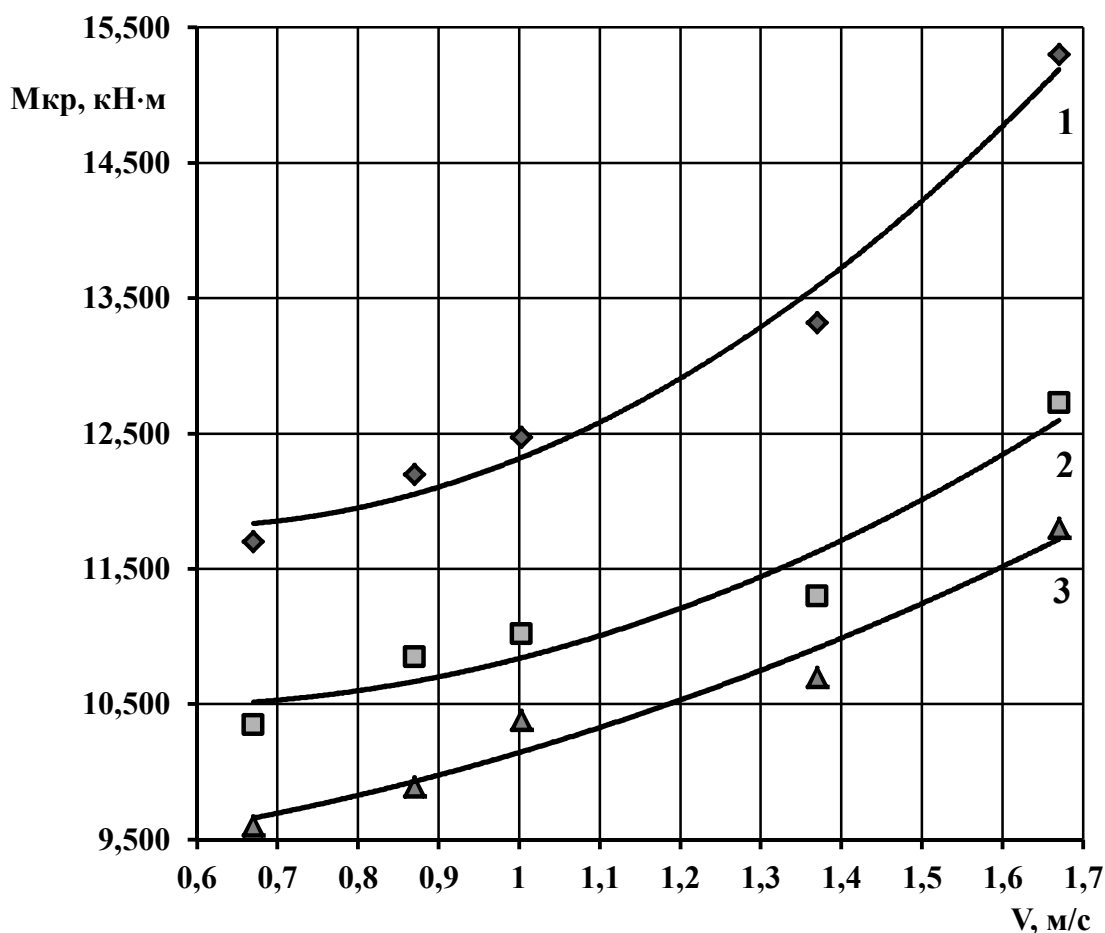


Рис. 5. Зависимости крутящих моментов на колесах трактора в составе комбинированного МТА от скорости движения: 1 – способ поворота I; 2 – способ поворота II; 3 – способ поворота III

Улучшение динамических характеристик при повороте способом III обусловлено тем, что при входе в поворот повышаются тягово-сцепные свойства колес с почвой и уменьшаются силы сопротивления качению; снижается буксование движителей за счет более равномерного распределения нормальных нагрузок по колесам трактора, находящихся практически в равных условиях качения; инерционные и боковые силы имеют более низкие значения и, следовательно, боковое скольжение МТА незначительное; воздействие микропрофиля опорной поверхности на колеса трактора более щадящее; практически отсутствует тракторное кинематическое несоответствие в приводе ведущих колес. Моменты сопротивления повороту от разности касательных сил тяги колес мостов при этом имеют низкие значения, так как обусловлены в основном лишь разностью динамических радиусов качения ведущих колес. МТА плавно выходит на участок установившегося поворота, совершая более равномерный поворот, чему способствует снижение амплитуд колебаний крутящих моментов, с радиусом кривизны, близким к теоретическому.

Установлено также, что суммарная величина крутящего момента и его распределение по ведущим колесам практически не зависят от типа шин и давления воздуха в них.

При исследовании энергетики тяговой машины часто бывает важно выявить перераспределение энергозатрат, приводящих к дополнительным расходам энергии в системе ведущих мостов. Их величина может быть обусловлена ростом частоты вращения

двигателей в силу потери сцепления, динамическим воздействием микропрофиля опорной поверхности на колеса, изменением крутящих моментов, а также их взаимосвязанным влиянием [8].

Для полной оценки управляемости МТА при совершении поворота на поворотной полосе проведен энергетический анализ его работы. Расчет затрат энергии на единицу пути (рис. 6) проведен для исследуемых способов поворота комбинированного МТА [5].

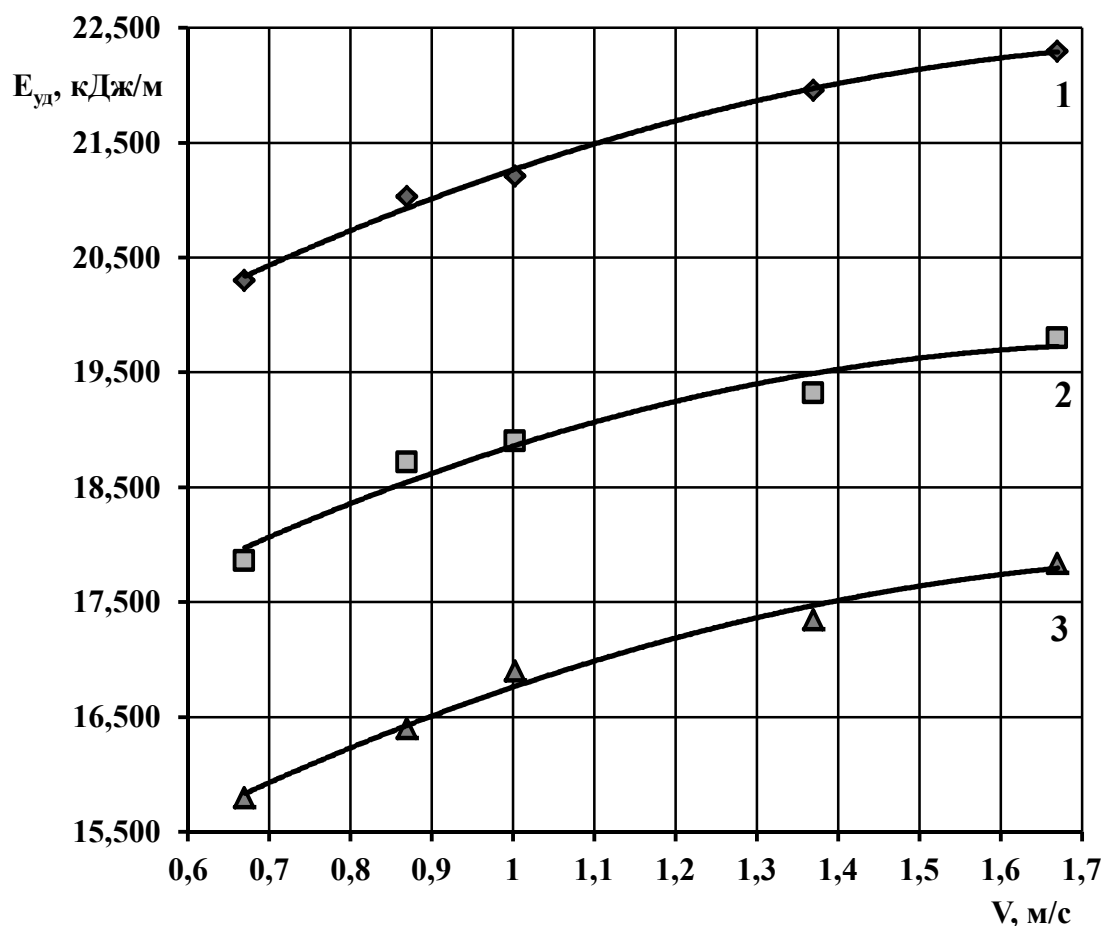


Рис. 6. Зависимости энергозатрат на передвижение трактора в составе комбинированного МТА от скорости движения:
1 – способ поворота I; 2 – способ поворота II; 3 – способ поворота III

Сравнительный анализ показал, что реализация комбинированного способа поворота позволяет снизить энергозатраты на передвижение МТА в сравнении с поворотами способами I и II соответственно на 20–22% и 10–13% за счет стабилизации крутящих моментов на колесах трактора, а также снижения при этом их буксования и момента сопротивления повороту путем более равномерного перераспределения касательных сил тяги по двигателям. Полученные результаты позволяют сделать вывод о лучшей управляемости МТА при криволинейном движении при повороте способом III.

Для сравнения: в тех же диапазонах скорости движения по выполнению технологической операции культивации и посева значения $E_{уд}$ изменяются в пределах 35–36,5 кДж/м [5], что также подтверждает вывод о динамичности и энергоемкости процесса криволинейного движения МТА.

Таким образом, для улучшения управляемости и повышения устойчивости, снижения динамической нагруженности при криволинейном движении как универсально-пропашного интегральной схемы со всеми ведущими и управляемыми колесами трактора, так и навесного комбинированного агрегата на его базе наиболее эффективным является движение по предложенному способу поворота.

Библиографический список

1. Барский И.Б. Динамика тракторов / И.Б. Барский, В.Я. Анилович, Г.М. Кутков. – Москва : Машиностроение, 1973. – 280 с.
2. Беляев А.Н. Определение касательных сил тяги при повороте трактора со всеми управляемыми колесами / А.Н. Беляев, В.В. Свистов, Т.В. Тришина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (52). – С. 145–153.
3. Беляев А.Н. Определение сил при повороте трактора / А.Н. Беляев // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 4. – С. 22–23.
4. Беляев А.Н. Определение сил при повороте трактора со всеми управляемыми колесами / А.Н. Беляев, В.В. Свистов, Т.В. Тришина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (50). – С. 132–140.
5. 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.
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. Гольдман В.Т. Исследование энергетики трактора при движения по криволинейной траектории : автореф. ... канд. техн. наук : 05.05.03 / В.Т. Гольдман. – Казань, 1971. – 25 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. 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.
11. 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.
12. Козлов Д.Г. Совершенствование системы рулевого управления транспортным средством / Д.Г. Козлов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (53). – С. 45–50.
13. Кринко М.С. Влияние разности касательных сил тяги ведущих колес на управляемость / М.С. Кринко // Труды ЦНИИ механизации и электрификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны СССР. – 1964. – Вып. 3. – С. 205–214.
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. Пат. 2164211 Российская Федерация, МПК B62D 7/14 (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.
17. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – Москва: Машиностроение, 1990. – 352 с.
18. Соловей В.Е. Комбинированные агрегаты / В.Е. Соловей, О.А. Маховецкий, Е.К. Черногор // Сахарная свекла. – 1984. – № 5. – С. 21–22.
19. Тракторы. Теория / В.В. Гуськов и др. – Москва: Машиностроение, 1988. – 376 с.
20. 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.
21. Трояновская И.П. Механика криволинейного движения тракторных агрегатов: монография / И.П. Трояновская. – Челябинск: ЧГАУ, 2009. – 152 с.
22. Трояновская И.П. Ошибки при описании силового взаимодействия колеса с грунтом на повороте / И.П. Трояновская // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 8. – С. 17–19.
23. Field R.V. Modeling of dynamic forces of a tractor in the MATLAB-simulink program environment / R.V. Field, E.J. Hurtado. – New York: Society of Automotive Engineers, 2003. – 112 p.
24. Itoh H. Numerical simulation of a 4WD–4WS tractor turning in a rice field / H. Itoh, A. Oida, M. Yamazaki // Journal of Terramechanics. – 1999. – Vol. 36, No. 2. – Pp. 91–115. DOI: 10.1016/S0022-4898(98)00037-8.

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: aiz@mgau.ru.

Владимир Иванович Оробинский – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: main@agroeng.vsau.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.

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

Дата поступления в редакцию 18.04.2019

Дата принятия к печати 15.05.2019

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: aiz@mgau.ru.

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

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

Received April 18, 2019

Accepted May 15, 2019

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА НА БАЗЕ БЕЛАРУС 1221.2

**Олег Иванович Поливаев
Алексей Николаевич Кузнецов
Алексей Владиславович Лощенко
Артем Николаевич Горбулич**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрены способы снижения колебаний, приходящих на тракторно-транспортные агрегаты, путем совершенствования систем, снижающих уровень низкочастотных колебаний. Анализ классификации систем поддрессирования сиденья оператора тракторно-транспортного агрегата показал, что наиболее эффективным с точки зрения повышения плавности хода является внедрение активных систем поддрессирования. Для снижения вибрационной нагруженности оператора транспортного средства разработана активная система поддрессирования, включающая гидроцилиндр со штоком, установленным соответственно между полом кабины и основанием подушки сиденья. Гидроцилиндр имеет две полости, которые соединены с регулируемым дросселем и пневмогидравлическим аккумулятором. При этом пневматическая полость аккумулятора соединена при помощи соленоидного клапана с ресивером и клапаном избыточного давления. Регулируемый дроссель и соленоидные клапаны управляются посредством электронного блока управления, на который поступают сигналы от датчиков перемещения сиденья, вибрации моста и сиденья. В качестве объекта исследований был выбран тракторно-транспортный агрегат в составе трактора Беларус 1221.2 и прицепа 2ПТС-4,5 с серийной и опытной конструкцией подвески сиденья. Сравнительные исследования ТТА проводили на транспортных операциях и при переезде искусственных неровностей. При проведении полевых испытаний определяли среднеквадратические значения ускорений на сиденье оператора, полу кабины, переднем и заднем мосту трактора. Также определяли величину тягового усилия на крюке трактора. Результаты испытаний показали, что разработанное техническое решение позволяет снизить логарифмические уровни виброускорений на 12–18% в сравнении с серийной конструкцией и удовлетворяет требованиям санитарных норм во всем диапазоне скоростей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тракторно-транспортный агрегат, активная подвеска сиденья, испытания, логарифмические уровни виброускорений, санитарные нормы.

IMPROVEMENT OF VIBRATION ISOLATION SYSTEM OF TRACTOR-TRANSPORT UNIT ARRANGED ON THE BASIS OF BELARUS 1221.2

**Oleg I. Polivaev
Alexey N. Kuznetsov
Alexey V. Loshchenko
Artem N. Gorbulich**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors describe methods of derating vibrations that are received by tractor-transport units by improving the systems that reduce the level of low-frequency oscillations. The conducted analysis of the classification of the suspension systems of the operator's seat of the tractor-transport unit showed that the most effective from the point of view of improving the smoothness of the motion is the introduction of active suspension systems. To reduce the vibration load of the vehicle operator, an active suspension system has been developed including a hydraulic cylinder with a rod installed between the cab floor and the base of the seat cushion. The hydraulic cylinder has two cavities, which are connected to an adjustable throttle and a hydropneumatic accumulator. In this case, the pneumatic cavity of the accumulator is connected by means of a solenoid valve with a receiver and an excess pressure valve. Adjustable throttle and solenoid valves are controlled by an electronic control module, which receives signals from the seat displacement sensors, bridge and seat vibration. The object of research was Belarus 1221.2 tractor and 2PTS-4,5 trailer equipped with a production and experimental seat suspension device. Comparative studies of tractor-transport aggregate were carried out during transport operations and overpassing speed hump. During the field tests, the root-mean-square value of acceleration were determined on the operator's seat, on the cabin floor, on the front and rear axles of the tractor. The value of drawbar pulling force was also determined. Test results showed that the proposed design of the suspension system reduces logarithmic levels of vibration acceleration by 12-18% in comparison with the production design and meets the requirements of health and safety regulations at full speed range.

KEYWORDS: tractor-transport unit, active seat suspension, tests, logarithmic levels of vibration acceleration, health and safety regulations.

Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники связано с увеличением мощности тракторов, их скоростей движения и производительности. Однако рост энергонасыщенности, увеличение скоростей движения и мощности тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) сопровождается повышенными уровнями вибрации, возникающей на рабочем месте оператора вследствие возмущающего воздействия неровностей опорной поверхности под колесами движителя, что, в свою очередь, ухудшает условия труда, оказывает вредное влияние на организм человека и приводит к снижению качества выполняемого технологического процесса.

Для уменьшения низкочастотных колебаний, приходящихся на ТТА, необходимо применять современные системы поддрессоривания остова, кабины и сиденья оператора, обеспечивающих повышение плавности хода и снижение вибрационного воздействия на человека [2, 4, 5].

На современном этапе развития техники большие возможности по виброзащитным свойствам имеют полуактивные и активные системы поддрессоривания, в которых основное внимание уделяется конструкции подвески сиденья. Работы по созданию данных систем ведутся как в Российской Федерации, так и за рубежом: в США, Германии, Японии и других странах [1, 9, 10]. Большинство проведенных в полевых условиях испытаний активной системы поддрессоривания сиденья трактора подтверждают ее эффективность в гашении низкочастотных колебаний до 50–60%.

Системой поддрессоривания (подвеской) называют совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колесами транспортного средства. Подвеска предназначена главным образом для снижения интенсивности вибрации и динамических нагрузок, действующих на человека, перевозимый груз и элементы конструкции при движении и особенно по неровной поверхности дороги. В то же время она должна обеспечивать постоянный контакт колеса с дорожной поверхностью и эффективно передавать ведущее усилие и тормозную силу без отклонения колес от соответствующего положения.

На рисунке 1 приведена классификация систем поддрессоривания ТТА.

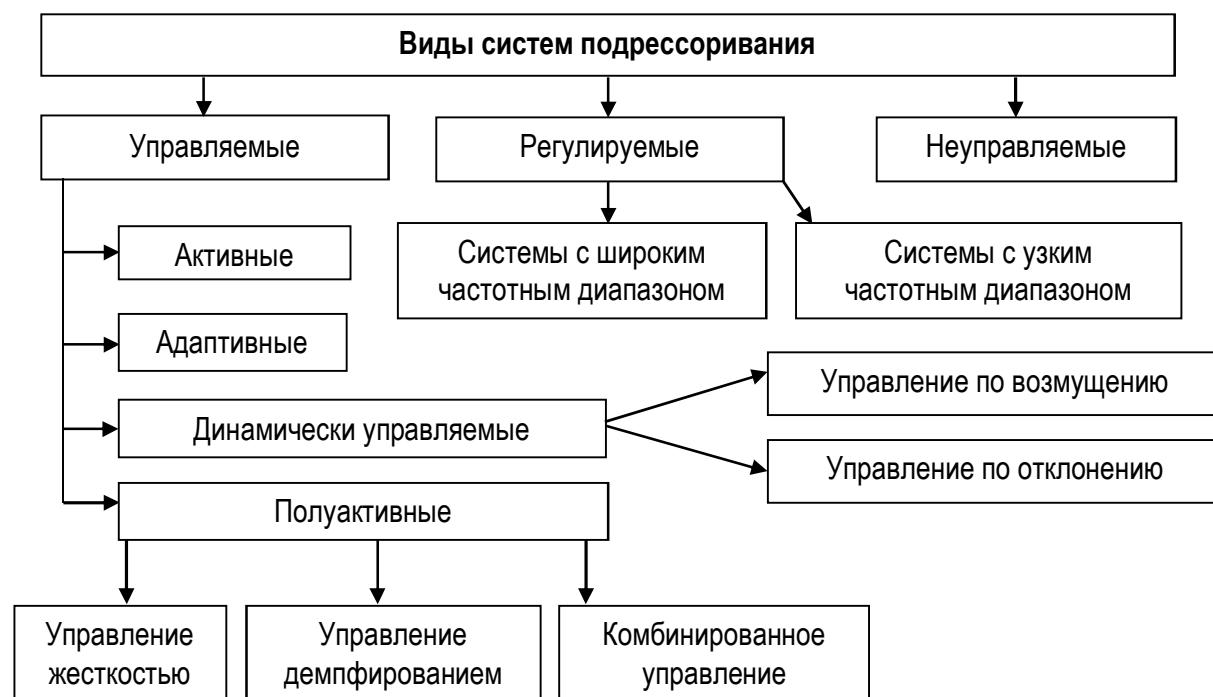


Рис. 1. Классификация систем поддрессоривания

В различных опубликованных источниках информации многие исследователи отмечают, что лучшими для повышения плавности хода являются активные подвески сиденья транспортных средств [4, 5, 8].

Сотрудники кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I проводят теоретические и экспериментальные исследования по совершенствованию систем подрессоривания тракторно-транспортных агрегатов. Так, авторами разработана конструкция активной подвески сиденья ТТА, представленная на рисунке 2 [3].

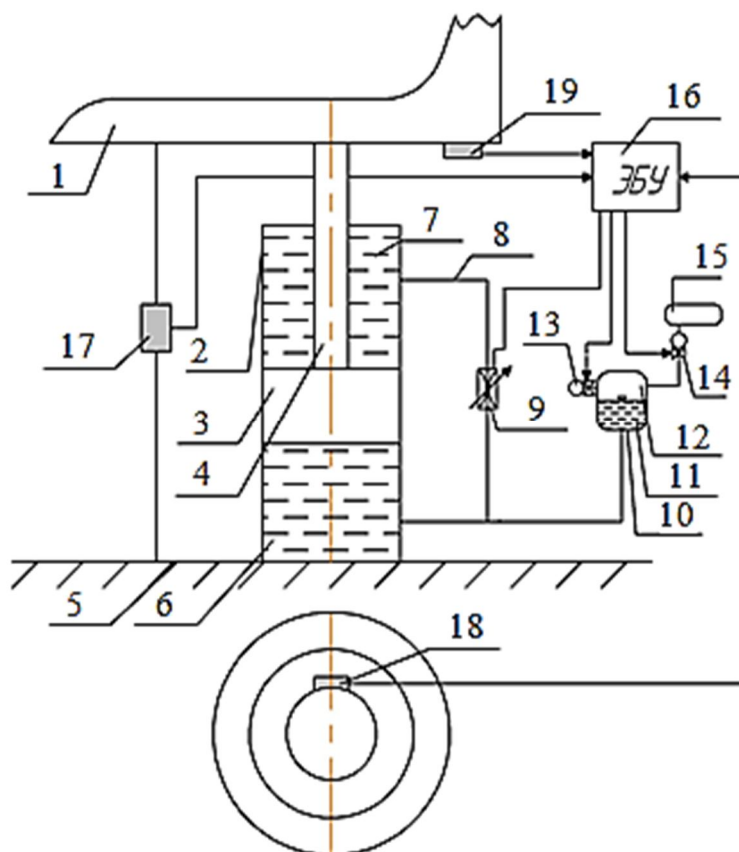


Рис. 2. Опытная конструкция подвески сиденья оператора ТТА

Подвеска сиденья ТТА состоит из сиденья 1, гидроцилиндра 2, установленного между сиденьем и основанием 5. При этом шток 4 и поршень 3 жестко соединен с каркасом сиденья 1, а гидроцилиндр закреплен на основании 5. Гидроцилиндр имеет две полости 6 и 7, расположенные по обе стороны поршня. Эти полости сообщаются между собой магистралями 8 и регулируемым дросселем 9. По данной магистрали полости гидроцилиндра подключены к пневмогидравлическому аккумулятору 10, который содержит пневматическую 12 и гидравлическую 11 полости. При этом полости 6 и 7 гидроцилиндра и полость 11 пневмогидравлического аккумулятора заполнены рабочей жидкостью, а его пневматическая полость аккумулятора при помощи соленоидного клапана 14 сообщена с ресивером 15, а также имеет соленоидный клапан избыточного давления 13.

Регулируемый дроссель 9 и соленоидные клапаны 13 и 14 управляются посредством электронного блока управления (ЭБУ) 16, на который поступает сигнал от датчиков перемещения сиденья реохордного типа 17, вибрации моста 18 и датчика вибрации сиденья 19.

Устройство работает следующим образом.

В процессе работы ТТА подвеска подвергается воздействиям вибрации, передаваемой от дорожного покрытия на основание 5 и само сиденье 1. При этом происходит изменение положения самого сиденья и датчика его перемещения 17. Датчики вибрации моста 18 и сиденья передают сигналы в электронный блок управления 16, откуда после преобразования входных сигналов подается управляющий сигнал на регулируемый дроссель 9 и соленоидные клапаны 13, 14. В процессе вертикальных перемещений сиденья рабочая жидкость по магистрали 8 через регулируемый дроссель 9 перетекает между полостями 6,7 гидроцилиндра 2 и гидравлической полостью 11 гидроаккумулятора 10. Интенсивность перетекания рабочей жидкости, а также ее количество будет зависеть от сигналов, приходящих с датчиков 17, 18 и 19 на электронный блок управления 16.

При движении сиденья 1 вверх с ЭБУ 16 подается управляющий сигнал на регулируемый дроссель 9, который открывает канал на определенную величину и рабочая жидкость из надпоршневой полости 7 частично перетекает в подпоршневую полость 6, в это же время с ЭБУ 16 подается управляющий сигнал на соленоидный клапан 14, который открывается, и из ресивера 15 в пневматическую полость 12 гидроаккумулятора 10 поступает воздух, что влечет за собой вытеснение рабочей жидкости из гидравлической полости 11 аккумулятора. Вытесненная жидкость поступает в подпоршневую полость 6 гидроцилиндра 2, за счет чего увеличивается объем жидкости. Моменты открытия соленоидов 13, 14 и регулируемого дросселя 9 устанавливаются по рациональной (оптимальной) характеристике подвески, полученной в результате расчета.

При движения сиденья вниз с ЭБУ подается управляющий сигнал на дроссель 9, и рабочая жидкость частично перетекает в надпоршневую полость 7, а частично возвращается в гидравлическую полость 11 аккумулятора 10. Вместе с этим подается управляющий сигнал на соленоидный клапан 13, через который происходит сброс избыточного давления воздуха в пневматической полости 12 при заполнении гидравлической полости 11.

Датчик вибрации сиденья 19 служит также для отслеживания остаточной вибрации при работе системы, при подаче сигнала с него на ЭБУ будет происходить корректировка работы системы.

Давление воздуха в пневмосистеме ресивера 15 создается компрессором трактора. Жесткость активного упругого элемента меняется вследствие изменения давления воздуха. Такой способ активного изменения жесткости пневмоцилиндра 2 позволяет устранить резонансные режимы, а также устраняет пробой подвески на рабочем ходе или ходе отбоя.

В благоприятных условиях подвеска сиденья функционирует на среднем участке характеристики (полученные в результате оптимизации).

В проведенных авторами сравнительных экспериментальных исследованиях в качестве объекта был выбран тракторно-транспортный агрегат в составе трактора Беларус 1221.2 и прицепа 2ПТС-4,5. Трактор был оборудован серийной и опытной подвесками сиденья.

Сравнительные испытания ТТА проводились на транспортных операциях и при переезде искусственных неровностей [7]. При проведении полевых испытаний определяли уровни виброускорений, передаваемых на сиденье оператора, а также на передний и задний мосты трактора, с замером тягового усилия на крюке трактора. Полученные данные преобразовывали в логарифмические уровни виброускорения (L_a), в дБ для октавных полос частот, по описанным в санитарных нормах (СН 2.2.4/2.1.8.566-96) методикам [6].

Уровень виброускорения определяется по формуле

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{a_0},$$

где a – среднеквадратическое значение виброускорения, м/с^2 ;

a_0 – опорное значение виброускорения, м/с^2 , $a_0 = 1 \cdot 10^{-6}$.

Результаты сравнительных испытаний представлены на рисунках 3 и 4.

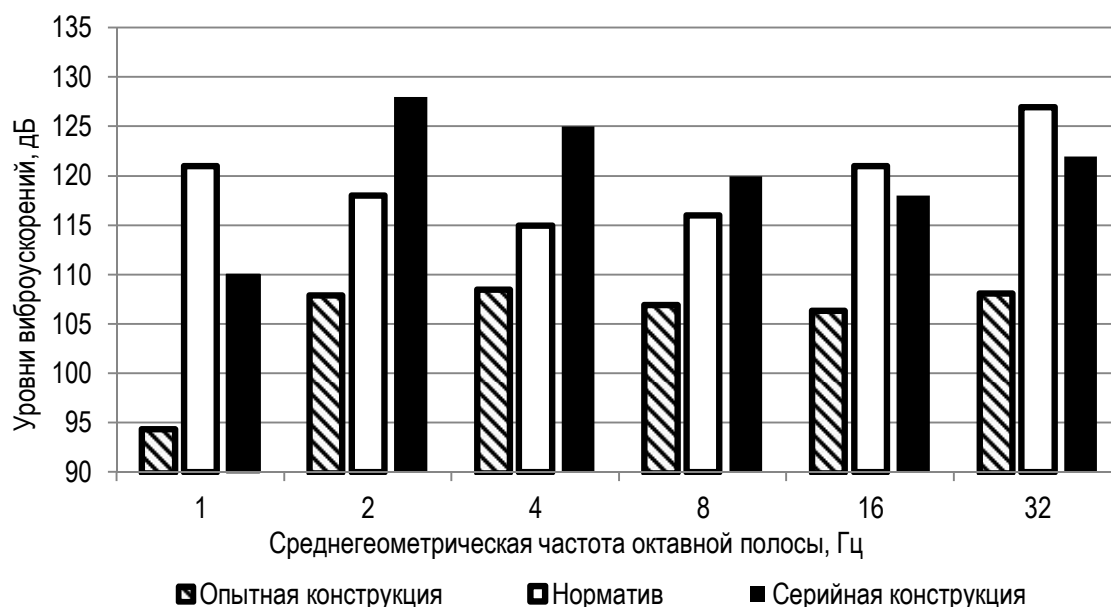


Рис. 3. Сравнительные испытания вибрационной нагруженности оператора ТТА при движении по грунтовой дороге на скорости 30 км/ч

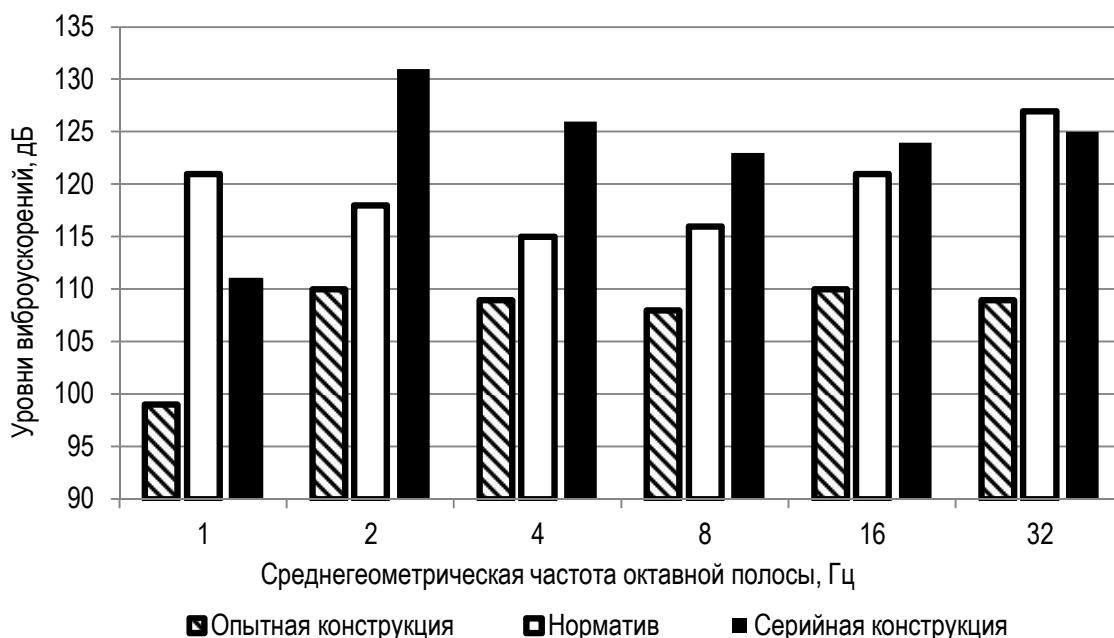


Рис. 4. Сравнительные испытания вибрационной нагруженности оператора ТТА при движении по грунтовой дороге на скорости 35 км/ч

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что применение опытной конструкции подвески сиденья эффективнее в сравнении с серийной конструкцией, так как позволяет уменьшить уровни ускорений на рабочем месте оператора при движении ТТА. Максимальные уровни ускорений расположены в октавной полосе со среднегеометрической частотой 2 Гц, что обусловлено массовыми и упругими характеристиками остова и шин трактора. На представленных графиках видно, что повышение скорости движения агрегата закономерно сопровождается ростом уровня логарифмических ускорений.

Выводы

1. Разработана конструкция активной подвески рабочего места оператора тракторно-транспортного агрегата, управление которой осуществляется путем микропроцессорной обработки сигналов, поступающих с датчиков перемещения сиденья и вибрации моста.

2. Применение опытной подвески сиденья при движении ТТА со скоростью 30 и 35 км/ч приводит к снижению уровней виброускорений на рабочем месте оператора в среднем на 12–18% во всех октавных полосах частот в сравнении с серийной конструкцией, что позволяет снизить вибрационную нагрузку на оператора до установленных санитарными нормами требований.

Таким образом, разработанная авторами подвеска сиденья с активным элементом позволяет обеспечить более комфортные условия работы механизатора в сравнении с серийной, а также повышает общую производительность ТТА.

Библиографический список

1. Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 667 с.
2. Кутков Г.М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутков. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 506 с.
3. Пат. на полезную модель 186837 Российская Федерация, МПК В60N 2/52 (2006.01). Подвеска сиденья транспортного средства / О.И. Поливаев, А.Н. Горбулич, А.Н. Кузнецов, А.В. Лощенко ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2018106154 ; заявл. 19.02.2018 ; опубл. 05.02.2019, Бюл. № 2. – 6 с.
4. Поливаев О.И. Вопросы оптимизации параметров сиденья тракторов / О.И. Поливаев, А.Н. Климов // Высокие технологии в экологии : труды IV международной научно-технической конференции ; Воронежское отделение Российской экологической академии. – Воронеж, 2001. – С. 51–54.
5. Поливаев О.И. Снижение транспортной вибрации операторов мобильных энергетических средств : монография / О.И. Поливаев. – Москва : РУСАЙНС, 2016. – 182 с.
6. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. – Введ. в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 40. – Москва : Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 30 с.
7. Реброва И.А. Планирование эксперимента : учеб. пособие / И.А. Реброва. – Омск : СибАДИ, 2010. – 106 с.
8. Силаев А.А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин / А.А. Силаев. – Москва : Машиностроение, 1972. – 192 с.
9. Троцкий В.А. Оптимальные процессы колебаний механических систем / В.А. Троцкий. – Москва : Машиностроение, 1976. – 248 с.
10. Хитерер М.Я. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения / М.Я. Хитерер, И.Е. Овчинников. – Санкт-Петербург : КОРОНАпринт, 2008. – 368 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Олег Иванович Поливаев – 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: smachin@agroeng.vsau.ru.

Алексей Николаевич Кузнецов – 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: kuz-basss@yandex.ru.

Алексей Владиславович Лощенко – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: loshenko.av@mail.ru.

Артем Викторович Горбулич – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 14.03.2019

Дата принятия к печати 20.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Oleg I. Polivaev, 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: car205@agroeng.vsau.ru.

Alexey N. Kuznetsov, 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: kuz-basss@yandex.ru.

Alexey V. Loshchenko, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: loshenko.av@mail.ru.

Artem V. Gorbulich, Postgraduate Student, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Received March 14, 2019

Accepted April 20, 2019

ОЗОНИРОВАНИЕ ЗЕРНА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ БУНКЕРНОГО ВОРОХА

**Иван Васильевич Баскаков
Владимир Иванович Оробинский
Вячеслав Анатольевич Гулевский
Алексей Михайлович Гиевский
Алексей Викторович Чернышов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных с целью обоснования целесообразности озонирования зернового бункерного вороха при его транспортировке. Выявлено, что процесс озонирования оказывает положительное влияние на сохранность зернового вороха, так как обработка озоном замедляет жизнедеятельность не только микрофлоры, но и различных вредителей (насекомых и клещей). Озонирование целесообразно проводить на этапе транспортирования бункерного вороха к зерноочистительным агрегатам или хранилищам, чтобы не допускать доставки патогенов с полей в хозяйство. Длительность перевозки свежесобранного урожая к местам послеуборочной обработки позволяет производить данную операцию в кузовах зерновозов. Уровень развития техники достаточен для реализации данной технологии. В настоящее время промышленность уже выпускает озонаторы, работающие от штатной электрической сети автомобиля. Однако для реализации технологии необходимо спроектировать зерновозы с герметичным кузовом и системой аэрации. Это предотвратит попадание в перевозимый ворох сорных примесей, вредителей и влаги. Также необходимо исключить попадание озона в рабочую зону человека, поскольку газ в высоких концентрациях опасен для здоровья. Поэтому кузов герметизируют по периметру открывающихся бортов и крыши. Кроме того, зерновоз необходимо оборудовать автономной системой озонирования с автоматическим управлением. Включение комплекса в работу должно происходить только после полной герметизации. Открывание бортов для разгрузки возможно лишь после снижения концентрации озона в кузове ниже предельно допустимого значения $0,1 \text{ мг/м}^3$. Рекомендовано производителям сельскохозяйственной техники приступить к выпуску специализированных зерновозов, способных выполнять озонирование зерна непосредственно в кузове автомобиля во время его движения к месту послеуборочной обработки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерно, семена, озон, озонирование, зерновоз, зараженность зернового вороха.

RATIONALE FOR OZONATION OF BUNKER GRAIN HEAP DURING TRANSPORTATION

**Ivan V. Baskakov
Vladimir I. Orobinsky
Vyacheslav A. Gulevsky
Aleksey M. Gievsky
Aleksey V. Chernyshov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies conducted in order to provide the rationale for ozonation of bunker grain heap during its transportation. It is revealed that the ozonation process has a positive effect on the safety of grain heap, since ozone treatment inhibits the vital activity of not only the microflora, but also various pests (insects and mites). It is advisable to perform the ozonation at the stage of transportation of the bunker heap to the grain cleaning units or storage facilities in order to prevent the delivery of pathogens from the fields to the farm. The duration of transportation of freshly harvested crops to the post-harvest processing sites allows this operation to be performed in the bodies of grain carriers. The level of technological development is sufficient enough for implementing this technology. At present the engineering industry already produces ozonizers that operate off the standard electric network of vehicles. However, in order to implement this technology it is necessary to design grain carriers with a sealed body and aeration system. This will prevent the contamination of grain heap being carried with weed impurities, pests, and moisture. It is also necessary to prevent ozone from

entering the staff working area, since its high concentrations are dangerous for human health. Therefore, the grain carrier body should be sealed around the perimeter of the opening sideboards and roof. In addition, the grain carrier must be equipped with an autonomous ozonation system with automatic control. The operation of the complex should be started only after complete sealing. Opening of the sideboards for unloading is possible only after the ozone concentration in the carrier body is reduced below the maximum permissible value of 0.1 mg/m^3 . It is recommended that the manufacturers of agricultural machinery start producing specialized grain carriers capable of performing the grain ozonation directly in the truck body when these vehicles are on the move to the post-harvest processing site.

KEYWORDS: grain, seeds, ozone, ozonation, grain carrier, contamination of grain heap.

Научно-технический прогресс не стоит на месте, благодаря поиску ученых, изобретателей и практиков создаются новые технологии и технические средства их реализации для разных отраслей, в том числе и для эффективного ведения сельского хозяйства. На современном этапе развития агропромышленного комплекса на первый план выходят экологически безопасные технологии, в которых применение ядохимикатов сведено до минимума или вовсе исключено. Одним из направлений, позволяющих произвести дезинфекцию, стерилизацию, дезодорацию, санацию материала или помещения, является процесс озонирования.

Озон представляет собой аллотропную модификацию кислорода, которая широко применяется в таких отраслях, как медицина, пищевая и химическая промышленность, косметология, жилищно-коммунальное хозяйство и др. [5, 9]. Основными преимуществами озонирования являются:

- мощные окислительные свойства газа;
- бактерицидные и фунгицидные функции;
- уничтожение большинства бактерий и грибов;
- восстановление чистоты воздуха;
- отсутствие остаточных токсинов в обрабатываемом материале.

Озон был обнаружен в 1785 г., но широкое практическое применение в сельском хозяйстве он приобрел только в XXI веке. Основная причина состоит в высокой себестоимости получения газа вследствие сложной конструкции озонаторов. Также немаловажным сдерживающим фактором является вред, который оказывают большие концентрации озона на здоровье человека [10]. Современный уровень развития техники позволил создать компактные, относительно недорогие устройства озонирования, что потребовало пересмотреть отношение к озонным технологиям.

Актуальным становится применение озонных технологий на этапе транспортирования убранного урожая с полей к местам доработки и хранения. Это позволит значительно снизить уровень зараженности бункерного вороха и сократить время дезинфекции.

В качестве теоретико-методической основы исследований были использованы работы в области озонирования сельскохозяйственных продуктов и объектов таких ученых, как В.Н. Авдеева, И.В. Горский, Д.А. Нормов, В.Н. Огнев, Е.К.М. Саеед, И.В. Шестерин и др. [1, 2, 5, 6, 12, 13].

При уборке зерновых культур в бункер комбайна поступают не только обмолоченное зерно, но и различные примеси, а также всевозможные представители фауны, находящиеся в данный момент на поле. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Food and Agriculture Organization» (FAO), на среднестатистический гектар земельных угодий приходится несколько сот граммов птиц, около двух килограммов грызунов, десятков килограммов млекопитающих и около трех центнеров насекомых [11]. Поэтому попадание в бункер комбайна вредителей – это скорее норма, чем исключение. Некоторые насекомые не наносят особого вреда собранному урожаю, но существуют и очень опасные их представители. К таковым можно отнести долгоносиков, зернового точильщика, зерновую моль, малого мучного хрущака, муко-

едов и клещей. Кроме того, в ворохе могут содержаться яйца вредителей, причем как снаружи зерновки (например, зернового точильщика), так и внутри (как это происходит с долгоносиками).

Наличие вредителей в любой форме их развития называют зараженностью данного вороха, при этом не учитывают мертвых особей и живых насекомых, не повреждающих зерно. Всех их относят к сорной примеси. ГОСТ 13586.4-83 предусматривает три степени зараженности по наличию вредителей в килограмме зерна [3]. Даже одна особь, обнаруженная в пробе, очень опасна, так как насекомые в благоприятных условиях развиваются очень быстро. Вредители не только уничтожают часть урожая, но и ухудшают его качество, загрязняют ворох продуктами своей жизнедеятельности, повышают вероятность самосогревания зерна.

Согласно информации, предоставленной аналитиками продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Food and Agriculture Organization», ежегодно насекомые уничтожают до 15% зерна в мире [11]. В России потери урожая пшеницы от деятельности вредителей составляют 9,3%. Исследованиями ученых Курганского филиала Россельхозцентра установлено, что зараженность семян патогенами в среднем составляет 30% [4]. Кроме того, вредители могут развиваться и в дальнейшем, на этапе послеуборочной обработки или хранения зерна. Находящиеся в бункерном ворохе вредители продолжают активную жизнедеятельность, снижая качественные показатели зерна. В процессе транспортирования урожая с полей в хозяйство насекомые вместе с зерном попадают в зерноочистительные агрегаты и хранилища, что приводит к увеличению зараженности оборудования и зерна.

Обработка бункерного вороха озоном позволяет уничтожить большую часть вредителей, предотвратить заражение зерна микрофлорой, способствует угнетению болезней, подавлению грибных инфекций, уменьшению содержания токсинов, снижению до минимума вредных воздействий грызунов и птиц. Установлено, что озонирование уничтожает амбарного и рисового долгоносика, мучного хрущака, зернового точильщика, суринамского мукоеда, малого мучного хрущака [1, 12]. Отмечено угнетение вредителей на всех стадиях развития насекомых (яйцо, личинка, куколка, имаго). Причем выявлено, что полный эффект от озонирования прослеживается через несколько дней после дезинфекции, особенно при малых концентрациях. При этом случаев возврата к жизни парализованных особей не отмечено.

Для гарантированного уничтожения основных вредителей зерна необходима обработка озоном концентрацией около $1,5 \text{ г/м}^3$ при длительности экспозиции около одного часа [12]. Стоит также заметить, что выжившие после озонирования насекомые практически не дают потомства. Обработка зерна озоном влияет на снижение активности анаэробных, мезофильных и прочих микроорганизмов. При этом озонирование разрушает плазму насекомых, что исключает даже теоретическую возможность возврата вредителей к жизни и продолжения репродуктивной функции. Кроме того, озон подавляет некоторые болезни, угнетает развитие грибных инфекций, снижает содержание токсинов в зерне, отпугивает грызунов и птиц, повышает урожайность зерновых культур при предпосевной обработке семян [8, 14, 15, 16].

Анализируя опубликованные сведения, можно прийти к заключению, что наличие вредителей в бункерном ворохе неизбежно, а озонирование эффективно дезинфицирует зерно. Однако в настоящее время убранный от комбайнов урожай доставляется в хозяйство без всякой обработки. При очистке зерна на зерноочистительных агрегатах вредителей удаляют из вороха только механическим способом. При этом взрослые особи могут свободно перемещаться, тем самым заражая не только сельскохозяйственную продукцию, но и специализированные здания и оборудование. Останавливать техноло-

гический процесс на зерноочистительных агрегатах для дезинфекции нецелесообразно, а озонировать зерно во время очистки неэффективно из-за очень маленького времени взаимодействия газа с объектом. Кроме того, необходимо учитывать, что озон ядовит, а сепараторы, как правило, имеют не замкнутые аспирационные системы, которые выбрасывают отработанный воздух непосредственно в рабочую зону человека. Поэтому считаем целесообразным проводить озонирование зерна на этапе его транспортировки.

Расчетное время в пути автотранспортного средства с грузом при его движении по асфальтированной сельской дороге со средней скоростью 50 км/ч до места разгрузки, находящегося на расстоянии 5–50 км, составляет 21–75 минут. Этого времени вполне достаточно для проведения первичной дезинфекции зерна непосредственно на ходу автомобиля или во время ожидания разгрузки в период уборки и массовой доставки зерна на элеваторы. Необходимо создавать в кузовах автопоезда условия, при которых невозможна жизнедеятельность вредителей и микрофлоры, а также снижается активность процесса дыхания зерна, что приводит к его самосогреванию и порче, то есть кузова зерновоза необходимо оснащать системой озонирования.

Современные грузовые автотранспортные средства, используемые для перевозки зерна, нельзя назвать зерновозами, потому что они никак не приспособлены для этого. Обычно это стандартный самосвал, кузов которого сверху закрывают тентом. Преимуществом использования данных зерновозов являются минимальные затраты средств на транспортировку, высокая маневренность автопоездов, позволяющая использовать их для подвоза зерна к любым приемным устройствам зерноочистительных агрегатов и складов, а также возможность трехсторонней самосвальной разгрузки. Недостатками данных транспортных средств являются длительный процесс закрытия кузова тентом и вероятность попадания в зерновой ворох посторонних предметов, примесей, влаги, вредителей из-за недостаточной герметичности кузова, что не позволяет создавать контролируемую среду внутри кузова для осуществления дезинфекции перевозимого продукта. В то же время, промышленность выпускает специализированные прицепы и автомобили, например рефрижераторы, молоковозы, муковозы.

В сельском хозяйстве грузовые автотранспортные средства чаще всего используются при транспортировке именно сельскохозяйственной продукции (хотя иногда грузовые автомобили применяют при перевозке почвы, навоза, песка и т. д.), поэтому производство специализированных зерновозов, которые обладали бы неоспоримыми преимуществами перед стандартными самосвалами, имеет достаточно перспективный рынок сбыта, тем более если учитывать тот факт, что модернизация достаточно проста. Кузов необходимо выполнить с закрывающимся посредством гидравлики верхом. Это значительно ускорит процесс загрузки и позволит герметизировать перевозимый продукт, предотвратив попадание в сырье посторонних предметов, воды и вредителей. При этом сохранится возможность загрузки зерновоза как из-под комбайна, так и из бункера-перегрузчика. Кузов зерновоза нужно оборудовать системой аэрации и дезинфекции перевозимого зерна озонированным воздухом.

В процессе озонирования газ можно получать прямо из воздуха, поэтому нет необходимости в его хранении и складировании. В связи с этим перспективным направлением является озонирование бункерного зерна в герметично закрытых кузовах грузовых автомобилей. Современное состояние озонных технологий уже сейчас позволяет выпускать озонатор, работающий от бортовой электрической сети автомобиля [7].

Известны стационарные станции озонирования зерна в кузовах зерновозов. Подобная технология применяется компанией Evozon. Станция озонирования позволяет производить обработку зерна в кузовах зерновозов перед разгрузкой.

Недостатками стационарной станции озонирования являются в первую очередь большие потери времени. Они связаны с необходимостью снятия тентов с кузовов, с установкой и удалением воздухопроводов. Данные операции выполняются вручную. Также недостатком данной схемы обработки является то, что дезинфекция зерна озонированным воздухом производится в открытом кузове. Это позволяет озону в концентрациях, превышающих предельно допустимые $0,1 \text{ мг/м}^3$, беспрепятственно попадать в зону работы человека. Кроме того, в открытый кузов может попадать влага и засорители из атмосферы. Работа данной станции невозможна в дождливую погоду. Следовательно, обработку озонированным воздухом больших партий зерна, перевозимых из хозяйств на элеваторы и хлебоприемные предприятия осенью, выполнить не получится.

Обработка бункерного вороха озонированным воздухом в герметично закрытых кузовах зерновоза исключает эти недостатки. Мобильную систему озонирования следует интегрировать в конструкцию транспортного средства. При этом работать комплекс должен от электроэнергии штатной электросети автомобиля. Подобная конструкция позволит проводить обработку зерна озоном во время движения зерновоза от места загрузки к пункту назначения.

Кузов должен быть выполнен герметичным, хотя полностью исключить попадание озона в атмосферу невозможно. Небольшие концентрации газа при выходе в атмосферу будут разлагаться до кислорода [10]. Для повышения эффективности распада остаточного озона необходимо установить катализаторы. Выгрузка материала из зерновозов должна осуществляться в автоматическом режиме. При этом комплекс необходимо оборудовать датчиками озона с системой сигнализации предельно допустимых концентраций газа.

Зерновоз состоит из кузова 1 (рис. 1), надставки 2, крыши 3 с гидроприводом открывания, системы озонирования 4, системы подачи рабочего газа 5, системы забора рециркуляционного потока рабочего газа 6. Надставка 2 (рис. 2) с открывающейся посредством гидропривода крышей 3 обеспечивают герметизацию перевозимого зерна.

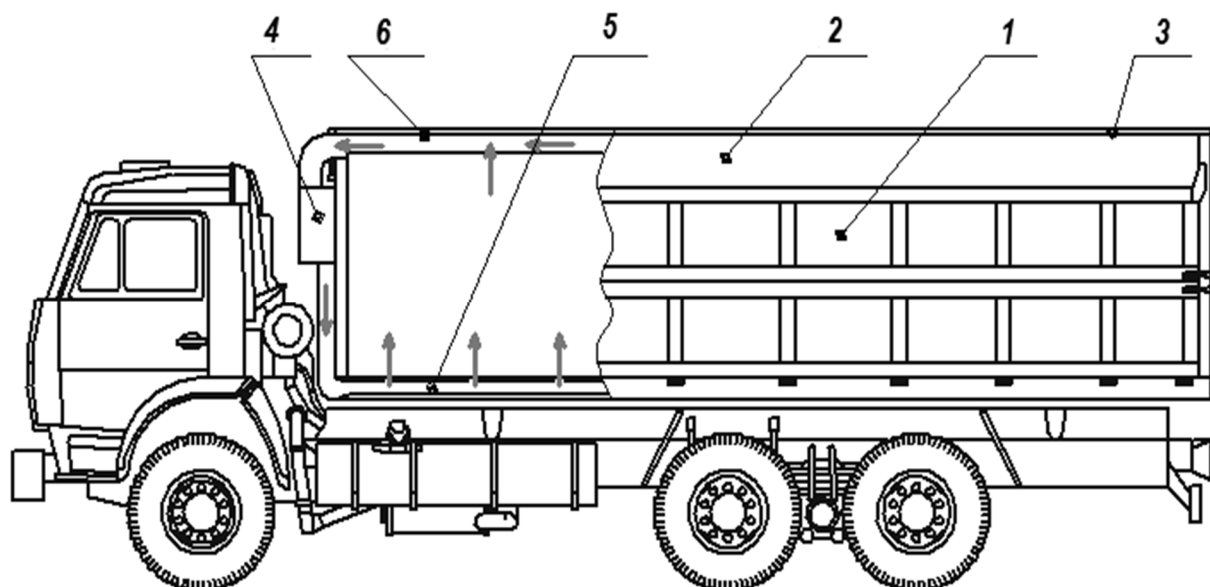


Рис. 1. Зерновоз, оборудованный системой озонирования:
1 – кузов; 2 – надставка кузова; 3 – крыша с гидроприводом открывания;
4 – система озонирования; 5 – система подачи рабочего газа в кузов;
6 – система забора рециркуляционного потока рабочего газа из кузова

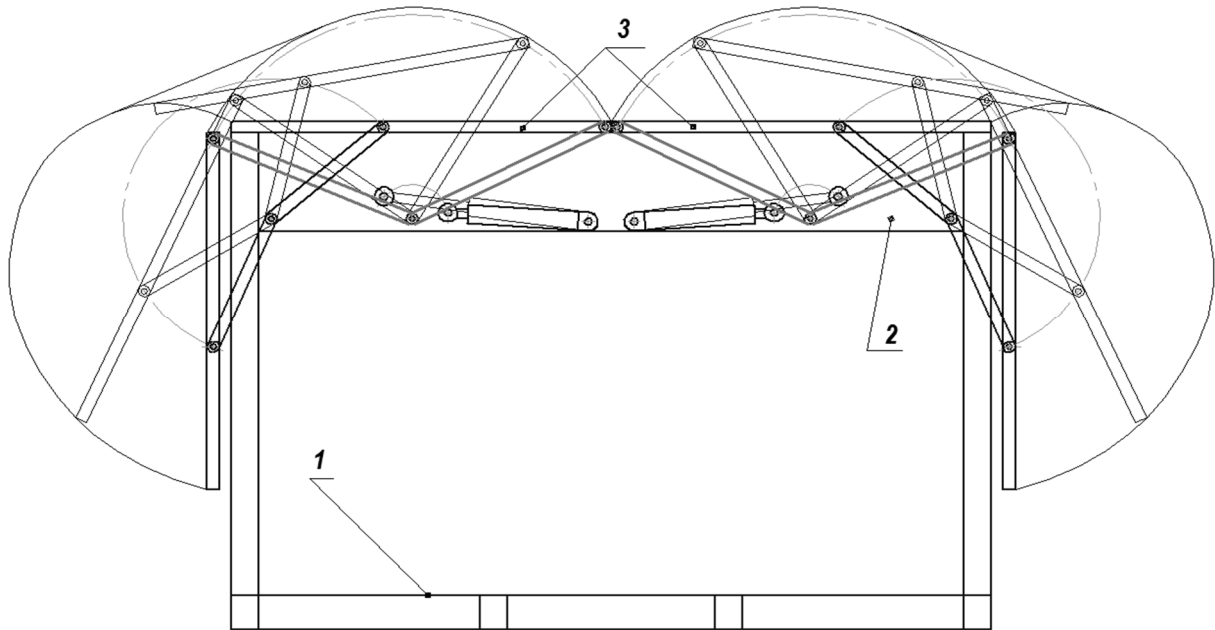


Рис. 2. Схема работы крыши кузова зерновоза с гидроприводом:
1 – кузов; 2 – надставка кузова; 3 – крыша с гидроприводом открывания

Кузов необходимо снабдить системой озонирования зерна (рис. 3) с автоматическим управлением.

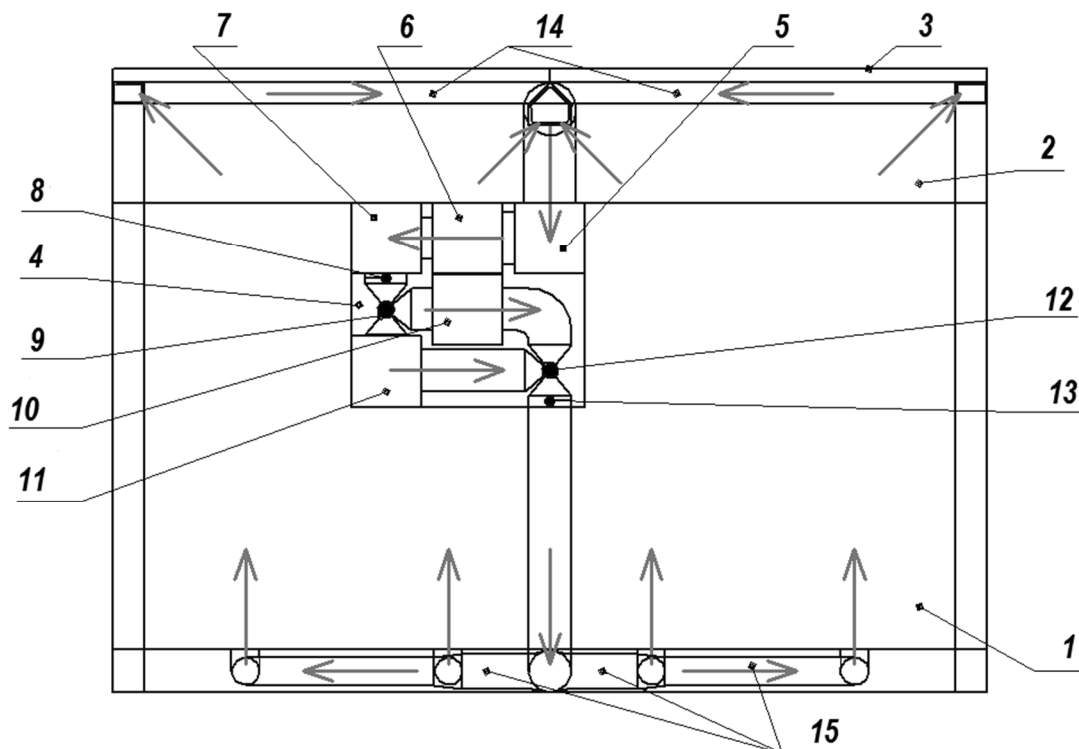


Рис. 3. Схема мобильной системы озонирования зерна в кузове зерновоза:
1 – кузов; 2 – надставка кузова; 3 – крыша с гидроприводом открывания; 4 – система озонирования; 5 – воздушный фильтр; 6 – напорно-вытяжной вентилятор; 7 – редуктор давления с возможностью отвода конденсата; 8 – датчик концентрации озона в поступающем из кузова рециркуляционном потоке; 9 – трехходовой кран; 10 – озонатор; 11 – деструктор озона; 12 – трехходовой кран; 13 – датчик концентрации озона в подаваемом в кузов рабочем газе; 14 – система забора рециркуляционного потока рабочего газа из кузова; 15 – система подачи рабочего газа в кузов

Основные структурные элементы системы озонирования зерна и их назначение:

- встроенная в надставку 2 (рис. 2) система забора озоно-воздушной смеси из кузова 14 (рис. 3) необходима для всасывания озоно-воздушной смеси из верхней части кузова и возврата ее в процесс;
- воздушный фильтр 5 (рис. 3) предназначен для удаления из рабочего газа мелких примесей и обеспечения подачи в систему чистого воздуха, что является необходимым условием стабильной работы озонатора;
- напорно-вытяжной вентилятор 6 (рис. 3) обеспечивает циркуляцию воздуха через межзерновое пространство в кузове и через систему озонирования;
- редуктор давления с возможностью отвода конденсата 7 (рис. 3) поддерживает в системе заданное рабочее давление и отводит лишнюю влагу из воздуха, подаваемого в озонатор, что также является обязательным условием его бесперебойной работы;
- датчики 8 и 13 (рис. 3) необходимы для регистрации уровня газа в рециркуляционном потоке, что позволяет определять то количество озона, которое необходимо выработать озонатору;
- трехходовые краны 9 и 12 (рис. 3) необходимы для перераспределения потока рабочего газа. Они установлены перед парой озонатор – деструктор и после нее по ходу движения озоно-воздушной смеси. Эти краны в паре определяют режим работы системы. Если рециркуляционный поток направляется через озонатор 10, то система работает на увеличение и поддержание концентрации озона. Если же рабочий газ направляется через деструктор 11, происходит разложение озона, оставшегося после обработки находящегося в кузове зерна;
- система распределения рабочего газа предназначена для рассредоточения озонированного воздуха по объему кузова, находится на дне кузова. Задача системы распределения рабочего газа состоит в создании одинаковых условий обработки всего перевозимого зерна.

Перед загрузкой кузова 1 (рис. 4) крыша 3 надставки 2 переводится из горизонтального – закрытого положения в открытое, перемещаясь к боковым бортам. После этого производится загрузка зерновоза из бункера зерноуборочного комбайна. Далее крыша 3 закрывается, герметизируя кузов. Начинается процесс транспортирования зерна с одновременной обработкой озоно-воздушным потоком. Система имеет два режима работы.

Первый режим – «озонирование». Воздух или озоно-воздушная смесь из загруженного зерном, герметично закрытого крышей 3 (рис. 3) кузова 1, через систему забора 14 поступает в систему озонирования 4. Пройдя через фильтр 5, напорно-вытяжной вентилятор 6 и редуктор давления 7, датчик 8 и трехходовой кран 9, рабочий газ направляется в озонатор 10. Учитывая текущие показания датчиков 8 и 13, комплекс автоматического управления определяет, какое количество озона необходимо вырабатывать озонатору 10, чтобы привести его концентрацию к требуемому для обработки значению. Далее озоно-воздушная смесь через трехходовой кран 12, датчик 13 и систему распределения рабочего газа 15 подается в кузов для обработки перевозимого зерна.

Второй режим работы системы – «разгрузка». В этом случае трехходовые краны 9 (рис. 3) и 12 направляют рециркуляционный поток рабочего газа, нагнетаемый вентилятором 6 через деструктор 11 для разложения остаточного озона. Вентиляция перевозимого зерна происходит до тех пор, пока система автоматического управления благодаря датчикам 8 и 13 не зарегистрирует снижение концентрации озона до предельно допустимого значения 0,1 мг/м³. После этого можно производить разгрузку кузовов автопоезда-зерновоза.

Таким образом, озонирование позволит провести процедуру обеззараживания от неизбежно находящихся в ворохе вредителей и патогенов в процессе транспортирования урожая с полей в хозяйство.

Заключение

Насекомые вредители вместе с зерном попадают в зерноочистительные агрегаты и хранилища, что приводит к увеличению зараженности оборудования и зерна. Использование стандартных самосвалов при транспортировке зерна приводит к доставке вредителей с поля, снижая качественные показатели вороха. Деятельность патогенов приводит к потере значительного объема выращенного урожая.

Наиболее целесообразно первичную обработку озоном бункерного вороха проводить непосредственно в кузове. На первом этапе можно проводить озонирование в переоборудованных стандартных автомобилях.

В перспективе необходимо наладить выпуск специализированных зерновозов, оборудованных системой дезинфекции, причем как автомобильные, так и железнодорожные варианты. Для этого нужно разработать технологию обработки зерна озоном и модернизировать современное оборудование, обеспечив требуемую безопасность проведения операции.

Процесс озонирования необходимо автоматизировать, минимизировать выброс опасного газа в атмосферу, установить датчики превышения предельно допустимой концентрации вещества в рабочей зоне.

Библиографический список

1. Авдеева В.Н. Применение экологических методов подавления патогенной микрофлоры зерна озимой пшеницы при хранении : дис ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / В.Н. Авдеева. – Ставрополь, 2009. – 141 с.
2. Горский И.В. Обработка семян пшеницы озонированным воздухом : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / И.В. Горский. – Москва, 2004. – 202 с.
3. ГОСТ 13586.4-83. Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями. ОКСТУ 9709. – Введ. 1984-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.
4. Защита зерновых культур от болезней : монография / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.
5. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК / Д.А. Нормов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 86–89.
6. Огнев В.Н. Применение экологически безопасных способов предпосевной обработки семян для защиты ярового ячменя против корневых гнилей / В.Н. Огнев, Л.В. Корепанова // Научный потенциал – аграрному производству : матер. Всероссийской науч.-практ. конф. (Ижевск, 26–29 февраля 2008 г.). – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – Т. I. – С. 172–176.
7. Озон Пром-Тех [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ozonpromtech.ru/> (дата обращения: 10.01.2019).
8. Озонирование семенного материала – резерв повышения урожайности зерновых культур / И.В. Баскаков и др. // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (г. Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10–16.
9. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве / И.В. Баскаков и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 120–126.

10. Проблемы использования процесса озонирования в сельском хозяйстве / И.В. Баскаков и др. // Современные научно-практические решения в АПК : матер. международной науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 6–7 июня 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 41–46.
11. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций – Food and Agriculture Organization [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/home/ru/> (дата обращения: 12.02.2019).
12. Саеид Е.К.М. Биологическая активность озона как средства дезинсекции хранящегося зерна : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Е.К.М. Саеид. – Москва, 2004. – 134 с.
13. Шестерин И.В. Влияние озона и протравителей на посевные качества и оздоровление яровой пшеницы : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05; 06.01.11 / И.В. Шестерин. – Саратов, 2004. – 148 с.
14. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado / A.F. Rozado, L.R.A. Faroni, W.M.I. Urruchi, R.N.C. Guedes, J.L. Paes // Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. – 2008. – Vol. 12. – Pp. 282–285. DOI: 10.1590/s1415-43662008000300009.
15. Comparison of the effects of ozone, UV and combined ozone/UV treatment on the color and microbial counts of wheat flour / S. Beszédes, Z. László et al // Ozone: Science and Engineering. – 2008. – Vol. 30, No. 6. – Pp. 413–417.
16. Influence of corn grain mass temperature on ozone toxicity to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and quality of oil extracted from ozonized grains / L.R.A. Faroni, A.M. Pereira, A.H. Sousa, M.T.C. Silva, W.I. Urruchi // IOA Conference and Exhibition Proceedings (Valência, Espanha, 2007). – Valência : IOA, 2007. – Vol. 1. – Pp. 1–6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Васильевич Баскаков – 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: vasich2@yandex.ru.

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

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.

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.

Дата поступления в редакцию 06.05.2019

Дата принятия к печати 10.06.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan V. Baskakov, 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: vasich2@yandex.ru.

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

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.

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.

Received May 06, 2019

Accepted June 10, 2019

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ГОФРОЩЕТОЧНОГО ОЧИСТИТЕЛЯ

**Владислав Викторович Карпов¹
Вячеслав Анатольевич Гулевский²**

¹Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Подготовка корнеплодов к скармливанию улучшает их поедаемость и усвояемость, увеличивает продуктивность животных, сокращает расход кормов. Именно поэтому подготовке кормовых корнеплодов к скармливанию в хозяйствах должно уделяться самое пристальное внимание. Обычно для этих целей используют корнеклубнемойки со значительным потреблением воды. Авторами разработана щеточная машина для механической очистки кормовых корнеплодов от загрязнений без использования воды, с рабочими органами в форме гофрощеточных барабанов, усовершенствованной конструкции. В гофрощеточном очистителе кормовых корнеплодов основу конструкции щеточных барабанов составляют опорные диски с эллиптическими утолщениями на них. Опорные диски устанавливаются с определенным шагом по длине барабана, между ними шарнирно закрепляется гофрированный щеточный ворс. Благодаря такой конструкции барабанов корнеплоды практически всех типоразмеров и массы в процессе очистки обрабатываются щеточным ворсом и не проваливаются. За счет дополнительного динамического воздействия опорных дисков с утолщениями и трения кормовых корнеплодов о гофрощеточный ворс обеспечивается более активный динамический контакт кормовых корнеплодов с рабочими органами по сравнению с существующими механическими сепараторами щеточного типа. Сепарация отделенной с поверхности корнеплодов почвы через зазоры между щеточными барабанами происходит более качественно. Проведенные эксперименты показали, что использование гофрощеточного очистителя с усовершенствованной конструкцией рабочих органов снижает потери кормовых корнеплодов при очистке на 3–10% в сравнении с известными щеточными очистителями с рабочими органами комбинированного типа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: потери, кормовые корнеплоды, опорные диски, рабочие органы, гофрощеточный очиститель.

REDUCTION IN LOSSES OF FEEDING ROOT CROPS IN THE OPERATING VOLUME OF CORRUGATED BRUSH CLEANER

**Vladislav V. Karpov¹
Vyacheslav A. Gulevsky²**

¹Luhansk Taras Shevchenko National University

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Staple root crops preparation for feeding improves palatability and digestibility, increases the productivity of animals, and reduces feed consumption. That's why greater focus should be placed on preparation of fodder roots for feeding in farms. Usually for these purposes in different farms and agricultural enterprises specialists use various root washing machines with significant water consumption. The authors have developed brushing machine for mechanical treatment of staple root crops from impurities without the use of water, the working bodies of which are made in the form of corrugated brushing cylinder. In corrugated brush cleaner of feeding root crops brushing cylinder is designed on the basis of mounting disks with elliptical thickening. The mounting discs are set in steps along the length of the cylinder, and between mounting discs corrugated brushing bristles are pivotally hinged. By this arrangement of the cylinder root crops of almost all dimension size and weight are treated with brushing bristles in the cleaning process and do not sink. Due to the additional dynamic effect of the mounting disks with elliptical thickening and roots friction on corrugated brushing bristles there arises better dynamic contact of root crops with working elements in comparison with the existing mechanical brushing separators. The quality of removing of the soil separated from the surface of the root crops through the gaps between the brushing cylinders is better. The experiments have shown that the use of corrugated brush cleaner with the improved design of working elements reduces the loss of roots during cleaning by 3–10% in comparison with the existing brushing cleaners with working bodies of the combined type.

KEYWORDS: losses, feeding root crops, mounting disks, working bodies, corrugated brush cleaner.

В Российской Федерации кормовые корнеклубнеплоды являются неотъемлемой частью кормовых рационов для большинства сельскохозяйственных животных. Доля кормовой свеклы как молокогонного корма в суточном рационе коров может достигать 1–1,5 кг на каждый килограмм молока, но не более 40 кг в сутки, а сахарной свеклы – 0,5–0,8 кг, но не более 14 кг. Однако запасы кормовых корнеклубнеплодов на ферме, как правило, ограничены [6, 8].

Кормовые корнеклубнеплоды, поступающие на животноводческие фермы, в технологические линии кормоцехов или на мобильные кормоприготовительные агрегаты, всегда загрязнены землей, песком, разными посторонними примесями и представляют собой неоднородную массу в виде вороха [10, 11]. Они могут подаваться непосредственно с поля в период уборки или из мест хранения (бурты, траншеи, бетонные ямы, хранилища). Наиболее трудноотделимыми считаются связанные с поверхностями корнеплодов налипшие почвенные отдельности.

Исходная загрязненность корнеклубнеплодов после уборки может достигать 10–15% и более. ГОСТ 28736-90 устанавливает допустимый процент загрязненности кормовых корнеклубнеплодов после очистки – она должна быть не более 3% [2].

На крупных животноводческих комплексах и фермах сооружаются кормоцеха, в составе оборудования которых предусмотрены различные корнеклубнемойки со значительным потреблением воды.

К машинам по обработке кормовых корнеплодов предъявляют следующие требования [6, 10]:

- высокое качество очистки продуктов при относительно малом расходе энергии;
- универсальность в отношении обработки различных видов и сортов кормовых корнеплодов;
- отсутствие потерь и порчи продукта рабочими органами машин и т. д.

Отличительной особенностью и несомненным преимуществом большинства механических очистителей со щеточными рабочими органами является то, что наряду с разделением корнеклубнеплодного вороха на отдельные компоненты (сепарированием) по разнице масс, плотности, размерам и коэффициентам трения они позволяют также посредством щеточных элементов копировать поверхности корнеклубнеплодов и очищать самую трудноотделимую фракцию – налипшие на них почвенные отдельности и остатки ботвы.

Общим недостатком механических очистителей щеточного типа при разделении корнеклубнеплодного вороха по разнице масс, плотности и размерам является малая жесткость щеточного ворса и, как следствие, определенный процент неправильно отделившейся основной фракции, т. е. потери (утраты) части корнеклубнеплодов в процессе очистки на очистительном устройстве. Учитывая вышеизложенное, авторы провели исследование с целью анализа причин потерь кормовых корнеплодов при очистке в рабочем объеме гофрощеточного очистителя. В круг задач исследования входило определение факторов, влияющих на неправильное разделение корнеклубнеплодного вороха, а также поиск технического решения, позволяющего снизить процент потерь корнеплодов в процессе их очистки или исключить их вовсе.

Авторами разработана щеточная машина для механической очистки кормовых корнеплодов от загрязнений без использования воды, с рабочими органами в форме гофрощеточных барабанов (рис. 1), отвечающая большинству вышеуказанных требований [3, 4].

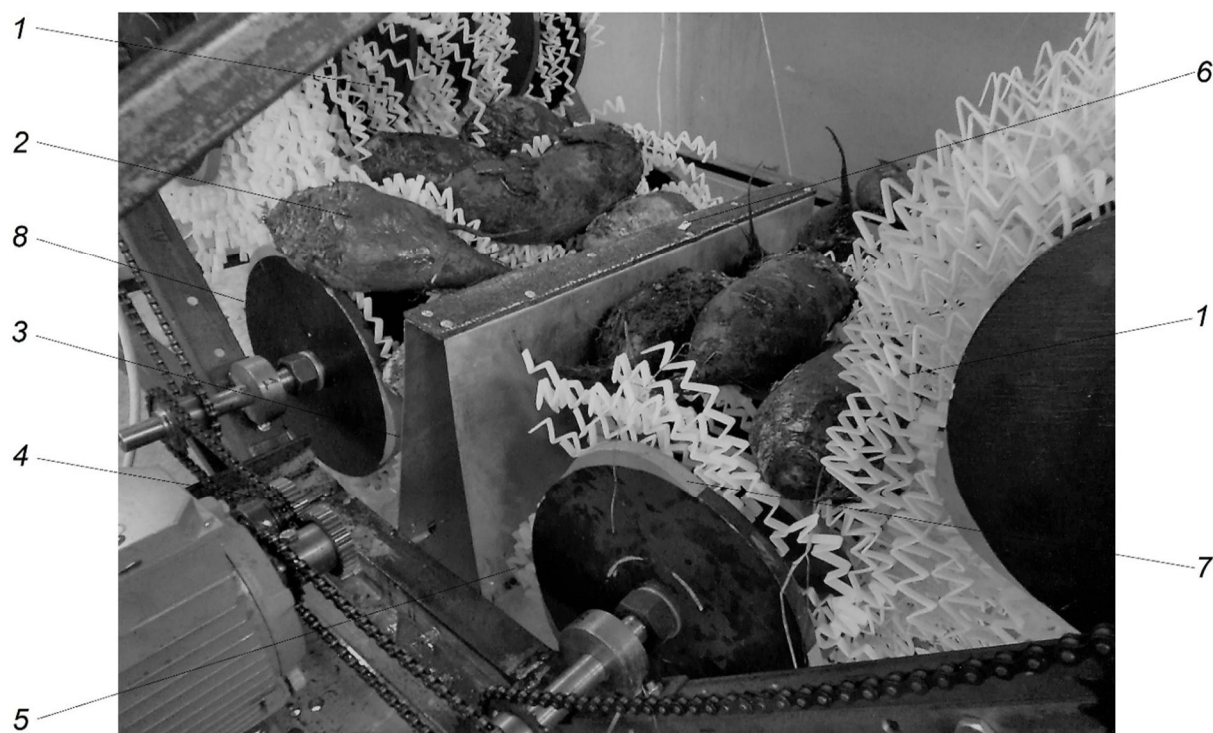


Рис. 1. Рабочий объем гофрощеточного очистителя кормовых корнеплодов:
 1 – верхний гофрощеточный барабан; 2 – обрабатываемые корнеплоды;
 3 – зазор между опорным диском нижнего левого (по ходу движения корнеплодов) гофрощеточного барабана и регулируемой заслонкой; 4 – привод; 5 – зазор между нижним правым гофрощеточным барабаном и регулируемой заслонкой;
 6 – регулируемая заслонка; 7 – эллиптические утолщения опорных дисков гофрощеточных барабанов; 8 – нижний гофрощеточный барабан

Рекомендуемая область использования разработанного авторами очистителя – в составе технологических линий кормоприготовительных цехов или непосредственно на животноводческих фермах. Основу гофрощеточного очистителя кормовых корнеплодов составляют попарно установленные рабочие органы в виде цилиндрических вращающихся щеточных барабанов 1, 8 и регулируемой направляющей заслонки 6 между ними (рис. 1). Щеточные барабаны установлены на подвижной раме очистителя и вместе с направляющей заслонкой между ними образуют камеру переменного сечения (рабочий объем) вдоль по направлению движения корнеплодов. Наклон подвижной рамы, вместе со щеточными барабанами и заслонкой, устанавливаются в зависимости от заданной производительности очистителя и загрязненности обрабатываемых корнеплодов. Частоту вращения барабанов регулируют в зависимости от размеров, формы и степени загрязненности корнеклубнеплодного вороха. Следует также отметить, что вращение щеточных барабанов осуществляется в направлении от середины (центральной оси симметрии очистителя) к краям, что позволяет организовать два разнонаправленных контура очистки, вдоль которых послойно будут перемещаться объекты очистки, т. е. двигаться они будут по циклоиде. Это в 3–5 раз увеличивает путь их перемещения в рабочем объеме очистителя, что, несомненно, повышает общий эффект очистки [3, 4].

Перед началом работы важно установить технологические регулировки, соответствующие конкретным условиям очистки и соотношению камни – почва – корнеклубнеплоды в подаваемом на очистку ворохе. Регулированием направляющей заслонки устанавливают необходимую величину зазора между барабанами. Отделенная почва, камни, мелкий сыпучий грунт и растительные остатки просеиваются вниз сквозь гофрощеточный ворс и через технологические зазоры между барабанами и направляющей заслонкой выводятся за пределы очистителя.

Размерно-массовые характеристики кормовых корнеплодов варьируют в очень широких пределах даже одного сорта (например, диаметр корнеплодов кормовой свеклы сорта Эккендорфский желтый после их ручной уборки в 2018 г. в самой широкой части колебался от 0,03 до 0,15 м, а масса корнеплодов составляла от 0,01 до 4,0 кг и более). Это приводит к тому, что более легкие корнеплоды, совершая сложное движение, перемещаются щеткой, одновременно очищаясь, по направлению к выгрузному лотку, а корнеплоды с большей массой прогибают щетину щетки настолько, что могут провалиться через образовавшийся зазор между направляющей заслонкой и щеточным барабаном. При этом снижается полнота отделения корнеплодов и эффективность очистки и разделения вороха в целом. Для большинства известных щеточных очистителей ситуация аналогичная. Например, в щеточном устройстве для отделения камней комбайна «Люни» (Германия) используются две пары вращающихся навстречу друг другу цилиндрических щеток, установленных с определенным зазором между собой. Из-за ошибок в разделении вороха, сложности точного регулирования зазора между щетками в мобильной машине и нерассортированности потока камней и клубней, поступающих в рабочий орган, потери клубней по массе составили от 2,9 до 31,7% [9]. В известном отделителе корнеклубнеплодов от камней и комков транспортерно-щеточного типа (авторы Б.И. Максимов, А.И. Кожеурова) в зависимости от состава массы, поступающей на отделитель, и режимов работы установки ошибка отделения корнеклубнеплодов составила от 12 до 23% [5].

С целью минимизации потерь корнеплодов средней и крупной фракции в процессе очистки в рабочем объеме гофрощеточного очистителя авторы усовершенствовали конструкцию щеточных барабанов, основа которых дополнена прорезиненными опорными дисками с эллиптическими утолщениями на них. Опорные диски устанавливаются с определенным шагом по длине барабана, между ними шарнирно закрепляется гофрированный щеточный ворс (рис. 1). Благодаря такой конструкции барабанов корнеплоды практически всех типоразмеров и массы в процессе очистки обрабатываются щеточным ворсом и не проваливаются.

Дополнительное динамическое воздействие опорных дисков с эллиптическими утолщениями на них и трение кормовых корнеплодов о гофрощеточный ворс, диски и обрешеченную направляющую заслонку обеспечивают более активный контакт кормовых корнеклубнеплодов с рабочими органами очистителя. За счет этого связанная с кормовыми корнеплодами почва более полно переходит в разряд свободной и вместе с другими загрязнениями просеивается в технологические зазоры между щеточными барабанами и направляющей заслонкой.

Для определения значимых факторов, влияющих на величину потерь корнеплодов в процессе их очистки в рабочем объеме гофрощеточного очистителя, были проведены соответствующие эксперименты. Выбранные для исследования факторы и интервалы их варьирования [1, 5] представлены в таблице 1.

Таблица 1. Выбранные для исследования факторы и интервалы их варьирования

Наименование факторов	Обозначение факторов	Единицы измерения	Интервалы варьирования
Частота вращения гофрощеточных барабанов	X1	c ⁻¹	10,46–20,93
Диаметр гофрощеточных барабанов	X2	м	0,4–0,6
Длина очистителя	X3	м	0,5–1,5
Высота эллиптических утолщений на опорных дисках	X4	м	0–0,02
Зазор между нижними гофрощеточными барабанами и заслонкой	X5	м	0–0,05
Угол наклона очистителя к горизонту	X6	°град	6–12
Угол подъема верхних гофрощеточных барабанов	X7	°град	30–60

Матрица планирования отсеивающих экспериментов, построенная перед проведением опытов, представлена в таблице 2.

Таблица 2. Планирование отсеивающих экспериментов в среде Statistica

План п/п	План 2 ^{**} (7-4) Матрица планирования отсеивающих экспериментов. sta							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y3
1	10,46	0,4	0,5	0,02	0,05	12,00	30,00	3,433
2	20,93	0,4	0,5	0,00	0,00	12,00	60,00	1,987
3	10,46	0,6	0,5	0,00	0,05	6,00	60,00	8,134
4	20,93	0,6	0,5	0,02	0,00	6,00	30,00	4,855
5	10,46	0,4	1,5	0,02	0,00	6,00	60,00	6,249
6	20,93	0,4	1,5	0,00	0,05	6,00	30,00	8,752
7	10,46	0,6	1,5	0,00	0,00	12,00	30,00	6,981
8	20,93	0,6	1,5	0,02	0,05	12,00	60,00	7,192

При проведении опытов использовалась кормовая свекла сорта Эккендорфский желтый после ручной уборки в 2018 г. Общая начальная загрязненность почвенными примесями составила 9–13%, влажность связанных примесей – 14–16%, загрязненность растительными примесями – до 3%.

Функция потерь корнеплодов при очистке Y3 в таблице 2 является средним значением из четырех повторностей при реализации матрицы планирования отсеивающих экспериментов. Для проведения отсеивающих экспериментов и выделения существенных эффектов факторов были выбраны насыщенные планы Плакетта и Бермана, вся информация в которых используется для оценки параметров, не оставляя степеней свободы для оценки эффекта ошибок дисперсионного анализа. Выбранные планы представляют собой двухуровневые планы, образованные методом циклических сдвигов, в которых число опытов равно числу исследуемых эффектов [1], что позволяет оценить изменчивость случайных эффектов и тестировать оценки параметров на статистическую значимость.

Полученные экспериментальные данные в отсеивающих экспериментах обрабатывались с помощью прикладной программы STATISTICA версия 6.1. Результаты обработки экспериментальных данных для зависимой переменной Y3 (потери корнеплодов при очистке, %) представлены в виде диаграммы эффектов факторов (рис. 2).

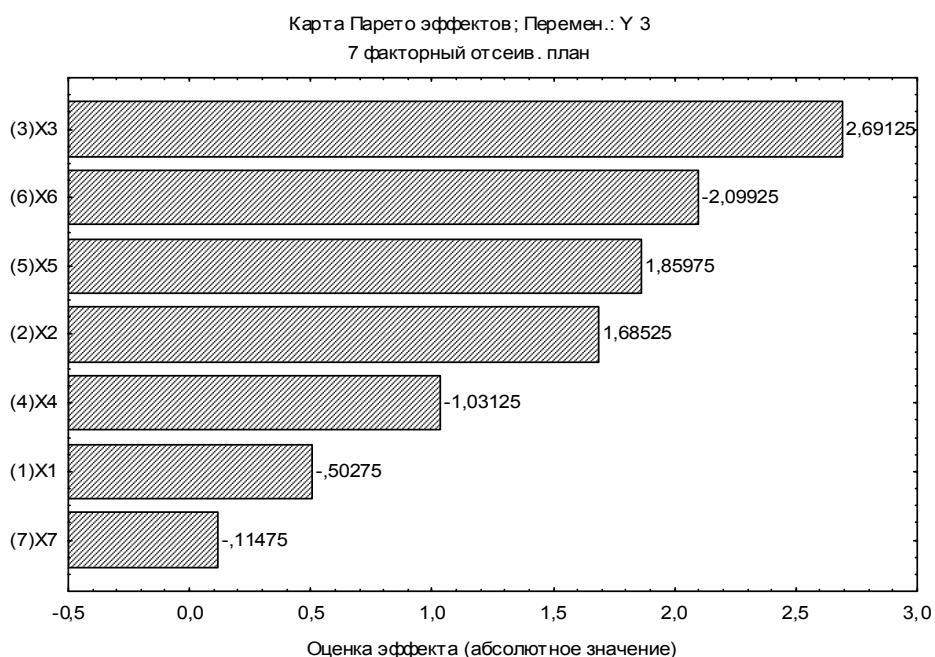


Рис. 2. Диаграмма эффектов факторов, влияющих на потери корнеплодов при очистке Y3, %

Результаты экспериментов показали, что на величину потерь корнеплодов при очистке Y_3 в наибольшей степени влияют длина гофрощеточных барабанов (X_3), угол наклона очистителя к горизонту (X_6), зазор между гофрощеточными барабанами и заслонкой (X_5) и диаметр гофрощеточных барабанов (X_2) (рис. 2). Факторы X_1 и X_7 (соответственно частота вращения гофрощеточных барабанов и угол подъема боковых барабанов) существенного влияния на величину потерь не оказывают.

Экспериментальные исследования также показали, что на всех режимах работы устройства при увеличении зазора между щеточными барабанами и заслонкой, наряду с повышением количества отделяемых свободных примесей (камни, комки, мелкий грунт, черешки ботвы), довольно интенсивно возрастает количество неправильно отделившихся (провалившихся) корнеплодов, т. е. возрастают потери очищаемых корнеплодов (рис. 3).

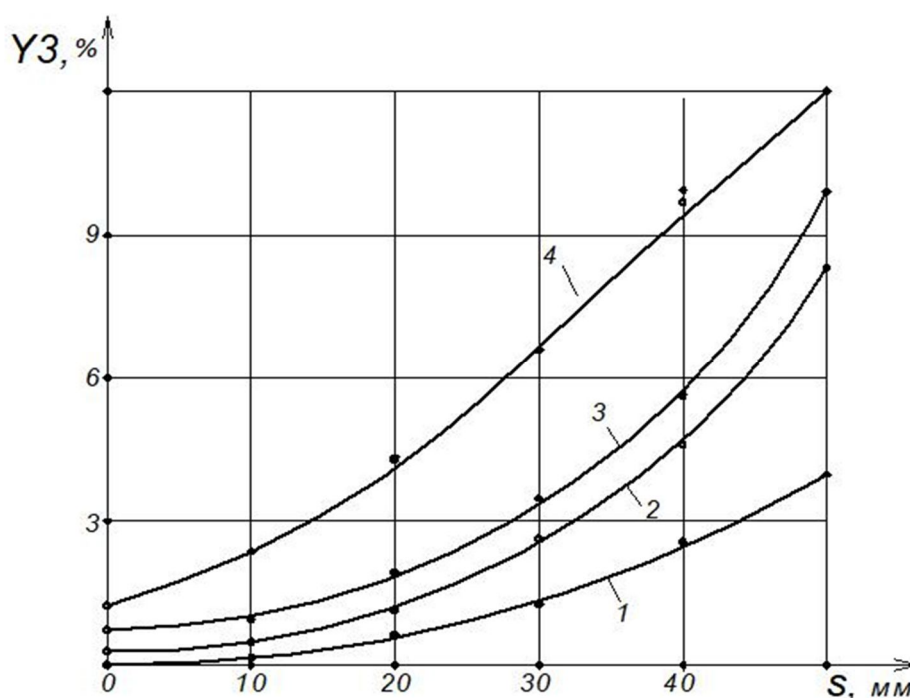


Рис. 3. Зависимость потерь корнеплодов Y_3 при очистке от величины зазора S :

1 – $\gamma = 10^\circ$, $\omega = 20,93 \text{ с}^{-1}$; 2 – $\gamma = 6^\circ$, $\omega = 20,93 \text{ с}^{-1}$;
3 – $\gamma = 10^\circ$, $\omega = 10,46 \text{ с}^{-1}$; 4 – $\gamma = 6^\circ$, $\omega = 10,46 \text{ с}^{-1}$

Необходимо также отметить, что показатель эффективности очистки с ростом зазора между гофрощеточными барабанами и регулируемой заслонкой меняется незначительно, изменения диаметра опорных дисков и шага их размещения по длине гофрощеточных барабанов также незначительно влияют на эффективность очистки корнеплодов от налипших примесей. Однако с увеличением диаметра опорных дисков с 200 до 300 мм и уменьшением шага их размещения на валах барабанов со 160 до 80 мм потери корнеплодов средней и крупной фракции при очистке уменьшаются на 3–10%.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что рациональная величина зазора между гофрощеточными барабанами и заслонкой не должна превышать 30 мм, количество эллиптических утолщений на одном опорном диске – не более 4 шт., диаметр опорных дисков – не более 300 мм, высота эллиптических утолщений на диске – не более 20 мм, шаг размещения опорных дисков по длине барабана – не более 80–100 мм.

Выводы

1. При разделении корнеклубнеплодного вороха по разнице масс, плотности и размерам существующие устройства щеточного типа не могут полностью отделить кормовые корнеклубнеплоды от камней, комков почвы и других примесей из-за малой жесткости щеточного ворса, следствием чего является определенный процент неправильно отделившейся основной фракции, т. е. потеря части корнеклубнеплодов в процессе очистки на очистительном устройстве.

2. Предлагаемая авторами конструкция щеточных барабанов очистителя, основу которых составляют прорезиненные опорные диски, между которыми шарнирно закреплен гофрированный щеточный ворс, имеет преимущества в сравнении с существующими аналогичными устройствами, так как корнеплоды практически всех типов и размеров и массы в процессе очистки более тщательно обрабатываются щеточным ворсом и при этом не проваливаются в технологические зазоры.

3. Вращающиеся опорные диски с эллиптическими утолщениями создают дополнительное динамическое воздействие на обрабатываемые корнеплоды, перемещая их в радиальном направлении. За счет дополнительного динамического воздействия дисков с утолщениями и трения кормовых корнеплодов о гофрощеточный ворс, диски и обрезиненную направляющую заслонку, обеспечивается более активный (по сравнению с существующими механическими сепараторами щеточного типа) динамический контакт кормовых корнеплодов с рабочими органами, благодаря чему связанная с корнеклубнеплодами почва полнее переходит в разряд свободной и вместе с другими загрязнителями просеивается через зазоры между щеточными барабанами.

4. Выявлены рациональные конструктивные параметры щеточных барабанов, снижающие процент потерь кормовых корнеплодов при обработке в рабочем объеме гофрощеточного очистителя, а именно:

- величина зазора между гофрощеточными барабанами и заслонкой – не более 30 мм;
- диаметр опорных дисков – не более 300 мм;
- шаг их размещения по длине барабана – не более 80–100 мм;
- количество эллиптических утолщений на одном опорном диске – не более 4 шт.;
- высота эллиптических утолщений на диске – не более 20 мм.

5. Проведенные эксперименты показали, что использование гофрощеточного очистителя с усовершенствованной конструкцией рабочих органов снижает потери кормовых корнеплодов при очистке на 3–10% в сравнении с известными щеточными очистителями с рабочими органами комбинированного типа вследствие дополнительного динамического воздействия на кормовые корнеплоды средней и крупной фракции.

Библиографический список

1. Адлер Ю.И. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.И. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – Москва : Наука, 1976. – 279 с.
2. ГОСТ 28736-90. Корнеплоды кормовые. Технические условия. – Введ. 1991–05–01. – Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 6 с.
3. Карпов В.В. Анализ взаимодействия рабочих органов гофрощеточных барабанов очистителя кормовых корнеплодов с объектами очистки / В.В. Карпов, В.А. Гулевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (53). – С. 121–128.
4. Карпов В.В. Исследование повреждаемости кормовых корнеплодов рабочими органами гофрощеточного очистителя / В.В. Карпов, В.А. Гулевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 91–97.
5. Максимов Б.И. Исследование процесса отделения клубней картофеля от камней и почвенных комков на отделителе транспортерно-щеточного типа / Б.И. Максимов, А.И. Кажеева // Труды ВИСХОМ. – Москва : ВИСХОМ, 1972. – Т. 73. – С. 19–38.
6. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба и др. – Москва : Машиностроение, 1999. – С. 262–265.
7. Найданов С.А. Исследование процесса сухой очистки корней сахарной свеклы / С.А. Найданов, В.А. Пучков // Сборник научных трудов ВИМ. – Москва : Изд-во ВИМ, 1983. – Т. 98. – С. 8–29.
8. Новым технологиям – современные машины : науч.-практ. руководство / В.А. Корчагин и др. – Самара : Самарский НИИСХ; ООО «Сызраньсельмаш», 2007. – 108 с.
9. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – Москва : Машиностроение, 1984. – С. 205–213.
10. Федоренко И.Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве / И.Я. Федоренко, В.В. Садов. – Москва : Лань, 2012. – 304 с.
11. Фролов В. Машины и технологии в молочном животноводстве : учебник для вузов / В. Фролов, Д. Сысоев, С. Сидоренко. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 308 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владислав Викторович Карпов – доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, охраны труда и гражданской защиты ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», ЛНР, г. Луганск, e-mail: vip_belyy@mail.ru.

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.

Дата поступления в редакцию 01.04.2019

Дата принятия к печати 10.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladislav V. Karpov, Docent, the Dept. of Health & Safety, Labor Protection and Civil Defense, Luhansk Taras Shevchenko National University, Luhansk Peoples' Republic, Luhansk, e-mail: vip_belyy@mail.ru.

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.

Received April 01, 2019

Accepted May 10, 2019

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ГИДРОМЕХАНИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Борис Михайлович Кумицкий¹
Наталья Александровна Саврасова²
Дмитрий Николаевич Афоничев³

¹Воронежский государственный технический университет

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

³Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Программы социального развития, принятые во всех субъектах РФ, а также продолжение взятого курса на рост сельскохозяйственного производства ставят задачи научного подхода к развитию централизованного водоснабжения села. Одними из главных составляющих централизованной системы водоснабжения являются различного рода резервуары, регулирующие запасы питьевой и технической воды, а также емкости очистных сооружений. Эффективность работы указанных объектов характеризуется такими гидромеханическими параметрами, как скорость и время опорожнения, а также объемный расход, которые в свою очередь зависят от геометрии емкости. Целью проведенных исследований являлось установление связей между физическим содержанием процесса опорожнения резервуара и его геометрической формой. В качестве объекта исследования выбраны сосуды, поверхность которых образована вращением кривой второго порядка, в частности имеющей форму параболоида вращения. Решение данной задачи проводится в рамках разработанной гидродинамической модели, в основе которой лежит представление о движении частицы идеальной жидкости по искривленной трубке тока, являющейся составной частью потока. Показано, что свободная поверхность при истечении жидкости из сосудов такой геометрии деформируется («прогибается»), подобно воронке выпуска из-за неравномерного распределения по поверхности осевой составляющей скорости течения. Получено уравнение свободной поверхности. Установлено, что пристеночная граница свободной поверхности снижается с постоянной скоростью в процессе истечения, что и наблюдается в практических случаях. Предлагаемая гидродинамическая модель применима к решению прикладных и фундаментальных задач гидравлики и динамики жидкостей, а полученные на ее основе материалы исследования могут быть использованы в сельском хозяйстве для повышения энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидродинамическая модель, трубка тока, водоснабжение, параболоид вращения, напор, расход.

ADOPTION OF HYDROMECHANICS PRINCIPLES IN SOLVING THE PROBLEMS OF WATER SUPPLY OF AGRICULTURAL PRODUCERS

Boris M. Kumitsky¹
Natalia A. Savrasova²
Dmitriy N. Afonichev³

¹Voronezh State Technical University

²Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky
and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

³Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Comprehensive Economic and Social Development Programs adopted in all regions of the Russian Federation, as well as the continuation of the undertaken course on the growth of agricultural production, set the task of a scientific approach to the development of rural centralized water supply. In order to implement centralized water supply specialists use various storage tanks for drinking, industrial and waste water. The performance of these objects is characterized by hydromechanical parameters such as speed and time of emptying, and KV value, which, in their turn, depend on the geometry of the container. The aim of the conducted studies was revealing correlations between the physics of the process of tank emptying and its geometric configuration. The objects of research were vessels the surface of which was formed by revolution of a second-order curve, in particular, a

paraboloid of revolution. In order to address the challenge adequately the authors developed a hydrodynamic model using the idea of the motion of a particle of an ideal fluid along a curved current tube, which is an integral part of the flow. It is defined that the free surface becomes deformed with the outflow of the fluid from the vessels of the form under investigation. Such deflection occurs similar to emptying funnel because of the uneven distribution of the flow velocity along the axial component. The authors derive free water surface equation and defined that free surface boundary decreases at a constant rate during the process of outflow (the described phenomenon usually is registered in practice). The authors' hydrodynamic model can be useful at solving applied and fundamental problems of hydraulics and dynamics of fluids, and the results of research obtained on this basis can be used in agriculture as a tool for energy efficiency improvement of water and sanitation systems.

KEYWORDS: hydrodynamic model, tube of current, water supply, paraboloid of revolution, water pressure, water flow.

В настоящее время в Российской Федерации централизованным водоснабжением охвачено 73 тыс. населенных пунктов, в которых проживает 75% сельского населения страны [4]. В то же время проводимые на селе экономические реформы оставили централизованную систему водоснабжения без должного обслуживания, поэтому более 50% указанных систем нуждаются в техническом улучшении, реконструкции и восстановлении [19]. Сегодня, благодаря государственным целевым программам, таким как «Чистая вода» (постановление Правительства РФ от 22.12.2010 № 1092); «Устойчивое развитие сельских территорий на 2015–2017 годы и на период до 2020 года» (постановление Правительства РФ от 16 января 2015 № 17), эти процессы набирают ход [15, 16]. Научный подход к модернизации, как показала практика, способен не только обеспечить село качественной водой, но и может дать реальную экономию за счет снижения энергопотребления [20, 22, 24, 25, 26].

Как известно, основными объектами сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения являются: жилищно-коммунальный сектор, животноводческие фермы, агропромышленные предприятия, а неотъемлемыми элементами всех перечисленных комплексов являются аккумуляторы чистой и технической воды (резервуары) и емкости очистных сооружений. Истечение жидкости из резервуара при переменном напоре представляет собой случай неустановившегося движения, когда изменяются параметры потока (расход, скорость, давление), а уравнение Бернулли, в общем случае, неприменимо. При этом наиболее существенной технологической операцией является опорожнение, которая рассматривается как самостоятельная гидравлическая задача [5, 27, 28].

Интенсивное развитие традиционных и новых отраслей современного производства, таких как безопасность энерго- и гидротехнического оборудования, оптимизация процессов искусственного орошения, надежность водоочистительных сооружений, вызывает повышенный интерес к теоретическому исследованию задач истечения жидкости из резервуаров через донные отверстия и насадки [3, 7, 8, 9, 11, 12, 13]. Сложность экспериментального измерения гидродинамических характеристик большинства перечисленных технологических процессов приводит к необходимости построения аналитических решений и оценок различных стадий процесса истечения жидкостей. Так как резервуары являются наиболее распространенными хранилищами жидкости, в том числе воды, то актуальной является проблема комплексного анализа гидродинамического состояния резервуаров с отверстиями.

В современной литературе описаны различные физико-механические модели неустановившегося истечения и методы решения [3, 9, 12, 13, 14, 21]. При опорожнении резервуаров через донные отверстия, особенно при малых напорах, над отверстиями могут возникать воронки, создаваемые вращением жидкости вокруг оси, проходящей через центр сливного отверстия (интенсивная воронка) [3, 6, 7, 8, 10, 23]. Предполагается, что причиной воронкообразования может служить неконсервативность массовых сил, которая может быть разрушена силами Кориолиса, а также из-за наличия вязкости и асимметричного подвода жидкости к отверстию. Модель самопроизвольного воронкообразования подтверждается экспериментально, причем получена эмпирическая формула для определения критического напора, при котором происходит прорыв воздушного ядра воронки в донное отверстие [6, 18, 27, 28].

В работе [17] предложена гидродинамическая модель движения жидкости и газа по спирали на поворотном участке тракта. В этом случае векторы линейной и угловой скоростей совпадают. Причем частицы жидкости перемещаются по винтовым линиям тока, которые являются вихревыми, т.е. частицы вращаются вокруг линий тока.

Однако все предложенные математические модели в перечисленных работах носят описательный характер, направленный в основном на решение основной задачи истечения – определение времени опорожнения, и не затрагивают связи физического содержания процесса и геометрической формы резервуара. Отсутствуют данные о процессах истечения из емкостей параболической формы, хотя экспериментальные результаты указывают на существенную особенность опорожнения такого рода сосудов [2]: процесс истечения при переменном напоре сопровождается постоянной скоростью снижения уровня свободной поверхности.

Целью проведенных исследований являлась разработка гидродинамической модели, которая бы смогла объяснить именно этот гидродинамический «парадокс», заключающийся в равномерном снижении свободной поверхности жидкости при истечении ее из донного отверстия резервуара параболической формы, и на ее основе объяснить взаимосвязь процесса опорожнения с геометрической формой сосуда.

Для этого рассмотрим резервуар, образованный произвольной формы поверхностью вращения вокруг вертикальной оси, предварительно заполненный идеальной жидкостью. Также рассмотрим объем идеальной жидкости, образованный произвольной формы поверхностью вращения вокруг вертикальной оси. При этом свободная поверхность является функцией от дна сосуда с отверстием диаметра d (рис. 1). Если в начальный момент времени высота уровня жидкости H_0 , площадь горизонтального сечения на высоте h равна $S(h)$, а площадь донного отверстия s_0 , то скорость истечения определяется известной формулой Торричелли

$$v = \varphi \sqrt{2gh}, \quad (1)$$

где φ – коэффициент скорости, который будем считать равным единице;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

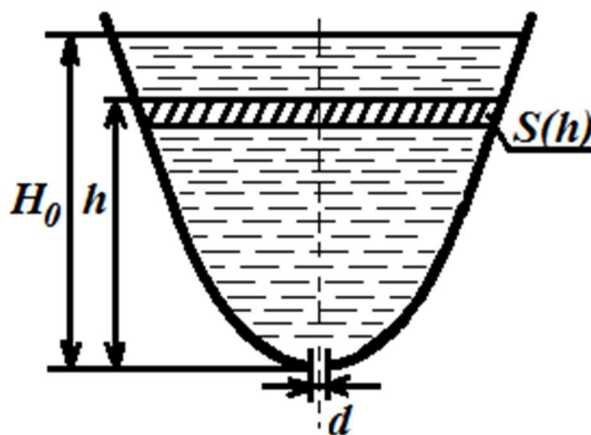


Рис. 1. Сосуд с идеальной жидкостью, образованный произвольной поверхностью вращения с начальной высотой заполнения H_0 и диаметром донного отверстия d

Предполагая, что за время dt уровень жидкости понижается равномерно, процесс истечения описывается дифференциальным уравнением [28]

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{s_0}{S(h)} \sqrt{2gh}, \quad (2)$$

где $\frac{dh}{dt} = v_z$ – скорость снижения уровня жидкости при опорожнении, м/с.

Если предположить, что $v_z = \text{const}$, то из (2) следует пропорциональность $\sqrt{h} \sim S(h)$. Такому условию удовлетворяет сосуд формы параболоида вращения четвертого порядка [24], что находит свое подтверждение в практике пользования древнегреческими водяными часами [2].

$$h = \frac{\pi^2 v^2}{2 g s_0^2} r^4,$$

где r – радиус донного отверстия, м.

Теоретическое обоснование особенности опорожнения резервуара параболической формы, получение основных аналитических зависимостей истечения и проведение их численного сравнительного анализа с емкостями другой геометрии и является основной задачей исследования.

Решение поставленной проблемы проведем на основе предложенной гидродинамической модели, в основе которой лежит представление о течении искривленных элементарных струек. Для этого поток жидкости в параболоиде представим как совокупность трубок тока (элементарных струек), кривизна которых уменьшается от стенок к оси симметрии сосуда, и рассмотрим процесс в одной из них (рис. 2).

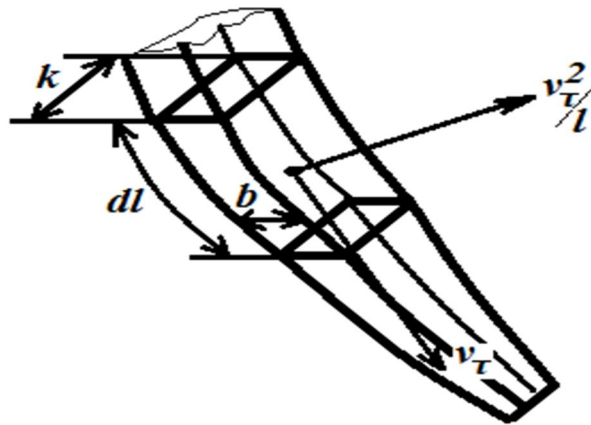


Рис. 2. Схема движения частицы жидкости объемом $b \times k \times dl$ в криволинейной трубке тока прямоугольного поперечного сечения:

$\frac{v_r^2}{l}$ – центростремительное ускорение, м/с²; v_r и l – связанные с частицей соответственно тангенциальная составляющая скорости и радиус кривизны

Если осевая линия трубки тока представляет собой прямую, то частица жидкости может иметь ускорение только в направлении оси трубки [25], поэтому давление должно быть одинаковым в любом сечении у противоположных стенок трубки. В тех местах, где осевая линия искривляется, частица обладает центростремительным ускорением, поэтому на нее должна действовать сила, расположенная в плоскости закругления и направленная перпендикулярно к линии тока

$$dF = \rho b k \frac{v_r^2}{l} dL, \quad (3)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³;
 L – длина частицы жидкости, м.

Такую силу может создать только разность давлений p_2 и p_1 на противоположных сторонах трубки в плоскости закругления, которая равна

$$(p_2 - p_1) k dL = \rho b k \frac{v_r^2}{l} dL. \quad (4)$$

Проведя сокращения и предполагая, что трубка тока достаточно тонка, получим

$$\frac{dp}{dl} = \rho \frac{v_\tau^2}{l}, \quad (5)$$

где l – радиус кривизны линии тока, м.

Равенство (5) означает, что при искривлении трубки тока давление изменяется поперек нее, причем падение давления $\frac{dp}{dl}$ происходит к центру кривизны.

Если заменить в (5) тангенциальную составляющую скорости частицы на окружную ω , получим выражение

$$\frac{dp}{dl} = \rho \omega^2 l.$$

Его можно проинтегрировать

$$p_2 - p_1 = \frac{\rho \omega^2}{2} l^2. \quad (6)$$

Выражение (6) показывает рост давления пропорционально квадрату радиуса кривизны, а это означает, что осевая составляющая скорости течения жидкости распределяется по свободной поверхности неравномерно, уменьшаясь от оси симметрии к стенке сосуда. Это приводит к деформации свободной поверхности, которая принимает форму, подобную первой стадии вихревой воронки выпуска [1].

Представим поток жидкости параблоидом вращения, плоское осевое сечение которого изображено на рисунке 3, как совокупность осесимметрично распределенных элементарных струек с уменьшающейся кривизной от стенки сосуда к оси симметрии.

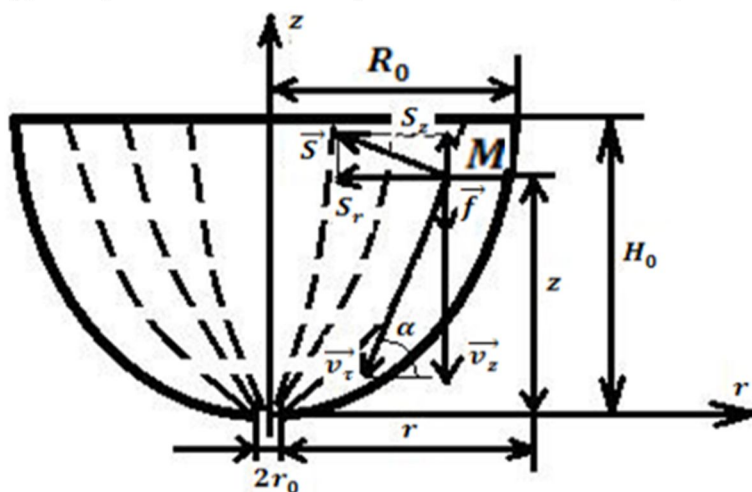


Рис. 3. Принципиальная схема движения частицы жидкости M под действием приложенных сил: тяжести f и давления $S = \text{grad } p$ в произвольно выбранной трубке тока, составляющей несимметричный поток: H_0 – максимальная высота жидкости относительно плоскости донного отверстия радиуса r_0 ; R_0 – максимальный радиус параблоида вращения, м; z, r – текущие координаты, м; v_τ и v_z – соответственно тангенциальная и осевая скорости, м/с

Рассмотрим частицу жидкости M с координатами r, z , нагруженную объемными плотностями массовой силой ρg , поверхностной – $\text{grad } p$ (рис. 3) и воспользуемся основным уравнением гидродинамики Эйлера для идеальной жидкости, которое в проекции на ось z имеет вид

$$g - a_z = \frac{v_\tau^2}{l} \cos \alpha = \frac{v_\tau^2}{r} \cos \alpha \sin \alpha = \frac{v_z^2 \cos \alpha}{r \sin \alpha}, \quad (7)$$

где a_z – зависящая от текущего радиуса осевая составляющая ускорения частицы, м/с²;

α – угол между касательной в точке и горизонтальной поверхностью, рад.

Проведя сокращения и учитывая, что $tg\alpha = \frac{dz}{dr}$, получим дифференциальное уравнение плоского сечения деформированной свободной поверхности

$$g - a_z = \frac{v_z^2}{r} \cdot \frac{dr}{dz}. \quad (8)$$

$$a_z = g \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right), \quad (9)$$

где R – зависящий от координаты z радиус параболоида, м.

Выражение (9) удовлетворяет экспериментальному факту – снижению уровня жидкости с постоянной скоростью $a_z(R) = 0$.

Подставляя (9) в (8), получим уравнение с разделяющимися переменными

$$\frac{dz}{z} = \frac{2(R^2 - r^2)}{r^2} dr. \quad (10)$$

Его можно проинтегрировать

$$\ln(zr^2) = -\frac{R^2}{r^2} + C. \quad (11)$$

Постоянная интегрирования C находится из условия $z = H$ при $r = R$, тогда окончательно уравнение плоского сечения свободной поверхности будет иметь вид

$$z = H \frac{R^2}{r^2} \exp \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right), \quad (12)$$

где H – высота невозмущенной свободной поверхности, м.

Для всех $r_0 \leq r \leq R$, где r_0 – радиус донного отверстия, м.

При определении расхода жидкости по формуле $Q = s_0 \sqrt{2gz}$ величина z приобретает смысл средней величины, поэтому найдем среднее значение (12) по формуле

$$\langle z \rangle = \frac{1}{R - r_0} \int_{r_0}^R H \frac{R^2}{r^2} \exp \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) dr. \quad (13)$$

После интегрирования и соответствующих сокращений получим выражение

$$\langle z \rangle = H \left(\frac{r_0}{R} \right)^2. \quad (14)$$

Формула расхода приобретает вид

$$Q = \frac{s_0 r_0}{R} \sqrt{2gH}. \quad (15)$$

Кроме объемного расхода можно получить основную гидротехническую характеристику истечения – время опорожнения T по формуле

$$T = \frac{H_0}{v_z}. \quad (16)$$

Составляющая скорости v_z определяется выражением (2).

$$v_z = \frac{s_0}{\pi r^2} \sqrt{2gz} = const.$$

Так как по условию задачи $v_z = const$, то она справедлива для любых значений r и z , в том числе и для R_0 и H_0 :

$$v_z = \frac{s_0}{S(R_0)} \sqrt{2gH_0}. \quad (17)$$

Используя формулу (17), получаем окончательное выражение для времени опорожнения резервуара

$$T = \frac{H_0 S}{s_0 \sqrt{2gH_0}} = \frac{S}{s_0} \sqrt{\frac{H_0}{2g}}. \quad (18)$$

Следует заметить, что криволинейность поверхности вращения, какой является поверхность параболоида, влияет на длительность опорожнения. Так, например, при сравнении конического и параболического сосудов при равных основных геометрических радиусах: H_0 , r_0 , R_0 , время истечения из конуса в 2,5 раза меньше, чем из параболоида, хотя объем конуса при этом меньше объема параболоида всего лишь в 1,5 раза.

Выводы

1. Разработана гидродинамическая модель движения частиц идеальной жидкости по искривленным трубкам тока, являющихся совокупностью осесимметричного потока, позволяющая объяснить:

а) причину равномерного снижения уровня жидкости при переменном напоре в сосудах формы параболоида вращения;

б) эффект деформации свободной поверхности и получить уравнение плоского осевого сечения этой поверхности.

2. Показано, что «прогиб» свободной поверхности возникает из-за неравномерного распределения вертикальной составляющей скорости истечения, которая, в свою очередь, является действием градиента давления в криволинейных трубках тока.

3. Получены аналитические зависимости основных гидродинамических параметров истечения жидкости из донного отверстия сосудов типа параболоида вращения. Сравнивается время опорожнения с резервуарами другой геометрической формы.

4. Результаты исследования могут быть использованы специалистами, работающими на объектах агропромышленного комплекса, в частности реализующими процессы искусственного орошения земель. Кроме того, элементы предложенной гидродинамической модели могут быть использованы при решении фундаментальных и прикладных задач механики сплошной среды, а также в учебном процессе при освоении курсов гидравлики и механики жидкости.

Библиографический список

1. Аладьев В.З. Классические однородные структуры. Клеточные автоматы : монография / В.З. Аладьев. – Таллинн : Fultus™Books, 2009. – 535 с.
2. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В.В. Амелькин. – Москва : Наука, 1987. – 160 с.
3. Беляев И.М. К вопросу воронкообразования без вращения при сливе через донные отверстия / И.М. Беляев, Г.С. Шандоров // Гидромеханика. – 1965. – Вып. 2. – С. 171–188.
4. Водоснабжение сельской местности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://planetaklimat.ru> (дата обращения: 17.01.2019).
5. Дзюбо В.В. Водоочистные системы для индивидуального дома / В.В. Дзюбо, Л.И. Алферова, В.И. Черкашин // Сельское строительство. – 1998. – № 1. – С. 35–37.
6. Зотов В.А. Математическое моделирование процесса истечения жидкости из резервуара / В.А. Зотов // Математическое моделирование и информационные технологии в сфере обслуживания потребителей : матер. III Межвузовской научно-практической конференции (г. Сочи, 10–12 мая 2007 г.). – Сочи : СГУТ и КД, 2007. – С. 45–46.
7. Исаакян С.М. О воронкообразовании при осесимметричном истечении жидкости из донных отверстий / С.М. Исаакян // Известия АН Армянской ССР. – 1969. – Т. 6. – С. 257–265.
8. Калашник М.В. Формирование вихревой воронки стоком массы в модели мелкой воды / М.В. Калашник // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2004. – № 2. – С. 120–132.
9. Калинин А.А. Гидродинамическое моделирование формирования и истечения высоконапорной свободной жидкостной струи / А.А. Калинин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2006. – № 2. – С. 84–103.
10. Карликов В.П. К проблеме воронкообразования при истечении жидкости из сосудов / В.П. Карликов, А.В. Розин, С.Л. Толоконников // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2008. – № 3. – С. 140–151.

11. Крамаренко В.В. Гидравлика. Методические материалы по курсу «Гидравлика» для студентов II курса, обучающихся по направлению 280302 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». Ч. I / В.В. Крамаренко, О.Г. Савичев. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 112 с.
12. Кумицкий Б.М. Исследование вязкости аномальных жидкостей методом ротационной вискозиметрии / Б.М. Кумицкий, Н.А. Саврасова // Инженерные системы и сооружения. – 2014. – № 4–3 (17). – С. 198–201.
13. Лаврентьев М.А. Проблемы гидродинамики и их математические модели / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. – Москва : Наука, 1973. – 416 с.
14. Мингалева Г.Р. Механика движения жидкости и газа по спирали на участках крупного поворота тракта / Г.Р. Мингалева // Письма в Журнал технической физики. – 2002. – Т. 28. – Вып. 15. – С. 79–85.
15. О внесении изменений в федеральную целевую программу «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» : Постановление Правительства РФ от 16 января 2015 г. № 17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70748296/> (дата обращения: 04.12.2018).
16. О федеральной целевой программе «Чистая вода» на 2011–2017 годы : Постановление Правительства РФ от 22.12.2010 № 1092 (ред. от 25.05.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-praviteilstva-rf-ot-22122010-n-1092/> (дата обращения: 04.12.2018).
17. Павельев А.А. Эксперимент по формированию вихря при вытекании жидкости из бака / А.А. Павельев, А.А. Штарев // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2001. – № 5. – С. 203–207.
18. Поликовский В.И. Воронкообразование в жидкости с открытой поверхностью / В.И. Поликовский, Р.Т. Перельман. – Москва : Госэнергоиздат, 1959. – 191 с.
19. Пупырев Е.Н. Технологические регламенты и качество питьевой воды в России / Е.Н. Пупырев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 2. – С. 6–13.
20. Раинкина Л.Н. Техническая гидромеханика в вопросах и задачах : учеб. пособие / Л.Н. Раинкина. – Москва : Изд-во «Нефть и газ», 2008. – 253 с.
21. Реологическое моделирование истечения жидкости при переменном напоре из вертикального трубопровода / Б.М. Кумицкий, С.Г. Тульская, И.А. Апарина, М.А. Сарычев // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2017. – Вып. 4 (9). С. 19–23.
22. Рожков А.Н. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве / А.Н. Рожков // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2010. – № 9 (105). – С. 24–25.
23. Русанов Н.А. Расчет времени самотечного слива светлых нефтепродуктов на автозаправочных станциях / Н.А. Русанов, Д.Н. Китаев // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2017. – № 2 (7). – С. 66–72.
24. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1. Механика / Д.В. Сивухин. – Москва : Наука, 1979. – 520 с.
25. Стрелков С.П. Механика : учеб. пособие / С.П. Стрелков. – 2-е изд., перераб. – Москва : Наука, 1965. – 528 с.
26. Франс Д. Математические модели в сельском хозяйстве / Д. Франс. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 400 с.
27. Штарев А.А. Экспериментальное исследование расхода при нестационарном истечении жидкости из заполненной емкости / А.А. Штарев // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2005. – № 2. – С. 113–121.
28. Штеренлихт Д.В. Гидравлика : учебник для вузов / Д.В. Штеренлихт. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2005. – 655 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Борис Михайлович Кумицкий – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: boris-kum@mail.ru.

Наталья Александровна Саврасова – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и химии ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Воронеж, e-mail: savrasova-nataly@mail.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 10.03.2019

Дата принятия к печати 15.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Boris M. Kumitsky, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil & Gas Business, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, e-mail: boris-kum@mail.ru.

Natalia A. Savrasova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, the Dept. of Physics and Chemistry, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: savrasova-nataly@mail.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 March 10, 2019

Accepted April 15, 2019

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ

**Евгений Александрович Извеков
Юрий Михайлович Помогаев**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проанализированы мероприятия, направленные на рациональное использование электрической энергии потребителями. Выявлены способы выравнивания графиков нагрузки потребителей. Обоснована целесообразность применения систем накопления энергии для регулирования графиков нагрузки производственных сельскохозяйственных потребителей. Рассчитано место размещения накопителя энергии в вводно-распределительном устройстве потребителя. Предложена структурная схема взаимодействия накопителя энергии, электросети и электроприемников потребителя в разных режимах потребления электрической энергии. Выявлена целесообразность применения метода расчета режима характерных суток при расчете потерь электрической энергии в сетях, питающих производственных сельскохозяйственных потребителей. Предложены параметры, характеризующие эффект снижения потерь в электрической сети при использовании системы накопления энергии. Для графиков нагрузки с различными коэффициентами формы проведены вычислительные эксперименты по определению потерь электрической энергии в рассматриваемом процессе. Получены графические зависимости снижения потерь электрической энергии от относительной емкости накопителя энергии для графиков нагрузки с различными коэффициентами формы. Получены выражения для определения максимального эффекта снижения потерь электрической энергии. Установлено, что применение систем накопления энергии наиболее эффективно для потребителей с явно выраженной пиковой нагрузкой, например доильно-молочных блоков и кормоцехов животноводческих комплексов. Установлено, что применение систем накопления энергии наиболее удобно для потребителей, имеющих однотипный график нагрузки. Установлено, что эффект снижения потерь существенно зависит от КПД преобразования энергии в накопителе энергии. Предложена идея разработки расчетного модуля, управляющего системой накопления энергии, на основании анализа параметров графика нагрузки по статистическим данным энергопотребления прошлых дней.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электрическая энергия, накопитель электрической энергии, система накопления электрической энергии, потери электрической энергии, электрическая сеть.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ELECTRIC POWER CONSUMPTION PATTERNS ON REDUCING THE ELECTRIC POWER LOSSES IN THE ELECTRIC NETWORK WITH A POWER STORAGE UNIT

**Evgeniy A. Izvekov
Yuriy M. Pomogaev**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors analyzed the measures aimed at the rational use of electric power by consumers; identified the ways to align the consumer load curves; substantiated the expediency of using energy storage systems to regulate the load charts of industrial agricultural consumers; calculated the location of the power storage unit in the input distribution device of the consumer. A flow chart is proposed to describe the interactions of the power storage unit, the electric network, and current-using equipment of consumers in different modes of electric energy consumption. The authors revealed the expediency of applying the method of calculating the typical daily pattern when calculating the losses of electric power in the networks supplying the industrial agricultural consumers. The parameters are proposed to characterize the effect of reducing the losses in the electric network using the electric power storage system. For load patterns with different shape coefficients the computational experiments were carried out to determine the losses of electric power in the process under consideration. The authors obtained the

graphic dependences of reduction of electric power losses on the relative capacity of the power storage unit for load patterns with different shape coefficients. Expressions for determining the maximum effect of reducing electric power losses were derived. It was established that the use of power storage systems was most efficient for consumers with a well-defined peak load, e.g. dairy milking blocks and feed processing buildings in livestock breeding complexes. It was also established that the use of power storage systems was most convenient for consumers with a similar load pattern, and the effect of reducing the losses significantly depends on the efficiency of energy conversion in the power storage unit. The authors proposed an idea to develop a design module that would manage the power storage system basing on the analysis of load pattern parameters by historic statistical data of energy consumption.

KEYWORDS: electric power, electric power storage unit, electric power storage system, electric power losses, electric network.

Электрическая сеть, осуществляющая передачу и распределение электрической энергии, требует для своего функционирования определенных затрат энергии, которые выражаются в виде технологического расхода электроэнергии на ее передачу и складываются из затрат электроэнергии на собственные нужды электрической сети и потерь электроэнергии в элементах сети [9]. Потери электроэнергии непосредственно влияют на экономические показатели функционирования энергосистем, так как напрямую связаны с необходимостью дополнительной выработки электроэнергии на электростанциях, что, в свою очередь, требует дополнительных затрат топлива [10]. Экономия электроэнергии за счет снижения расхода электроэнергии на ее передачу является насущной задачей всех электроснабжающих организаций [4]. С этой целью они разрабатывают и реализуют мероприятия, структура которых приведена на рисунке 1.

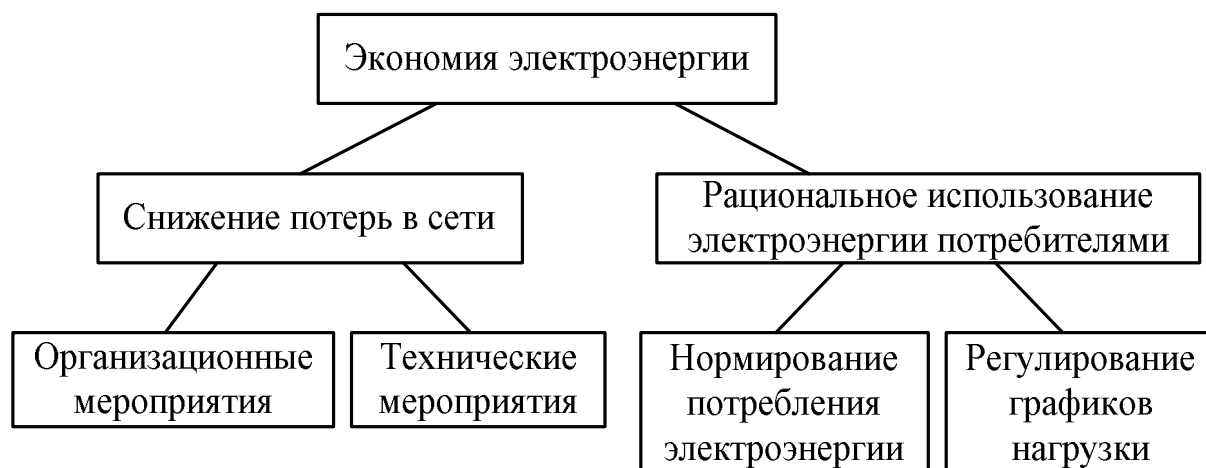


Рис. 1. Структура мероприятий по экономии электроэнергии

Рациональное использование электроэнергии потребителями, связанное с нормированием потребления, то есть с ограничением (экономией) потребления электроэнергии, бесперспективно, так как все потребители, как бытовые, так и производственные, демонстрируют устойчивое увеличение потребления электроэнергии, вследствие общей тенденции увеличения энергоемкости и энерговооруженности как производственных процессов, так и бытового сектора [1].

Более перспективным направлением рационализации использования электроэнергии потребителями следует считать регулирование графиков нагрузки с целью их выравнивания [6]. Для выравнивания графиков рекомендуются следующие мероприятия.

1. Включать меньше электроприемников в часы максимума и загружать сеть в часы снижения нагрузки (например, в ночные часы). Для стимулирования данного ме-

роприятия вводятся многоставочные тарифы [8]. Однако зачастую это крайне неудобно, особенно для бытовых потребителей, так как нарушает сложившийся ритм жизни и/или производства. Для некоторых производств, жестко привязанных ко времени суток, это вообще невозможно. Например, технологические процессы доения и кормоприготовления на животноводческих комплексах осуществляются строго в определенное время [7], сдвинуть их не представляется возможным.

2. Применять системы накопления энергии (СНЭ) [3]. Это удобно, так как не требует от потребителей изменения жизненного (технологического) цикла и в то же время позволяет в полной мере использовать все преимущества многоставочного тарифа.

От использования систем накопления энергии при многоставочном тарифе выигрывает не только потребитель, который может сэкономить на оплате за электроэнергию [5], но и электроснабжающая организация, так как установка накопителя энергии конечным потребителем позволяет снизить потери в питающей его сети.

Попробуем оценить эффект снижения потерь от применения СНЭ с точки зрения электроснабжающей организации.

Наиболее удобным местом расположения накопителя энергии следует считать вводно-распределительное устройство потребителя, когда накопитель энергии, расположенный в вводном щите, занимает промежуточное положение между питающей линией электропередач (ЛЭП) и электроприемниками потребителя (рис. 2).

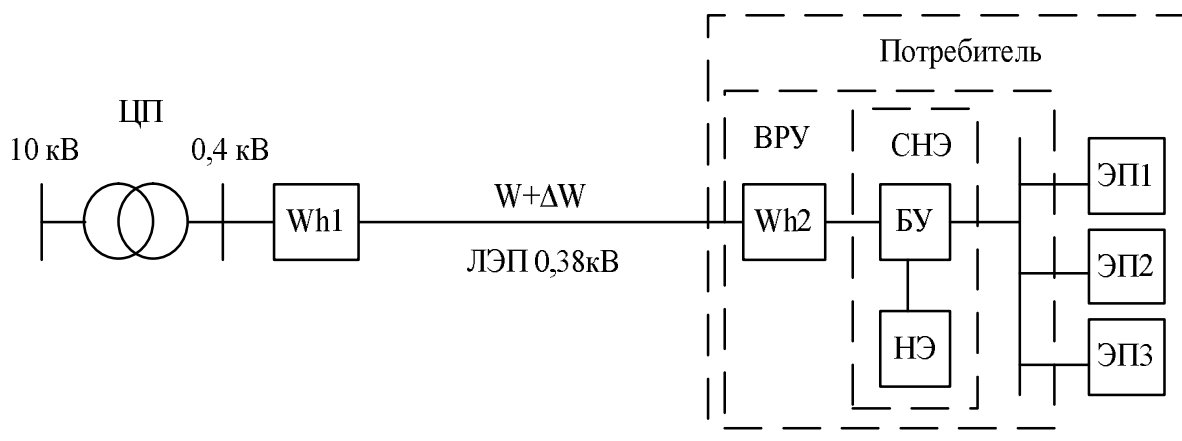


Рис. 2. Схема взаимодействия СНЭ с ЭС и потребителем:

ЦП – центр питания КТП 10(6)/0,4 кВ;
 Wh1 и Wh2 – счетчики электрической энергии;
 ВРУ – вводно-распределительное устройство;
 СНЭ – система накопления энергии;
 БУ – блок управления; НЭ – накопитель энергии;
 ЭП1, ЭП2, ЭП3 – электроприемники потребителя

Если подключить НЭ непосредственно на вводе к потребителю, то расчет снижения потерь можно вести только для питающей ЛЭП 0,4 кВ, загруженность которой на 100% определяется режимом работы потребителя. Учет в расчетах потерь в ЛЭП более высокого напряжения нецелесообразен, так как ЦП питает множество ЛЭП, вследствие чего влияние отдельного потребителя на потери в ЛЭП высокого напряжения нивелируется [9].

Принцип работы СНЭ показан на рисунке 3.

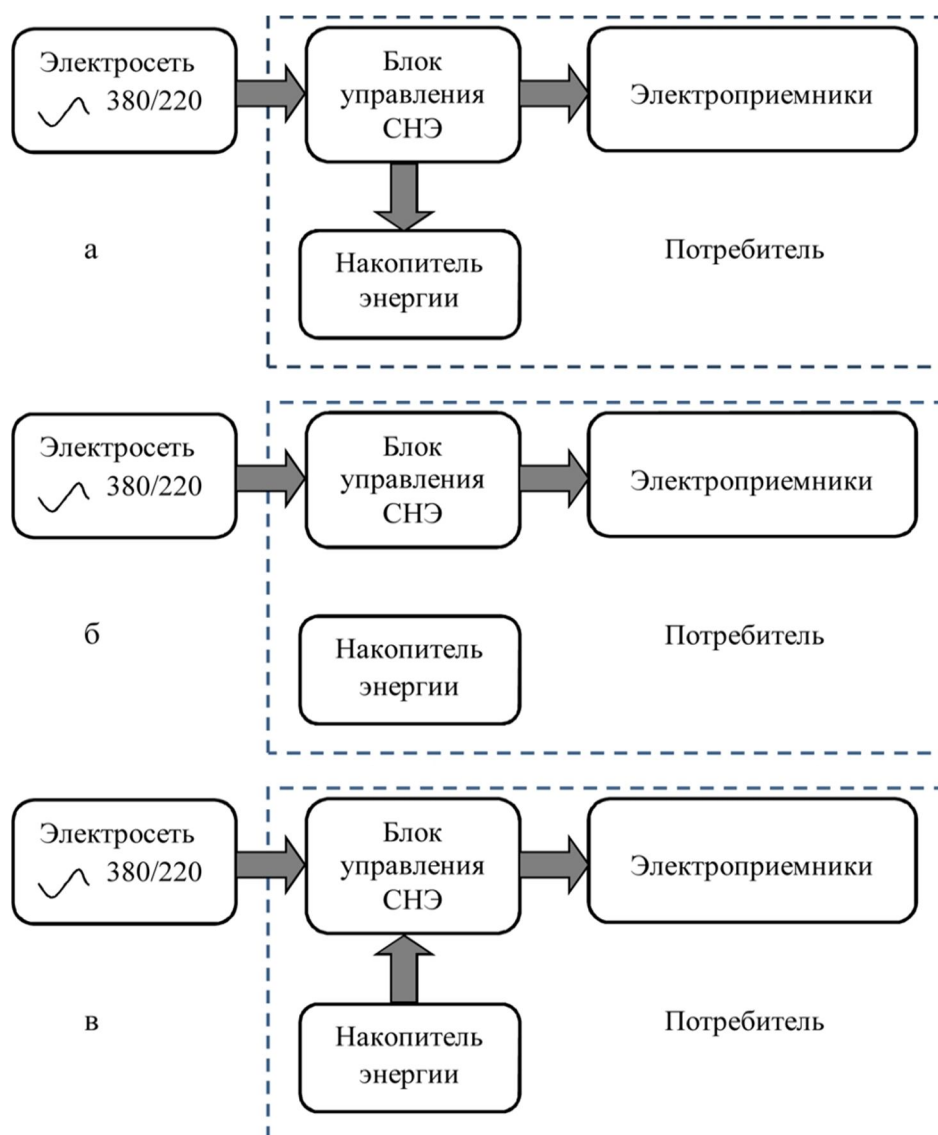


Рис. 3. Схема работы СНЭ:

а – период снижения потребления электроэнергии;
б – период среднего потребления электроэнергии;
в – период максимального потребления электроэнергии

При снижении нагрузки электроприемников блок управления БУ переводит накопитель энергии НЭ в режим зарядки, и электроэнергия, поступающая из сети в накопитель энергии НЭ, заряжает его (рис. 3, а). При нагрузках, близких к средним, накопитель энергии НЭ отключается, и электроэнергия поступает только к электроприемникам ЭП (рис. 3, б). При максимуме нагрузки накопитель энергии НЭ переходит в режим источника питания и отдает электроэнергию электроприемникам ЭП, тем самым разгружая ЛЭП (рис. 3, в). При отсутствии накопителя энергии у потребителя линия работает с переменной нагрузкой, но с большим максимумом, то есть с большими потерями. При использовании накопителя энергии линия загружена более равномерно, имеет меньший максимум, то есть работает с меньшими потерями.

Как следует из рисунка 3 (позиция в), мощность СНЭ следует ограничить мощностью работающих электроприемников, в противном случае возможен противоток от потребителя в ЛЭП, то есть от накопителя энергии в электрическую сеть, что создаст путаницу в расчетах за электроэнергию между электроснабжающей организацией и потребителем.

Результаты сравнения величины снижения потерь электроэнергии ΔW в ЛЭП при применении накопителя энергии с потерями без накопителя энергии не позволяют однозначно ответить на вопрос, снизятся ли суммарные потери в ЛЭП при применении накопителя энергии или нет? Ответ неоднозначный, так как в самом накопителе энергии тоже имеются потери. Если считать потери холостого хода в ЛЭП 0,4кВ незначительными [2], а все потери нагрузочными, то суточные нагрузочные потери электроэнергии в ЛЭП при неизменных активном сопротивлении R и напряжении U можно определить по выражению

$$\Delta W = 3R \int_0^T I^2(t)dt = \frac{R}{U^2} \int_0^T S^2(t)dt ,$$

где I, S – ток и мощность в ЛЭП в момент времени t ;

T – рассматриваемый период времени.

Однако описать изменение параметров $I^2(t)$ и $S^2(t)$ аналитической функцией даже за сутки, а тем более за год, представляется весьма затруднительным. Поэтому при расчете нагрузочных потерь электроэнергии прибегают к различным допущениям и упрощениям, на базе которых разработаны многочисленные методы расчета. Например, можно применить метод, основанный на расчете режима характерных суток [2].

Для выбранных суток составляют график нагрузок, который представляют в виде ступенчатых линий, причем на каждой ступени графика нагрузка остается неизменной (рис. 4). Тогда потери электроэнергии за соответствующие характерные сутки можно определить по формуле

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \Delta P_i t_i = 3R \sum_{i=1}^n I_i^2 t_i = \frac{R}{U^2} \sum_{i=1}^n S_i^2 t_i ,$$

где I_i, S_i – ток и мощность на i -й ступени графика нагрузки;

t_i – продолжительность ступени;

n – число ступеней суточного графика.

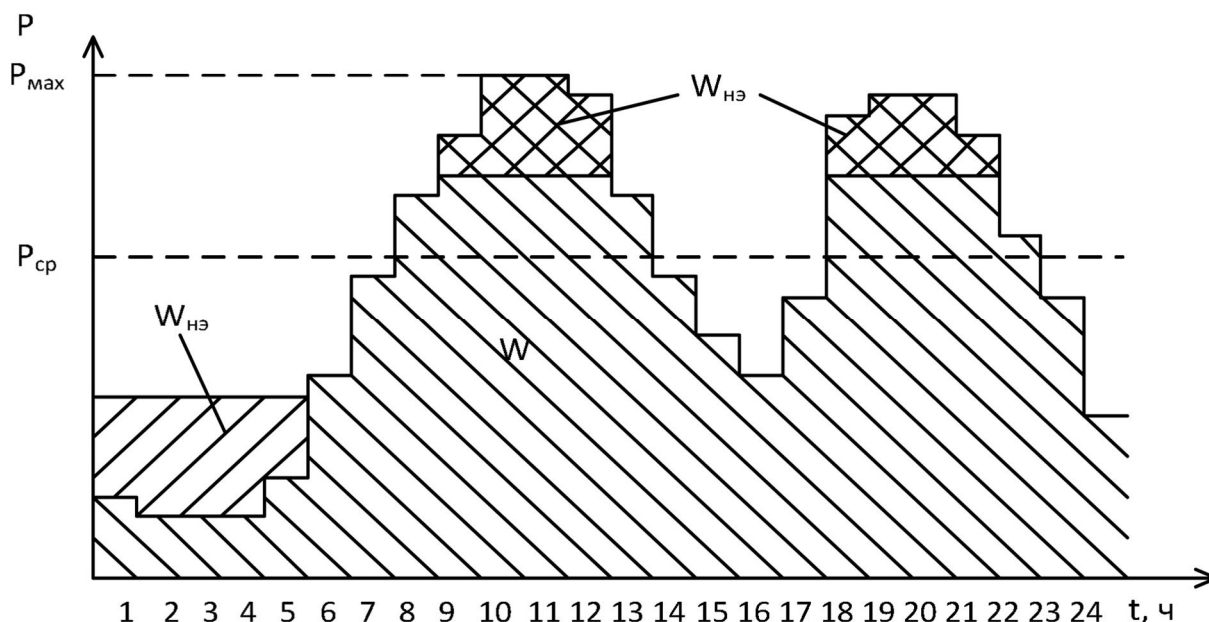


Рис. 4. График нагрузки

Основной недостаток такого подхода заключается в трудности обоснования каждого характерного режима и особенно его продолжительности при расчете месяч-

ных и годовых потерь электроэнергии. Данный недостаток существенно обостряется при анализе режимов потребления электроэнергии со сложно предсказуемой нагрузкой, например бытовыми потребителями. Однако для производственных сельскохозяйственных объектов он дает точные результаты, так, например, доильно-молочный блок или кормоприготовительный цех при беспривязном круглогодичном содержании КРС имеет однотипный режим работы в течение всего года. То есть месячные и годовые потери можно определить, используя всего один характерный график нагрузки.

Для анализа эффективности работы СНЭ воспользуемся общепринятыми параметрами графиков нагрузки, а также введем следующие дополнительные параметры, характеризующие эффект снижения потерь при использовании СНЭ.

1. Коэффициент заполнения графика

$$k_3 = \frac{P_{\text{CP}}}{P_{\text{MAX}}} \leq 1,$$

где P_{MAX} – максимальная мощность нагрузки, кВт;

P_{CP} – средняя мощность нагрузки, кВт.

2. Коэффициент формы графика

$$k_{\Phi} = \frac{P_{\text{СК}}}{P_{\text{CP}}} \geq 1,$$

где $P_{\text{СК}}$ – среднеквадратичная нагрузка, кВт.

Чем равномернее, плотнее электропотребление, тем ближе коэффициенты k_3 и k_{Φ} к единице, соответствующей неизменной нагрузке. С ростом неравномерности графика, т. е. при его пиковом характере, значение k_{Φ} возрастает, а k_3 уменьшается.

3. Снижение потерь электроэнергии без учета потерь в НЭ

$$K_1 = \left(1 - \frac{\Delta W_{\text{с НЭ}}}{\Delta W_{\text{без НЭ}}}\right) \cdot 100\%,$$

где $\Delta W_{\text{с НЭ}}$ – потери электроэнергии в ЛЭП при использовании СНЭ, кВт·ч;

$\Delta W_{\text{без НЭ}}$ – потери электроэнергии в ЛЭП без использования СНЭ, кВт·ч.

4. Снижение потерь электроэнергии с учетом потерь в НЭ

$$K_2 = \left(1 - \frac{\Delta W_{\text{с НЭ}} + W_{\text{НЭ}}(1 - \eta)}{\Delta W_{\text{без НЭ}}}\right) \cdot 100\%,$$

где $W_{\text{НЭ}}$ – используемая емкость НЭ, кВт·ч;

η – КПД СНЭ, зависящий от потерь при преобразовании переменного тока в постоянный саморазряд накопителя энергии и потерь при инвертировании постоянного тока в переменный. Если накопление и отдача энергии происходят за короткий срок (несколько часов), то саморазряд накопителя энергии можно не учитывать, так как он будет незначителен по отношению к потерям двойного преобразовании энергии.

5. Относительная емкость накопителя энергии

$$E = \frac{W_{\text{НЭ}}}{W} 100\%,$$

где $W_{\text{НЭ}}$ – используемая емкость накопителя, кВт·ч;

W – потребление электроэнергии за рассматриваемый период, кВт·ч.

Вычислительные эксперименты по определению потерь электроэнергии в рассматриваемом процессе проводились при следующих условиях.

1. Напряжение питающей сети не изменяется $U = \text{const}$.

2. Коэффициент мощности нагрузки постоянный $\cos \varphi = \text{const}$.

3. Количество электроэнергии, потребленной за один суточный технологический цикл, не изменяется $W = \text{const}$.

4. Сумма мощностей одновременно работающих электроприемников хотя бы раз за исследуемый суточный период равна максимальной (расчетной) мощности $P = P_{\text{МАХ}}$ и никогда не превышает ее, так как она ограничена допустимым током ЛЭП.

5. Количество электроэнергии, запасенной накопителем энергии из сети в период снижения потребления электроэнергии $W_{\text{НЭзаряд}}$, равно количеству электроэнергии, отданной накопителем энергии электроприемникам в период максимального потребления электроэнергии $W_{\text{НЭразряд}}$

$$W_{\text{НЭзаряд}} = W_{\text{НЭразряд}} = W_{\text{НЭ}}.$$

Приняв эти допущения, можно утверждать следующее.

1. Средняя мощность нагрузки не изменяется $P_{\text{СР}} = W/T = \text{const}$, т. к. $T = \text{const} = 24$ часа и $W = \text{const}$.

2. Коэффициент заполнения графика не изменяется и не зависит от коэффициента формы графика $k_3 = P_{\text{СР}} / P_{\text{МАХ}} = \text{const}$, т. к. $P_{\text{СР}}$ и $P_{\text{МАХ}}$ не изменяются.

Используя принятые допущения, удобно проводить расчет для любого конкретного потребителя, зная характерные параметры графика нагрузки, максимум потребляемой мощности $P_{\text{МАХ}}$ и потребленную электроэнергию за суточный технологический цикл $W_{\text{сут}}$, которую легко определить, разделив потребление электроэнергии за месяц на число дней месяца. Учет этих параметров на предприятии ведется систематически и, даже в условиях неопределенности информации о нагрузках, их поиск не составит труда.

Результаты вычислительных экспериментов, проведенных для графиков нагрузки с различными коэффициентами формы $k_{\text{Ф}}$, представлены кривыми на рисунках 5, 6, 7.

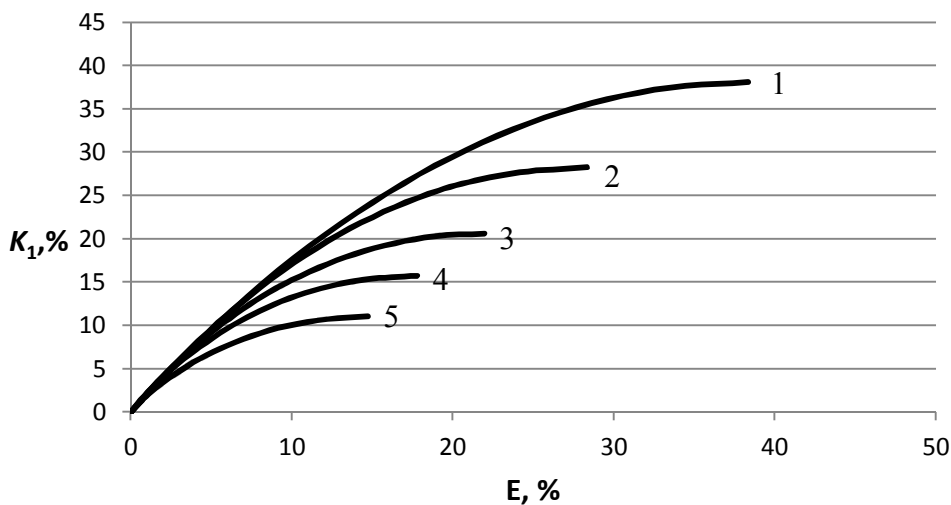


Рис. 5. Зависимость снижения потерь электроэнергии в ЛЭП от используемой емкости НЭ без учета потерь в НЭ ($\eta = 100\%$)
 1 – $k_{\text{Ф}} = 1,06$; 2 – $k_{\text{Ф}} = 1,09$; 3 – $k_{\text{Ф}} = 1,12$; 4 – $k_{\text{Ф}} = 1,18$; 5 – $k_{\text{Ф}} = 1,27$

Анализ результатов расчета показывает, что все кривые на рисунке 5 начинаются от нуля, что соответствует исходному (максимальному) коэффициенту формы $k_{\text{Ф}}$, и заканчиваются крайними точками, соответствующими полному выравниванию графика нагрузки, то есть $k_{\text{Ф}} = 1$. Для большего выравнивания графика нагрузки требуется увеличение используемой емкости накопителя энергии, при этом эффект снижения потерь увеличивается до величины, определяемой выражением

$$K_{1\text{МАХ}} = \left(1 - \frac{n \cdot I_{\text{СР}}^2}{\sum_{i=1}^n I_i^2}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{n \cdot k_3^2}{\sum_{i=1}^n k_{\text{загр}}^2}\right) \cdot 100\%,$$

где $k_{\text{загр}}$ – коэффициент загрузки i -й ступени графика нагрузки.

Величина K_{MAX} соответствует минимально возможным потерям в ЛЭП

$$\Delta W_{\text{min}} = 3RI_{\text{ср}}^2 T = \frac{R}{U^2} S_{\text{ср}}^2 T,$$

где $I_{\text{ср}}$, $S_{\text{ср}}$ – средний ток и средняя мощность суточного графика нагрузки;

T – рассматриваемый период времени, который для суточного графика нагрузки составляет 24 часа.

Из кривых следует вывод, что показания счетчика Wh1 будут минимальными при максимальном использовании емкости накопителя энергии, то есть при полном выравнивании графика нагрузки, а это значит, что для электроснабжающей организации выгодно, чтобы потребитель использовал накопитель энергии на максимум, так как на нее ложится оплата разницы показаний счетчиков и ей выгодно реализовывать мероприятия по снижению показаний счетчика Wh1 и увеличению показаний счетчика Wh2. Однако с точки зрения потребителя в расчетах следует учитывать потери при преобразовании электроэнергии в накопителе энергии, что приводит к снижению эффекта и даже может дать отрицательный результат (рис. 6, 7).

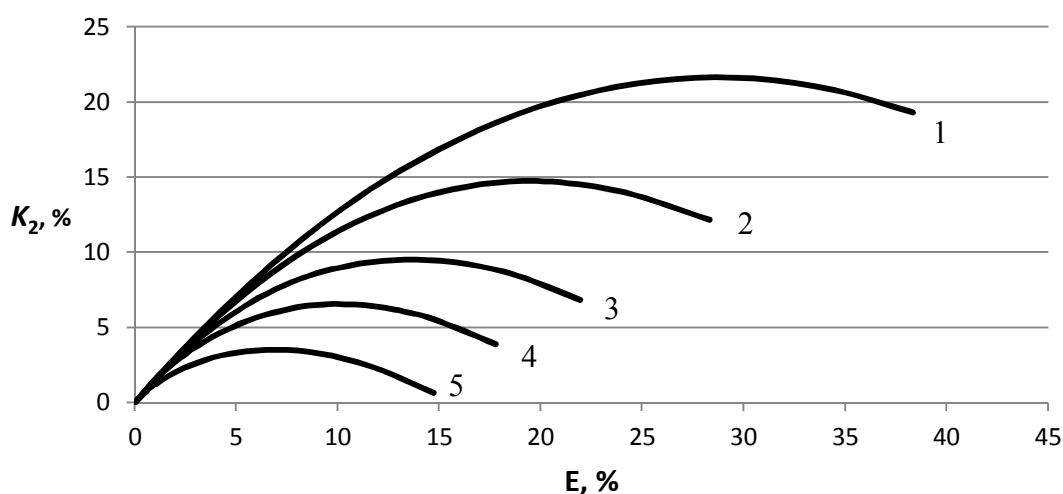


Рис. 6. Зависимость снижения потерь электроэнергии в ЛЭП от используемой емкости НЭ с учетом потерь в НЭ ($\eta \neq 100\%$):
1 – $k_{\Phi} = 1,06$; 2 – $k_{\Phi} = 1,09$; 3 – $k_{\Phi} = 1,12$; 4 – $k_{\Phi} = 1,18$; 5 – $k_{\Phi} = 1,27$

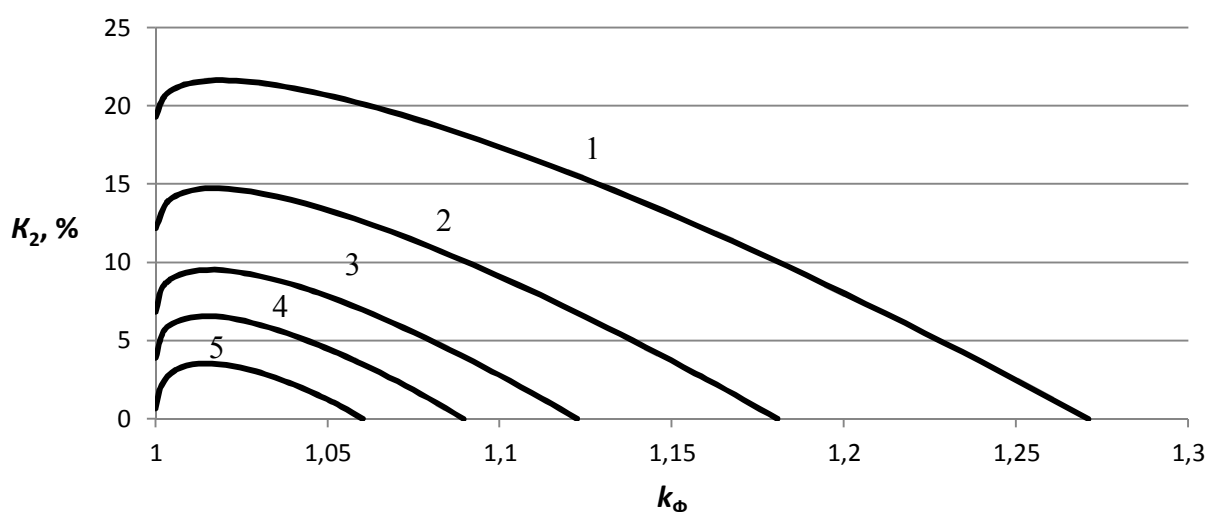


Рис. 7. Зависимость снижения потерь электроэнергии в ЛЭП от степени сглаживания исходного графика нагрузки:
1 – $k_{\Phi} = 1,06$; 2 – $k_{\Phi} = 1,09$; 3 – $k_{\Phi} = 1,12$; 4 – $k_{\Phi} = 1,18$; 5 – $k_{\Phi} = 1,27$

Кривые на рисунках 6 и 7, построенные при условии, что КПД накопителя энергии не равен 100%, имеют явно выраженный максимум $K_{2\max}$, соответствующий минимуму суммарных потерь в рассматриваемой системе

$$\Delta W = \Delta W_{\text{снэ}} + \Delta W_{\text{нэ}} \rightarrow \min ,$$

где $\Delta W_{\text{нэ}}$ – потери в накопителе энергии, определяемые по выражению

$$\Delta W_{\text{нэ}} = \frac{E \cdot W \cdot (1 - \eta)}{100}.$$

Из графиков видно, что чем больше исходный коэффициент формы $k_{\text{ф}}$, тем требуется большая емкость накопителя энергии для полного выравнивания графика. Есть некоторая величина емкости накопителя энергии, при которой можно полностью выровнять график нагрузки. Однако точка оптимума не соответствует полному выравниванию графика нагрузки, а это значит, что суммарные потери не будут минимальными при максимальном использовании накопителя энергии, то есть использовать накопитель энергии на полную мощность становится невыгодно. Более того, возможна ситуация, когда снижение потерь станет отрицательным, то есть потери при использовании накопителя энергии оказываются больше, чем без накопителя энергии.

Анализируя кривые рисунка 6, можно заметить, что применение СНЭ наиболее эффективно для потребителей с явно выраженной пиковой нагрузкой, то есть при максимальном $k_{\text{ф}}$. Выравнивание графика нагрузки, то есть уменьшение $k_{\text{ф}}$ приводит к снижению потерь, при этом эффект увеличивается до определенной величины $k_{\text{ф}}$, соответствующей минимуму суммарных потерь в рассматриваемой системе. При дальнейшем снижении $k_{\text{ф}}$ эффект уменьшается и может стать отрицательным.

Суммируя результаты анализа выше представленных графиков, можно сказать, что применение СНЭ более эффективно на объектах с явно выраженной пиковой нагрузкой, например в доильно-молочных блоках и кормоцехах животноводческих комплексов.

Эффект снижения потерь существенно зависит от КПД двойного преобразования электроэнергии в СНЭ, а из этого следует необходимость разработки СНЭ как можно с более высоким КПД.

Определение оптимального режима работы СНЭ, соответствующего минимуму суммарных потерь, требует серьезного анализа графика нагрузки потребителя. Для выполнения этого анализа в блок управления СНЭ потребуется интегрировать расчетный модуль, который будет вычислять параметры графиков нагрузки и выдавать управляющий сигнал на заряд/разряд накопителя энергии. Для данного модуля потребуется разработать алгоритм анализа параметров графика по статистическим данным прошлых дней и генерации программы управления режимом работы накопителя энергии.

Настроить СНЭ таким образом, чтобы она всегда работала в оптимальном режиме по потерям, можно будет достаточно легко для производственных объектов, имеющих однотипный график нагрузки, например доильно-молочных блоков и кормоцехов животноводческих комплексов. Для потребителей с переменными сезонными графиками нагрузки потребуется подстраиваться под реальный график нагрузки каждого отдельного режима потребления. Оптимум работы СНЭ по потерям для потребителей со сложной предсказуемой нагрузкой достичь будет практически невозможно.

Разработка расчетного модуля управляющего СНЭ, на основании анализа параметров графиков по статистическим данным энергопотребления прошлых дней, хорошо согласуется с современными потребностями развития электроэнергетической отрасли в рамках реализации концепции Smart Grid (интеллектуальные сети электроснабжения), подразумевающей внедрение технологий и оборудования, позволяющего автоматически повышать эффективность, надежность, экономичность, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии.

Библиографический список

1. Веретенников Ю.Ю. Разработка регрессионной модели для оценки потерь электроэнергии распределительной электрической сети / Ю.Ю. Веретенников, В.В. Картавец // Инновационные технологии и технические средства для АПК : матер. международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов (г. Воронеж, 14–16 ноября 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 263–268.
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – 2-е изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 720 с.
3. ГОСТ Р 58092.1-2018. Системы накопления электрической энергии (СНЭЭ). Термины и определения. – Введ. 2019–03–01. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 54 с.
4. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях : руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.
5. Извеков Е.А. Оценка эффективности вторичного использования АКБ в качестве хранилища энергии / Е.А. Извеков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (55). – С. 150–156.
6. Извеков Е.А. Перспективы вторичного использования отработавших АКБ для покрытия пиковых нагрузок энергосистемы / Е.А. Извеков, С.Ю. Жачкин // Наука, образование и инновации в современном мире : матер. национальной науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 20–21 марта 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I. – С. 41–47.
7. Обоснование режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата / Е.А. Андрианов, С.А. Бородин, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 4. – С. 18–23.
8. Об установлении тарифов на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Воронежской области на 2018 год : приказ управления по государственному регулированию тарифов Воронежской области от 18 декабря 2017 года № 55/1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446608925> (дата обращения: 18.01.2019).
9. Поспелов Г.Е. Потери мощности и энергии в электрических сетях / Г.Е. Поспелов, Н.М. Сыч ; под ред. Г.Е. Поспелова. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 218 с.
10. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воротницкий, Ю.С. Железко, В.Н. Казанцев и др. ; под ред. В.Н. Казанцева. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 366 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

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

Юрий Михайлович Помогаев – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: pomoyurij@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 18.04.2019

Дата принятия к печати 22.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Evgeniy A. Izvekov, 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: izvek@yandex.ru.

Yuriy M. Pomogaev, 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: pomoyurij@yandex.ru.

Received April 18, 2019

Accepted May 22, 2019

ИНВЕРСИЯ СЕМЯН И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПУНКТИРНОГО ПОСЕВА

Владимир Васильевич Василенко

Сергей Владимирович Василенко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Инверсия семян при пунктирном посеве проявляется в том, что в процессе падения в борозду, отскоков и перекачиваний по борозде семена нарушают свою очередность высевы, то есть появляются отрицательные интервалы. Это явление свидетельствует о плохом качестве посева и наступает вследствие несовершенства конструкции высевного аппарата и процесса закрытия семян почвой, а также при увеличении нормы высевы. Для оценки точности распределения семян вдоль борозды применяется коэффициент вариации интервалов между ними, но он неудобен тем, что зависит от нормы высевы и тем самым мешает оценке достоинств сеялки. Путем математического моделирования процесса пунктирного высевы определен непосредственный показатель совершенства сеялки. Это среднее квадратичное отклонение каждого семени от расчетного места его фиксации в борозде. Этот показатель не изменяется от нормы высевы, если она регулируется путем применения высевных дисков с разным числом ячеек. Зная его численное значение и норму высевы семян, можно определить все числовые характеристики случайной величины – интервала между семенами, аппроксимировать плотность распределения вероятности этой величины законом гамма-распределения и определить возможность наступления инверсии и появления отрицательных интервалов. Инверсия частично выравнивает интервалы, так как отрицательные интервалы для развития растений не отличаются от положительных, а для растений имеет значение только абсолютная величина интервалов. Но инверсия не может довести точность высевы до закона нормальной плотности распределения интервалов. Для этого необходимо ограничивать норму высевы. При высеве семян сахарной свеклы без инверсии с нормой 7 шт./м технические средства должны обеспечить точность высевы, соответствующую среднему квадратичному отклонению каждого семени не более 5 см.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коэффициент вариации, инверсия семян, норма высевы, точность распределения, математическое ожидание интервалов, среднее квадратичное отклонение.

INVERSION OF SEEDS AND ITS EFFECT ON THE QUALITY OF SINGLE-GRAIN SOWING

Vladimir V. Vasilenko

Sergey V. Vasilenko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The inversion of seeds occurs at single-grain sowing. In the process of falling into the furrow, bouncing and rolling along the furrow the seeding sequence can be disturbed, i. e. negative intervals appear. This phenomenon indicates poor quality of sowing, and comes around due to the imperfections in the design of the sowing apparatus and in the process of covering seeds with soil, as well as due to heavy seed application rate. To assess the accuracy of the distribution of seeds along the furrow, the coefficient of variation of the intervals between them is used, but it is rather inconvenient, because it depends on the seeding rate and therethrough gives an incorrect assessment of the advantages of the drill. By applying mathematical modeling of the single-grain sowing process a direct indicator of the drill efficiency was determined. This is a standard deviation of each seed from its calculated anchoring position in the furrow. This indicator does not vary according to the seeding rate, in case if the latter is regulated by seeding plates with different number of cells. Knowing its numerical value and seeding rate, it is possible to determine all numerical characteristics of such random variable as the interval between seeds, approximate the density of probability distribution of this value by gamma distribution law, and determine the possibility of inversion occurrence and negative intervals emerging. Inversion partially equalizes the intervals, since from the plant development point of view negative intervals do not differ from positive ones, and only absolute value of the intervals is essential to the plantings. But inversion cannot improve accuracy of seeding up to the law of the normal density of intervals distribution. For this it is necessary to limit the seed application rate. When sowing sugar beet seeds without inversion with a norm of 7 pcs/m, technical means should ensure seeding accuracy corresponding to the standard deviation of each seed not more than 5 cm.

KEYWORDS: coefficient of variation, seed inversion, seeding rate, distribution accuracy, mathematical expectation of intervals, standard deviation.

Известно, что равномерное размещение семян вдоль посевного ряда является условием рационального использования площади питания каждым растением. Создание таких условий позволяет получать максимальные урожаи [6]. Для зерновых культур, которые высеваются с густотой около 70 семян на погонный метр ряда, требование равенства всех площадей питания практически невыполнимо.

В случае с пропашными культурами каждому растению необходимы гораздо большие площади питания, поэтому и нормы высева для них значительно ниже, например, подсолнечник можно высевать с нормами 5–7 семян на метр [13], сахарную свеклу – 7–9 шт./м [3, 7, 9]. При условии длинных интервалов между семенами погрешности в их размерах кажутся не такими существенными, и показатели равномерности улучшаются. Для пропашных культур применяется поштучный отбор семян высевальными аппаратами, и их совершенствование направлено на устранение повреждений [1, 10] и на выравнивание времени обслуживания каждого семени [2], чтобы выходящий из аппарата поток был регулярным [4, 8].

Математическую модель формирования пунктирного ряда семян можно представить начиная с гипотетического регулярного потока семян с одинаковыми интервалами во времени выхода из высевального аппарата. Мы принимаем это допущение, хотя в действительности любой высевальный аппарат имеет хотя бы незначительные погрешности в этой регулярности. Но в процессе падения в борозду и успокоения в ней каждое семя отклоняется от расчетного места своей остановки на величину δ . Эта величина случайная. Она соответствует закону нормального распределения [11, 12]. Ее математическое ожидание принято считать равным нулю, а среднее квадратичное отклонение тем больше, чем хуже конструкция высевального аппарата и условия его эксплуатации. Важность этого среднего квадратичного отклонения каждого семени в оценке достоинств сеялки и качества посева послужила причиной многих исследований процесса высева с применением методов математического моделирования [5, 14].

Исходный поток семян принят регулярным виртуально, или гипотетически, потому, что все незначительные погрешности в работе высевального аппарата можно перенести на увеличение отрицательных факторов, действующих после высевального аппарата, все равно их влияние на качество посева будет одинаковым. У регулярного потока семян интервалы между ними имеют математическое ожидание m_0 и среднее квадратичное отклонение $\sigma_0 = 0$. В борозде этот поток уже не будет регулярным, так как каждое семя отклонилось от своей расчетной точки фиксации на величину δ (рис. 1). У этой величины нулевое математическое ожидание, а среднее квадратичное отклонение обозначим σ' .

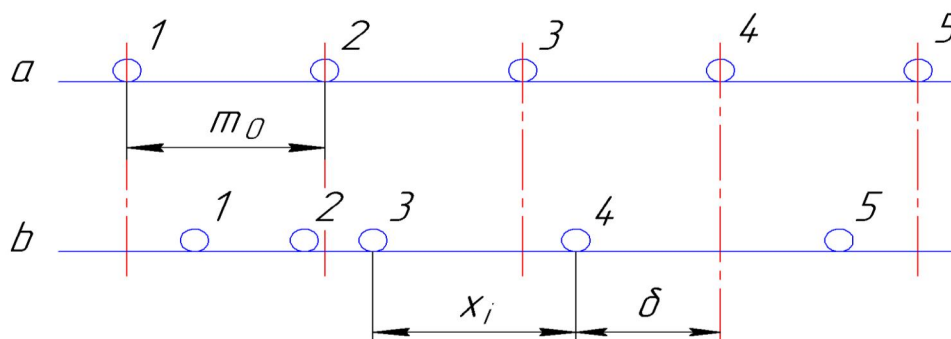


Рис. 1. Формирование посевного ряда семян без их инверсии:
 а – регулярный поток семян (исходное состояние); б – размещение
 семян в борозде по закону нормального распределения интервалов;
 1, ... 5 – порядковые номера семян

В борозде появились случайные интервалы x_i с тем же математическим ожиданием m_0 (так как количество семян в рядке не изменилось) и средним квадратичным отклонением σ_0 , которое зависит от σ' . Так как оба конца каждого интервала расположены случайно, то среднее квадратичное отклонение интервалов вычисляется по правилу сложения дисперсий, откуда $\sigma_0 = 1,41\sigma'$.

Хорошее качество посева характеризуется тем, что семена в посевном рядке не нарушают очередность выхода из аппарата. В математической модели это означает, что на графике плотности распределения вероятности случайной величины x_i кривая почти не доходит до нулевого значения аргумента и практически вся располагается в положительной зоне его значений (рис. 2, а). В этом случае $3\sigma_0 < m_0$, или $4,23\sigma' < m_0$, коэффициент вариации $V \leq 0,33$.

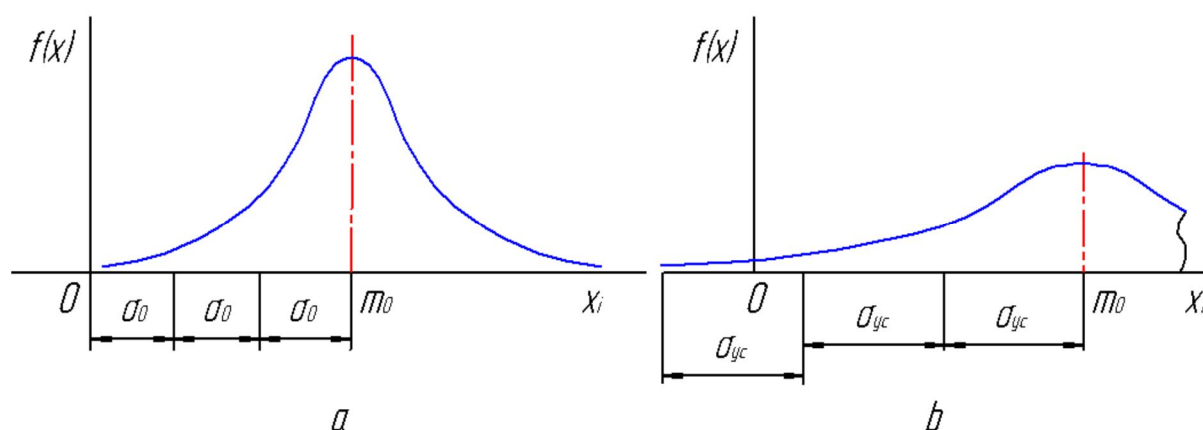


Рис. 2. Графики плотности вероятности распределения интервалов между семенами:
а – закон нормального распределения интервалов;
б – закон условно нормального распределения

Если качество посева ухудшилось, семена распределились по борозде более беспорядочно и частично потеряли очередность своего высева, то появились отрицательные интервалы, например интервал между семенами 2 и 3 (рис. 3).

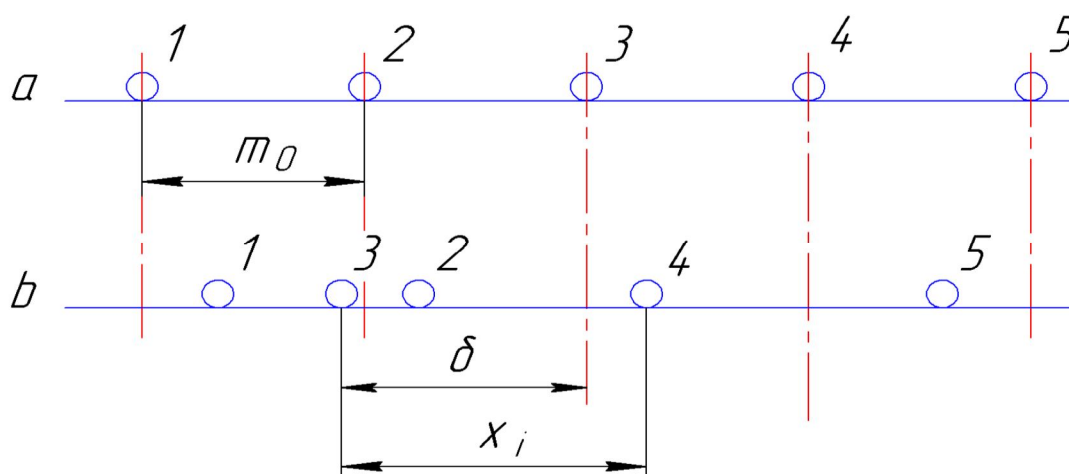


Рис. 3. Формирование посевного рядка семян с появлением инверсии:
а – регулярный поток семян (исходное состояние); б – размещение семян
в борозде по закону условно нормального распределения интервалов;
1, ..., 5 – порядковые номера семян

Именно семена 2 и 3 нарушили очередность высева. Это явление называется инверсией семян. В этом случае $4,23\sigma' > m_0$, а $V > 0,33$. Закон плотности распределения интервалов мог бы остаться нормальным, если бы мы могли различать интервалы на положительные и отрицательные при контроле качества посева методом анатомирования борозды. Но мы вынуждены считать все интервалы положительными, и тогда закон нормального распределения становится условным, пригодным только для математической интерпретации (рис. 2, б). Математическое ожидание остается все тем же $-m_0$, а среднее квадратичное отклонение (то же условное) остается в той же зависимости от σ' , а именно: $\sigma_{yc} = 1,41\sigma'$. Оно условное потому, что его измерить невозможно, как и различить отрицательные интервалы.

При анализе графиков плотности вероятности на рисунке 2 становится очевидным, что инверсия семян может наступить не только от ухудшения точности укладки каждого семени в борозду. Оказывается, что даже при достаточно малом среднем квадратичном отклонении σ' инверсия может наступить, если увеличить норму высева, то есть уменьшить m_0 так, чтобы оказалось $m_0 < 3\sigma_0$. Кривая частично распространится в отрицательную зону, то есть появятся отрицательные интервалы. Это означает, что сама по себе инверсия не является признаком несовершенства сеялки или ее высевашего аппарата, она может наступить и при технологической необходимости увеличения нормы высева семян.

Поскольку для каждого растения безразлично, находится ли оно на положительном или отрицательном удалении от соседнего растения, то в реальности мы должны оперировать только теми интервалами, которые поддаются измерениям при контроле качества посева. Все они находятся всегда в положительной зоне графика плотности вероятности, но это уже не закон нормального распределения плотности вероятности. Математическое ожидание интервалов осталось m_0 , несколько уменьшились σ_{yc} и коэффициент вариации V_{yc} до показателей σ_0 и V_0 .

Для аппроксимации реального размещения семян в борозде каким-либо математическим выражением нами подобран закон гамма-распределения, который оказался настолько универсальным, что подходит для всего диапазона коэффициентов вариации от нуля до единицы, включая варианты применимости закона нормального распределения (рис. 4).

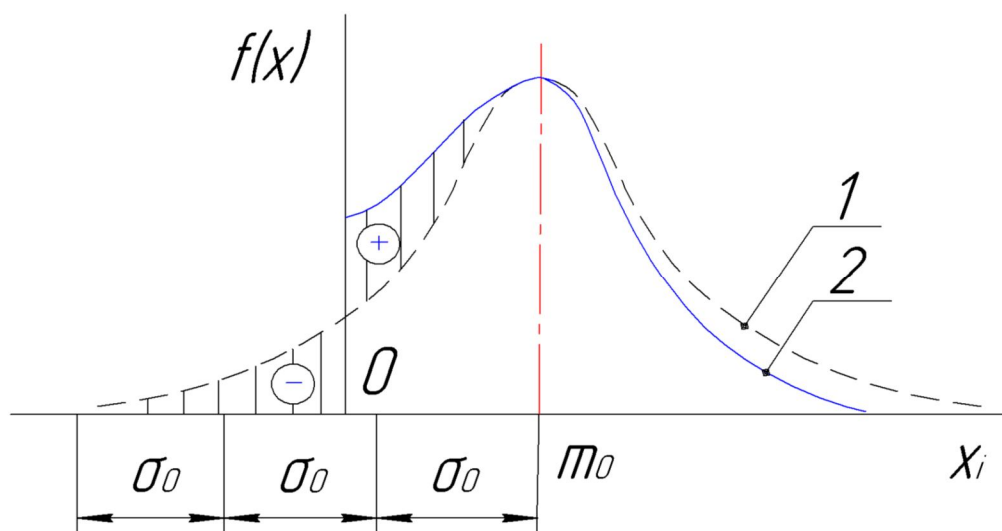


Рис. 4. Графики плотности вероятности случайной величины – интервала между семенами в посевном рядке:

- 1 – закон условного нормального распределения интервалов;
- 2 – реальное размещение семян по закону гамма-распределения

Плотность вероятности случайной величины по закону гамма-распределения выражается зависимостью

$$f_0(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x}, \quad (1)$$

где α – показатель точности гамма-распределения, $\alpha = (m_0)^2 \cdot (\sigma_0)^{-2}$;

β – показатель густоты потока, $\beta = (m_0) \cdot (\sigma_0)^{-2}$;

$\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция от α .

Применение этого закона для компьютерных вычислений вероятностей тех или иных интервалов в посевном рядке весьма несложное. Достаточно лишь составить статистический ряд интервалов, полученный по результатам их измерений в борозде, вычислить показатели α и β и подставить их в уравнение (1). По этому уравнению можно заключить, что количество, допустим, полезных или количество загущенных интервалов зависит от двух параметров. Один из них – технологический, это математическое ожидание, а другой – технический, характеризующий достоинство сеялки, это среднее квадратичное отклонение интервалов. Оно напрямую определяется точностью укладки в борозду каждого семени (σ') и выступает в роли показателя качества аппарата и технологического процесса. Чтобы можно было определять показатель σ' по результатам измерений интервалов с самой разной точностью распределения семян, были проведены лабораторные исследования взаимозависимости двух коэффициентов вариации – при аппроксимации размещения семян законами нормального и гамма-распределения. Полученная зависимость выражается эмпирическим уравнением

$$V_0 = 1 - \exp(-1,1V_{yc}). \quad (2)$$

Из этого выражения вытекает формула для определения показателя σ'

$$\sigma' = 0,64 m_0 \ln \frac{1}{1 - V_0}. \quad (3)$$

Таким образом, показатель σ' включает в себя весь набор отрицательных факторов, действующих на рассеивание семян вдоль борозды при пунктирном посеве. К ним относятся неравномерность скорости вращения высевающего диска, различие траекторий отскока от выталкивателя, разница поступательной скорости сеялки и скорости вращения высевающего диска, отскоки и перекатывания семян по дну борозды, смещения семян загортачами. Для уменьшения влияния этих факторов желательно выбирать скорость дозирования, максимально возможную по условию заполнения ячеек или по условию присасывания к дискам пневматических аппаратов. Эту скорость вращения надо поддерживать постоянной, а норму высева менять путем замены дисков с различным числом ячеек.

Анализ выражения (2) показывает, что до появления инверсии семян, то есть при достаточно точном посеве с коэффициентом вариации интервалов от нуля до 33%, реальное и условно нормальное распределения имеют примерно одинаковые значения (см. табл.).

Взаимозависимость коэффициентов вариации интервалов условно нормального (V_{yc}) и реального (V_0) распределений плотности вероятности их появления

V_{yc}	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
V_0	0,10	0,20	0,28	0,36	0,42	0,48	0,54	0,59	0,63	0,67

С увеличением разброса семян инверсия частично компенсирует ухудшение качества посева, но все равно она не может выровнять все интервалы и довести равномерность распределения семян до агротехнического требования. Чтобы избежать инверсии, надо учитывать взаимосвязь между нормой высева (или математическим ожиданием m_0), интервалом и средним квадратичным отклонением σ' , которая вытекает из выражения (3). Эта взаимосвязь представлена в графической форме на рисунке 5.

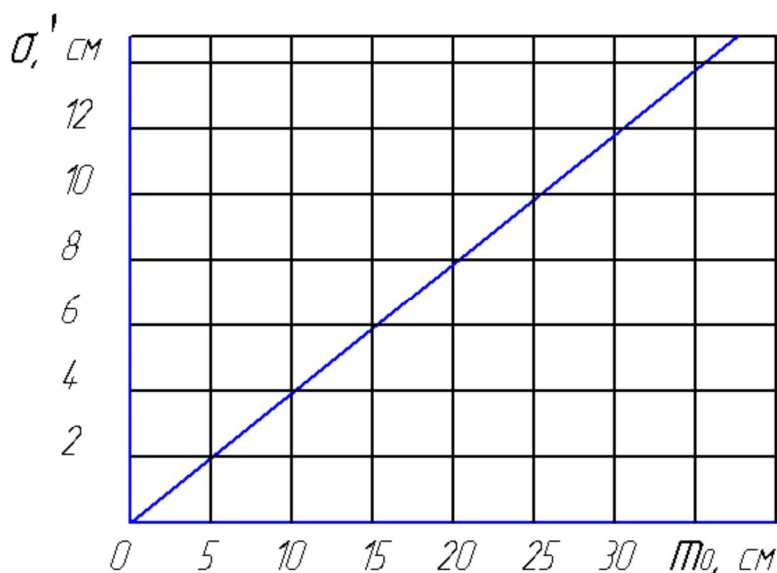


Рис. 5. Максимально допустимое значение среднего квадратичного отклонения места фиксации отдельного семени при заданном математическом ожидании интервала для посева без инверсии семян

Пользуясь этим графиком, можно определить, например, что для качественного посева сахарной свеклы без инверсии семян с нормой высева 7 шт./м требуется, чтобы среднее квадратичное отклонение каждого семени от расчетного места своей фиксации не превышало 5 см.

Выводы

В математической модели формирования пунктирного ряда семян вдоль посевной борозды ключевую роль играет среднее квадратичное отклонение каждого семени от расчетного места своей фиксации.

В отличие от коэффициента вариации интервалов при регулировании густоты насаждения путем изменения числа ячеек на высевающем диске это отклонение не зависит от нормы высева и поэтому может служить показателем совершенства конструкции аппарата и технологии посева.

Инверсия семян наступает при увеличении коэффициента вариации интервалов более 33% и проявляется в возникновении отрицательных интервалов.

Инверсия частично выравнивает интервалы, так как отрицательные интервалы для развития растений не отличаются от положительных, а для растений имеет значение только абсолютная величина интервалов. Но инверсия не может довести точность распределения растений до требуемой по агротехнике. Для этого необходимо ограничивать норму высева до появления инверсии в соответствии с возможностью сеялки по точности укладки каждого семени.

При высеве семян сахарной свеклы без инверсии с нормой 7 шт./м технические средства должны обеспечить точность высева, соответствующую среднему квадратичному отклонению каждого семени не более 5 см.

Библиографический список

1. Астанин В.К. Стендовые испытания скоростного аппарата на высеве клещевины / В.К. Астанин, О.С. Егоров // Научные труды Воронежского СХИ. – Воронеж, 1976. – Т. 75. – С. 105–109.
2. Василенко В.В. Обоснование предела точности дозирования семян ячеисто-дисковыми аппаратами / В.В. Василенко, С.В. Василенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 1. – С. 34–35.
3. Василенко С.В. Совершенствование процесса высева семян сахарной свеклы ячеисто-дисковым аппаратом : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.В. Василенко. – Воронеж, 2000. – 23 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – Москва : Наука, 1964. – 576 с.
5. Казаров К.Р. Моделирование инверсии семян при пунктирном посеве / К.Р. Казаров, В.В. Василенко, С.В. Василенко // Методы и средства научных исследований процессов механизации сельского хозяйства : сб. науч. тр. Воронежского СХИ. – Воронеж : ВСХИ, 1996. – С. 93–99.
6. Казаров К.Р. Совершенствование теории и методов точного размещения растений сахарной свеклы вдоль ряда / К.Р. Казаров. – Воронеж : ВГАУ, 1998. – 119 с.
7. Казаров К.Р. Механизированное прореживание всходов сахарной свеклы с повышенной точностью распределения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / К.Р. Казаров. – Воронеж, 1973. – 25 с.
8. Казаров К.Р. Разработка теории и методов выбора технологических параметров механизированного формирования густоты насаждения сахарной свеклы : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / К.Р. Казаров. – Воронеж, 1998. – 34 с.
9. Казаров К.Р. Обоснование густоты насаждения сахарной свеклы с использованием ЭВМ / К.Р. Казаров, С.Н. Пиляев // Комплексная технология возделывания и уборки сельскохозяйственных культур : сб. науч. тр. Воронежского СХИ. – Воронеж : ВСХИ, 1990. – С. 76–79.
10. Кардашевский С.В. Высевающие устройства посевных машин / С.В. Кардашевский. – Москва : Машиностроение, 1973. – 173 с.
11. Кардашевский С.В. Методика оценки качества распределения семян при однозерновом посеве с учетом отрицательных интервалов / С.В. Кардашевский. – Москва : ВИСХОМ, 1963. – 32 с.
12. Кардашевский С.В. О точном высеве семян кукурузы / С.В. Кардашевский // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1961. – № 2. – С. 16–19.
13. Труфанов В.В. Совершенствование процесса высева семян подсолнечника скоростными ячеисто-дисковыми высевающими аппаратами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / В.В. Труфанов. – Воронеж, 1981. – 19 с.
14. Хангильдин Э.В. Вероятностные модели расположения семян и растений в ряду / Э.В. Хангильдин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1978. – № 5. – С. 32–33.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Владимир Васильевич Василенко – 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: vladva.vasilenko@yandex.ru.

Сергей Владимирович Василенко – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: tuli-fruli@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 23.05.2019

Дата принятия к печати 20.06.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Vladimir V. Vasilenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vladva.vasilenko@yandex.ru.

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

Received May 23, 2019

Accepted June 20, 2019

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЭМБРИОНА ПТИЦ

**Александр Николаевич Судаков²
Евгений Александрович Андрианов¹
Алексей Александрович Андрианов¹
Оксана Александровна Липа²**

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

²Российский государственный аграрный заочный университет

Научные технологии позволяют значительно повышать показатели сельскохозяйственной отрасли, вместе с тем одним из лимитирующих факторов применения современных технических решений в агро-промышленном комплексе является необходимость наличия определенного уровня подготовки персонала в областях науки и техники, изучение которых выходит за рамки профильных образовательных программ. Проведены исследования особенностей применения устройств оптической регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС) эмбриона птиц, обобщены полученные данные и сформулированы основные положения применения подобных устройств в форме, доступной широкому кругу специалистов по инкубации яйца сельскохозяйственной птицы. Для определения спектра вопросов, решение которых требуется для наиболее полного понимания технологического процесса разработки и эксплуатации устройств мониторинга сердечного ритма эмбриона птиц, представлены ключевые данные по работе устройства, а также сведения о прикладном использовании показателей сердечного ритма развивающегося эмбриона. Поясняются физические и биологические факторы, влияющие на возможности мониторинга, обосновывается выбор компонентов устройства с целью снижения количества поисковых экспериментов разработчиками при самостоятельном проектировании. Приводятся данные о влиянии измерений на инкубационный режим, анализируются помехообразующие факторы техногенной и естественной природы, предлагаются готовые технические решения по каждому блоку устройства. Приводятся числовые и графические материалы, полученные в результате экспериментов на функционирующем устройстве, подтверждающие возможность применения устройства как в условиях действующего инкубатора, так и при проведении измерений под наседкой в процессе естественного насиживания. Эксперименты с использованием разработанного дистанционного датчика устройства контроля ЧСС позволили получить более подробные данные о влиянии длительности охлаждения яйца на результаты высживания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мониторинг, инкубация, технические средства контроля, усиление слабых сигналов, электронные фильтры, подавление помех, экранирование.

PECULIARITIES OF DEVELOPMENT AND OPERATION OF OPTICAL DEVICES FOR RECORDING THE HEART RATE IN AVIAN EMBRYOS

**Alexander N. Sudakov²
Evgeniy A. Andrianov¹
Aleksey A. Andrianov¹
Oksana A. Lipa²**

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

²Russian State Agrarian Correspondence University

High-tech technologies can significantly increase the performance of the agricultural industry. At the same time, one of the limiting factors in the application of modern technical solutions in the Agro-Industrial Complex is the need for a certain level of staff training in the fields of science and technology, the study of which lies beyond the scope of specialized educational programs. The authors have performed a research on the peculiarities of using optical devices for recording the heart rate (HR) of avian embryos, summarized the obtained data, and formulated the main provisions for using such devices in the form available to a wide range of specialists in incubating poultry eggs. In order to determine the range of issues that need to be solved for the most complete understanding of the technological process

of developing and operating of devices for monitoring the heart rate of avian embryos, the authors present the key data on the operation of such device, as well as the information on the applied use of heart rate values of the developing embryo. The authors explain the physical and biological factors affecting the monitoring capabilities, and substantiate the choice of device components in order to reduce the number of exploratory experiments made by developers during independent design. The article contains the data on the effect of measurements on the incubation regimen. The authors analyze the interference-generating factors of anthropogenic and environmental nature and propose off-the-shelf technical solutions for each unit of the device. Numerical and graphical materials obtained as a result of experiments with the operating device are presented. They confirm the possibility of using the device both in the conditions of an existing hatchery and when measuring under the broody hen in the process of natural hatching. Experiments using the developed remote sensor of the heart rate control device allowed obtaining more detailed data on the effect of egg cooling time on the results of hatching.

KEYWORDS: monitoring, incubation, technical means of control, amplification of weak signals, electronic filters, interference suppression, shielding.

Введение

Одним из наиболее прогрессивных способов биологического контроля инкубации является способ оптической неинвазивной регистрации показателя частоты сердечных сокращений (ЧСС) эмбриона птиц [19, 20]. Способ позволяет в режиме реального времени без повреждения скорлупы осуществлять мониторинг динамики изменений истинной температуры и уровня гипоксии эмбриона, определять реакцию эмбриона на внешние механические раздражители [8, 18, 21].

В результате экспериментов по изучению сердечной деятельности эмбриона птиц инвазивными методами была установлена зависимость сердечного ритма эмбриона от температуры, содержания кислорода в крови, воздействия внешних раздражителей [15]. Получаемые оптическим методом данные о ЧСС эмбриона совпадают с результатами, полученными инвазивными методами с применением электрокардиографии и визуальных наблюдений через вырез в скорлупе [17].

Из литературных и патентных источников известны технические решения, описывающие устройства контроля и регистрации ЧСС оптическим методом, большинство из представленных устройств предназначено для контроля и регистрации ЧСС человека [5, 9]. Несмотря на общие принципы функционирования, применение медицинских устройств для контроля ЧСС эмбриона птиц в яйце имеет ряд ограничений.

Представленные в свободном доступе материалы по специализированным решениям, позволяющим регистрировать ЧСС эмбриона в яйце, не раскрывают особенностей их разработки и эксплуатации [2, 11]. Единственная серийно выпускаемая за рубежом модель устройства регистрации ЧСС эмбриона птиц требует извлечения яйца из камеры инкубатора для проведения исследования, не предназначена для протоколирования получаемых данных, диапазон размеров исследуемого яйца ограничен предустановленными параметрами устройства [16]. Российские серийные аналоги устройств оптического контроля ЧСС эмбриона птиц отсутствуют.

С учетом инновационного характера способа и возможности его применения в исследованиях, направленных на оптимизацию режимов инкубации высокопродуктивных кроссов сельскохозяйственной птицы, предъявляющих повышенные требования к условиям инкубации, а также высокого потенциала способа для мониторинга состояния эмбриона в реальном времени авторами было разработано и изготовлено устройство оптической регистрации ЧСС, которое позволило определить особенности разработки и эксплуатации устройств оптического контроля сердечного ритма эмбриона птиц.

Несмотря на то что в научных и академических изданиях рассмотрены принципы, положенные в основу разработки подобных устройств, авторы данной статьи ставили перед собой задачу проанализировать, интегрировать и представить в общедоступной форме информацию, позволяющую широкому кругу агроинженеров разрабатывать, а зооинженеров – эксплуатировать устройства оптического контроля ЧСС эмбриона птиц.

Исследование проводилось на кафедре технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности

жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» в 2018–2019 гг.

Принцип работы устройства

Основой способа является метод фотоплетизмографии, позволяющий определять и регистрировать оптическую плотность ткани, зависящую от количества крови в исследуемом участке [9].

Изменения могут контролироваться фотоплетизмографами, состоящими из фотоприемника, источника света, усилителя и регистратора. Исследуемый участок ткани просвечивается светом, который после рассеивания (или отражения, в зависимости от положения оптопары) попадает на фотоприемник. Интенсивность света, отраженного или рассеянного исследуемым участком ткани (органа), определяется количеством содержащейся в нем крови [8].

Несмотря на визуальную прозрачность яиц со светлой скорлупой, наблюдение пульсаций сосудов аллантаиса человеческим глазом без использования технических средств не представляется возможным в связи малым значением дельты изменения значения светового потока.

Существует два типа устройств определения ЧСС эмбриона птиц, основанных на принципе фотоплетизмографии (рис. 1).

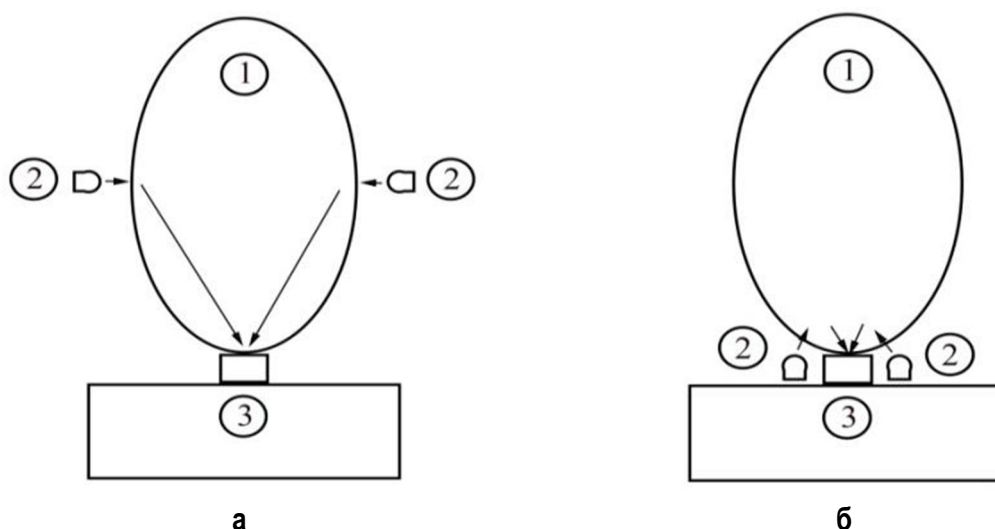


Рис. 1. Расположение на яйце (1) светодиодов (2) и фоточувствительного датчика (3):
а – проходящий свет; б – отраженный свет

Первый тип: регистрация проходящего света (рис. 1, а). В данном типе приборов источники излучения располагаются относительно фоточувствительных датчиков по схеме классического овоскопирования. Светодиоды устанавливаются на стенках светонепроницаемой камеры, в которую помещается исследуемое яйцо. Проходящий через яйцо свет регистрируется фоточувствительным датчиком, расположенным с противоположной стороны и защищенным светонепроницаемой перегородкой от прямой за светки.

Второй тип: регистрация отраженного света (рис. 1, б). В данном типе устройств источники излучения располагаются максимально близко как к скорлупе исследуемого яйца, так и к фоточувствительному датчику, отделенному светонепроницаемой перегородкой. Приборы данного типа менее требовательны к мощности источника света, однако рассчитаны на исследования яиц определенного размера, лимитируемого размерами установочной площадки.

Вследствие изменений оптической плотности ткани, вызванных прохождением крови по сосудистой сети аллантаиса, на фоточувствительный датчик поступает различное количество света, что, в свою очередь, формирует пульсирующий электрический сигнал на выходе датчика. После усиления полученный сигнал может наблюдаться визуально на экране осциллографа (рис. 2, а) или, после аналого-цифрового преобразования, обрабатываться с помощью компьютерных технологий (рис. 2, б) [6].

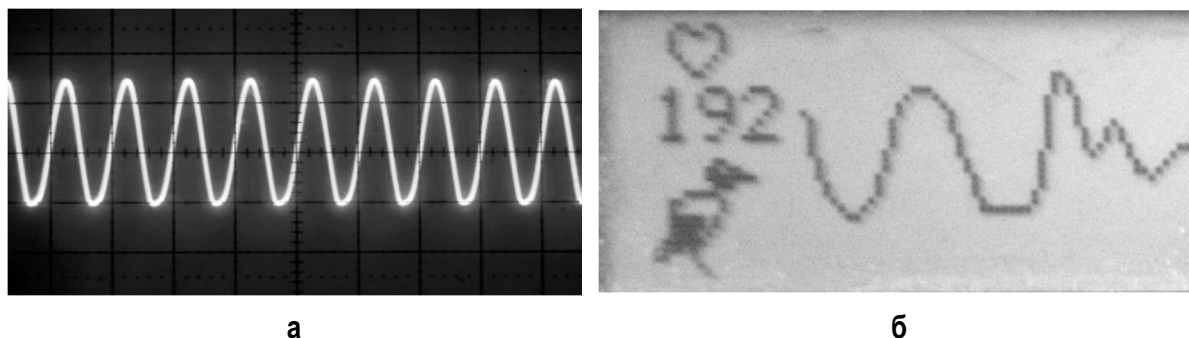


Рис. 2. Визуализация сигнала, полученного с устройства контроля ЧСС:
а – на экране осциллографа; б – на экране специализированного устройства

Несмотря на тривиальность основных решений, применяемых в устройствах оптической регистрации ЧСС эмбриона птиц, следует выделить их особенности:

- исследование осуществляется на живом эмбрионе, для нормального развития которого требуется соблюдение режима инкубации;
- регистрируемые изменения оптической плотности объекта наблюдений на ранних сроках инкубации имеют сверхмалые значения;
- условия, в которых проводятся исследования (инкубаторий), предполагают наличие большого количества электромагнитных и оптических помех;
- двигательная активность эмбриона, а в случае проведения исследований под наседкой и двигательная, и дыхательная активность наседки оказывают значительное влияние на регистрируемый показатель.

Каждая из перечисленных особенностей требует специализированных решений.

Соблюдение режима инкубации в процессе исследований

Простейшим вариантом применения способа оптического контроля ЧСС эмбриона является использование портативного устройства, в которое требуется поместить яйцо для исследования (рис. 3).



Рис. 3. Яйцо домашней курицы в камере монитора сердечного ритма «Бадди»

Недостатком данного способа является возможное влияние перемещения яйца из камеры инкубатора на получаемый результат.

Для выявления факторов, которые могут влиять на результаты исследования, нами был проведен опыт, при котором устройство контроля ЧСС с яйцом было размещено в камере инкубатора при температуре 37,8°C, а после стабилизации показателя ЧСС перемещено из инкубатора в помещение инкубатория с температурой воздуха 24°C, изменения показателя ЧСС фиксировались. Установлено, что вибрационное и световое воздействия на яйцо, связанные с перемещением яйца из камеры инкубатора, не вызывают значимого изменения ЧСС эмбриона, однако снижение температуры приводит к быстрому значительному снижению показателя ЧСС (табл. 1).

Таблица 1. Влияние продолжительности нахождения яйца при температуре 24°C на показатель ЧСС эмбриона курицы на 15-е сутки инкубации после перемещения из камеры инкубатора с температурой 37,8°C

Время, мин	0	10	20	30
ЧСС, мин ⁻¹	237	199	157	137

Эксперименты с использованием разработанного авторами дистанционного датчика устройства контроля ЧСС, закрепляемого непосредственно на яйце (рис. 4), позволили получить более подробные данные о влиянии длительности охлаждения яйца на результаты исследования (рис. 5).

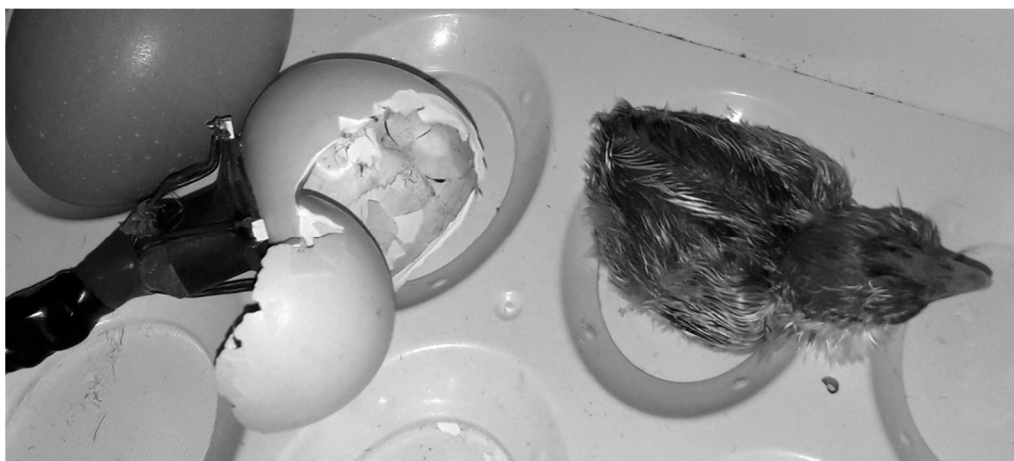


Рис. 4. Скорлупа яйца с оптическим датчиком после вылупления цыпленка

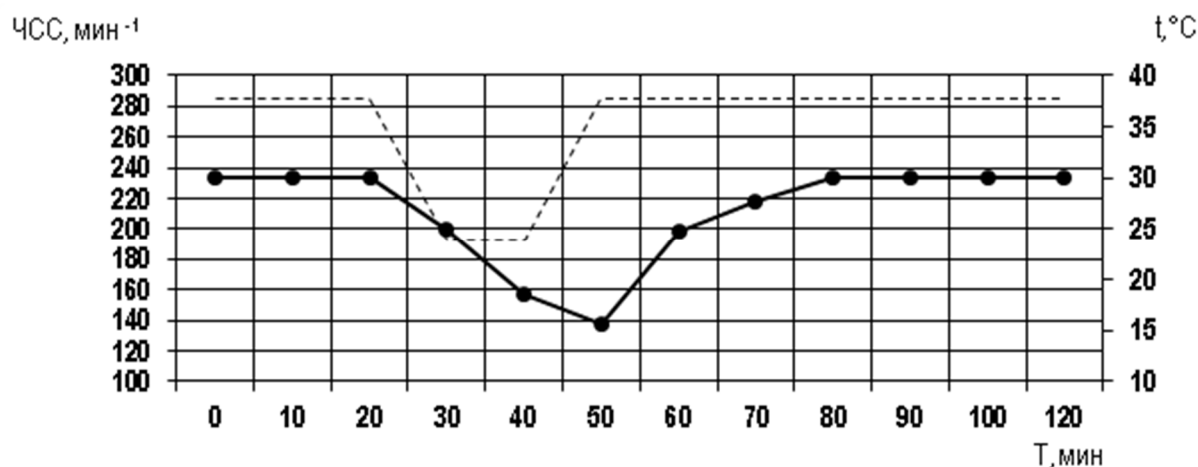


Рис. 5. График ЧСС эмбриона курицы на 15-е сутки инкубации и изменения температуры окружающего воздуха: -- ЧСС эмбриона, --- температура воздуха

В процессе опыта также было установлено, что в случае использования внешнего устройства контроля ЧСС для получения достоверного результата требуется, чтобы яйцо находилось в устройстве от нескольких секунд до минуты. Некоторое время затрачивается на открывание и закрывание инкубационного шкафа, как следствие, при измерении показателя ЧСС нескольких яиц значения полученных показателей могут быть искажены в связи с охлаждением яйца.

Следует учитывать, что при использовании дистанционного датчика в инкубаторах, осуществляющих поворот яйца посредством «перекачивания», кабель датчика может помешать повороту яйца, в инкубаторах с качающимися лотками данная проблема отсутствует.

В целях установления степени влияния соединительного кабеля на повороты яйца курицей при естественном насиживании авторами был поставлен опыт с яйцом, по экватору которого были равноудаленно друг от друга закреплены 4 датчика температуры. Результаты мониторинга за сутки естественного насиживания представлены на рисунке 6.

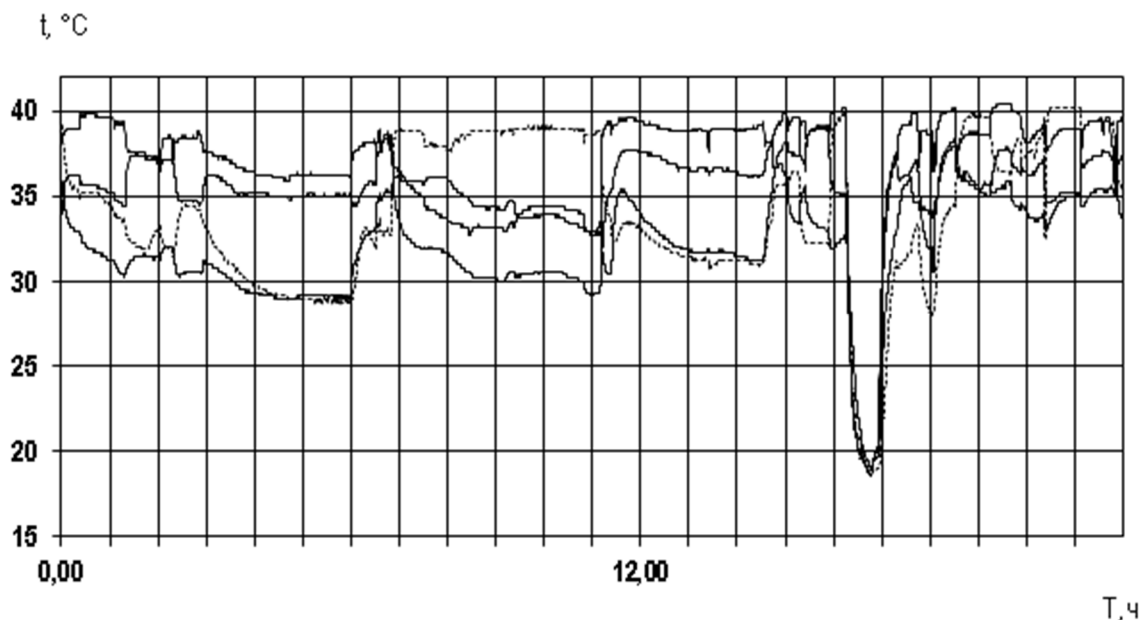


Рис. 6. График синхронного изменения показаний 4 температурных датчиков при естественном насиживании (к яйцу прикреплен гибкий электрический кабель диаметром 4 мм)

Несмотря на определенные колебания показаний, разница средних значений температуры каждого датчика не превышала $0,6^{\circ}\text{C}$, что позволяет говорить об отсутствии влияния соединительного кабеля на повороты и температурный режим яйца при естественном насиживании.

Следует отметить важность выбора места закрепления дистанционного датчика контроля ЧСС на яйцо, учитывая неравномерность распространения сосудистой сети аллантаоиса на ранних сроках инкубации: датчик целесообразно крепить на участок с наиболее развитой сосудистой сетью.

Компоненты устройства и элементная база

Сердцем устройства оптического контроля ЧСС эмбриона птиц является оптический датчик, состоящий из одного или нескольких источников света и фоточувствительного элемента. Выбор оптоэлектронных компонентов определяется физическими

свойствами яйца, его оптической плотностью, а также характеристиками применяемых компонентов. Следует учитывать, что оптическая плотность яйца снижается в процессе развития зародыша (рис. 7, а) и различна для разных спектров излучения (рис. 7, б).

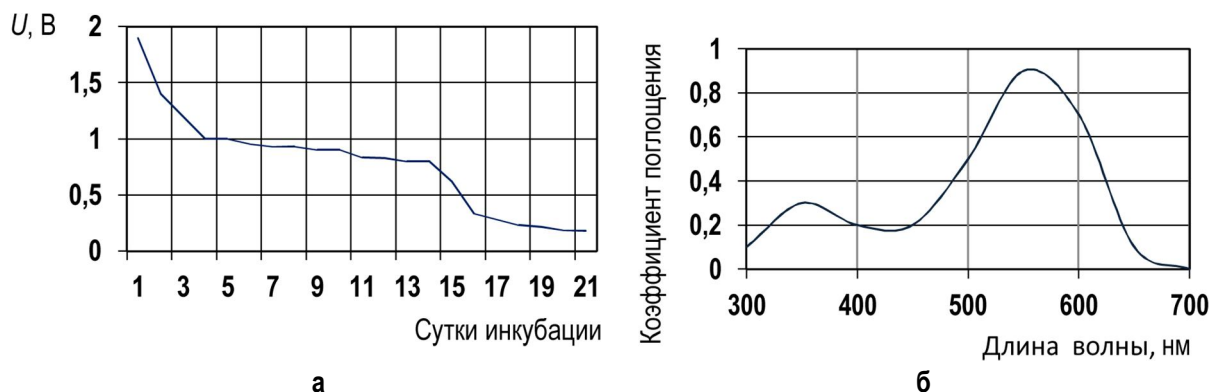


Рис. 7: а – падение напряжения на выходе первого каскада усилителя вследствие увеличения оптической плотности яйца в процессе роста эмбриона; б – кривая поглощения света гемоглобином крови птиц

С учетом доступной элементной базы авторы применяли ИК-светодиоды TSAL 5100 с длиной волны излучаемого света 940 нм, мощностью излучения 130 мВт. Учитывая тот факт, что характеристики фоточувствительных элементов имеют ограничения по интенсивности регистрируемого излучения, для расширения диапазона размеров исследуемого яйца и сроков эмбриогенеза целесообразно обеспечивать регулировку интенсивности свечения светодиодов. Возможности применения систем автоматической регулировки светимости лимитированы непериодической двигательной активностью эмбриона, значительно влияющей на оптическую плотность яйца. В исследованиях авторы применяли ручную регулировку ограничения тока в питающей цепи.

В качестве фоточувствительного датчика возможно применение любых полупроводниковых фоточувствительных элементов, а также оптических сенсоров с интегрированными операционными усилителями. Вместе с тем следует учитывать особенности каждого типа датчиков, в частности, быстродействие некоторых фоторезисторов может быть недостаточным, а удобство оптических сенсоров с интегрированными операционными усилителями может нивелироваться отсутствием возможности изменения коэффициента усиления [1, 7, 14], поэтому в исследованиях был применен высокочувствительный быстродействующий фотодиод BPW34.

Амплитуда напряжения полезного сигнала, получаемого на выходе с фотодиода, составляет десятки микровольт и требует предварительного усиления. Учитывая тот факт, что разделительный конденсатор при столь малых уровнях сигнала блокирует полезный сигнал, применялось усиление полного сигнала с постоянной составляющей. В качестве предварительного усилителя был применен специализированный малошумящий операционный усилитель МСР 604, подключенный по рекомендованной производителем схеме. Во избежание перегрузки усилителя напряжением постоянной составляющей на выходе усилителя напряжение контролировалось вольтметром.

Дальнейшее усиление сигнала до уровня, достаточного для уверенной регистрации, осуществляется любым низкочастотным усилителем, подключаемым через разделительный конденсатор.

Выбор устройств визуализации и протоколирования получаемого сигнала зависит от целей и задач исследования [3]. В качестве аналого-цифрового преобразователя

авторы использовали внешнюю акустическую карту, подключенную к персональному компьютеру через USB 2.0 порт. Обработка осциллограмм осуществлялась в акустическом редакторе Adobe Audition 1.5. Преимуществом использования внешней звуковой карты является наличие аппаратных регуляторов уровня сигнала и гальванической развязки, за счет чего в значительной степени обеспечивается безопасность персонального компьютера от выбросов напряжения, связанных с двигательной активностью эмбриона, амплитуда которых может значительно превышать амплитуду сигнала кардиогенной природы.

При проектировании электронных усилителей с высокими коэффициентами усиления обязательно применение методов подавления электромагнитных помех (экранирование, специализированная схемотехника). Вместе с тем при отладке устройства оптической регистрации ЧСС эмбриона птиц были выявлены особенности, требующие применения специализированных решений.

Оптические и электромагнитные помехи

Несмотря на экранирование корпуса усилителя и применение экранированных заземленных кабелей, связывающих оптический датчик с усилителем, условия промышленного инкубатора не позволяют в полной мере избежать электромагнитных помех частотой 50 Гц, вызванных работой механизмов, а также помех частотой 100 Гц, создаваемых мерцанием осветительных приборов в помещении. До применения активных электронных фильтров амплитуда колебаний сигнала, вызванных мерцанием осветительных приборов, превышала амплитуду полезного сигнала не менее чем на 200%.

Необходимые добротность, крутизну и частоту среза фильтра обеспечило применение фильтра Саллена-Ки (рис. 8), а учитывая, что микросхема МСР 604 разработана для применения в составе данного фильтра и имеет четыре канала, для снижения массогабаритных параметров и повышения помехоустойчивости, вследствие уменьшения количества проводников платы, в качестве активного компонента фильтра были использованы свободные каналы микросхемы МСР 604 [13].

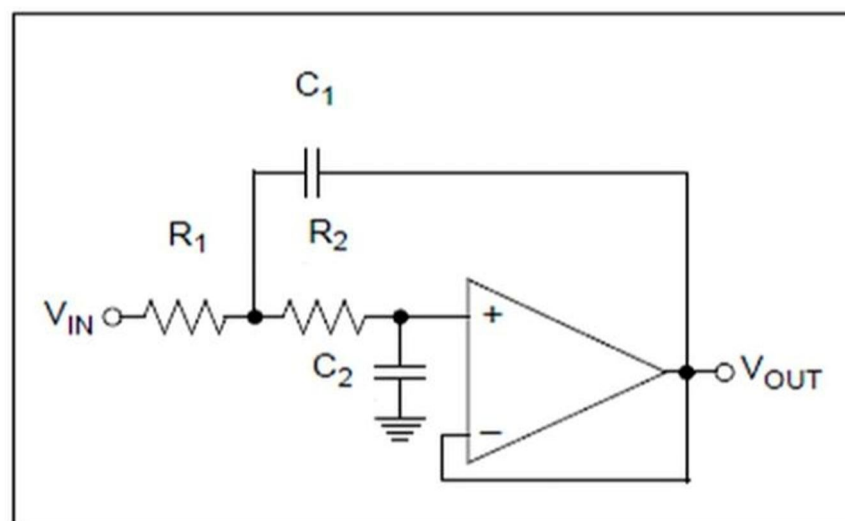


Рис. 8. Схема фильтра низкой частоты Саллена-Ки [4] на базе операционного усилителя МСР 604

Расчет частоты среза фильтра может быть выполнен по формуле (1), добротности – по формуле (2).

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}. \quad (1)$$

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}{C_2(R_1 + R_2)}. \quad (2)$$

где F_c – частота среза фильтра;

Q – добротность.

В связи с тем что максимальная ЧСС эмбриона гарантированно не превышает 600 сокращений в минуту, частота среза фильтра была установлена на 10 Гц. Расчетное соотношение сигнал – шум, определенное по формуле (3), составило 32,04 дБ.

$$SNR(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{signal}}{P_{noise}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right). \quad (3)$$

$$SNR(dB) = 20 \log_{10} (4/0,1) = 20 \cdot 1,60206 = 32,04.$$

Учитывая высокую оптическую чувствительность устройства, следует избегать включения и выключения осветительных приборов в помещении в процессе исследования.

Специфической помехой при регистрации ЧСС можно считать двигательную активность эмбриона [10] при установке датчика на яйцо при естественном насиживании, так как на результаты измерений оказывает влияние двигательная и дыхательная активность наседки.

В случае определения ЧСС методом подсчета количества сердечных сокращений за определенный период экспериментатору требуется дополнительное время для выявления участков осциллограммы, свободных от помех, вызванных двигательной активностью [12]. Вместе с тем математическая обработка получаемого сигнала с помощью программных средств спектрального частотного анализа методом быстрого преобразования Фурье позволяет фиксировать изменения ЧСС на всем протяжении эксперимента, а также выявлять и анализировать двигательную активность эмбриона [10].

Выводы

На сегодняшний день уровень общедоступной элементной базы позволяет широкому кругу специалистов, при минимальных финансовых вложениях, разрабатывать и эксплуатировать устройства неинвазивного оптического контроля ЧСС эмбриона птиц.

Представленные в статье материалы позволяют понять основные принципы функционирования оптического метода, тем самым предоставляя исследователю широкое поле для собственных экспериментов.

Учитывая, что устройства регистрации ЧСС могут решать неспецифическую задачу, а именно определять и регистрировать двигательную активность эмбриона, в свете растущего количества зарубежных публикаций о возможности повышения мясной продуктивности сельскохозяйственной птицы с помощью интенсификации двигательной активности на эмбриональной стадии развития для создания и эксплуатации описанных в статье устройств необходимы дополнительные исследования в области мониторинга двигательной активности эмбриона птиц.

Библиографический список

1. Аксененко М.Д. Приемники оптического излучения : справочник / М.Д. Аксененко, М.Л. Бараночников. – Москва : Радио и связь, 1987. – 295 с.
2. А. с. 1597173 СССР, МПК А61В 5/04, G01N 21/00, G01N 21/33 (2000.01). Способ Налбандяна-Казаряна исследования сократительной функции сердца эмбрионов птиц и рептилий ранних сроков развития и устройство для его осуществления / С.Г. Налбандян, А.В. Казарян ; заявитель и патентообладатель Ереванский государственный медицинский институт. – № 4349555/30-14 ; заявл. 27.10.1987; опубл. 07.10.1990, Бюл. № 37. – 4 с.
3. Бажухин В.И. Перспективы развития биодатчиков для медицины и биологии / В.И. Бажухин // Актуальные проблемы создания биотехнических систем : сб. науч. тр. – Москва : Изд-во АМТН, 1996. – С. 35–41.
4. Богданов Н.Г. Расчет электрических фильтров : пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н.Г. Богданов. – Москва : ВИПС, 2000. – 352 с.
5. Бунатян А.А. Перспективы применения пульсовой оксиметрии в анестезиологии и реаниматологии / А.А. Бунатян, И.И. Шитиков, Е.В. Флеров // Анестезиология и реаниматология. – 1991. – № 1. – С. 3–7.
6. Васильев В.Н. Компьютерная обработка сигналов в приложении к интерферометрическим системам : Мат. модели сигналов и шумов. Дискретизация и квантование. Спектры дискретных сигналов. Свойства преобразований Фурье и Гильберта. Рекуррент. фильтрация Калмана и Стратоновича. Регистрация экстремумов. Автосвертка сигналов / В.Н. Васильев, И.П. Гуров. – Санкт-Петербург : BHV-Санкт-Петербург, 1998. – 237 с.
7. Иванов В.И. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы : справочник / В.И. Иванов, А.И. Аксенов, А.М. Юшин. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 448 с.
8. Мониторинг температуры эмбриона птиц посредством неинвазивного контроля частоты сердечных сокращений / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Н.Я. Скользнев // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (г. Воронеж, 7–9 ноября 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I. – С. 54–60.
9. Мошкевич В.С. Фотоплетизмография (аппаратура и методы исследования) / В.С. Мошкевич. – Москва : Медицина, 1970. – 207 с.
10. Оптический метод регистрации двигательной активности эмбриона птиц / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 79–85.

11. Пат. 2665117 Российская Федерация, МПК А61В 5/0245, А61В 5/0295, А01К 43/00, А01К 45/00 (2006.01). Способ регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы и устройство для его осуществления / А.Н. Судаков и др.; заявитель и патентообладатель Российский государственный аграрный заочный университет. – № 2016115016 ; заявл. 18.04.2016 ; опубл. 28.08.2018, Бюл. № 29. – 5 с.
12. Разработка методики подсчета частоты сердечных сокращений эмбриона птиц / А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев, П.И. Дудин, О.А. Липа // Наука сегодня: вызовы и решения : матер. международной науч.-практ. конф. – Вологда, 2018. – С. 172–175.
13. Хоббс Филипп С.Д. Усилители для фотодиодов на операционных усилителях / Филипп С.Д. Хоббс // Компоненты и технологии. – 2009. – № 3. – С. 46–50 (представлен перевод статьи «Photodiode Monitoring with Op Amps», автор которой ведущий специалист фирмы Burr-Brown (Texas Instruments); перевод: Дмитрий Иоффе).
14. Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги : справочник / А.М. Юшин. – Москва : Радиософт, 1998. – 512 с.
15. Bogue J.Y. The Heart Rate of the Developing Chick / J.Y. Bogue // Journal of Experimental Biology. – 1932. – Vol. 9. – Pp. 351–358.
16. Buddy Digital Egg Monitor. User's manual. Avitronics [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.avitronics.co.uk/> (дата обращения: 02.01.2019).
17. Lierz M. Noninvasive heart rate measurement using a digital egg monitor in chicken and Turkey embryos / M. Lierz, O. Gooss, H.M. Hafez // Journal of Avian Medicine and Surgery. – 2006. – Vol. 20 (3). – Pp. 141–146.
18. Mortola J.P. Interactive effects of temperature and hypoxia on heart rate and oxygen consumption of the 3-day old chicken embryo / J.P. Mortola, K. Wills, T. Trippenbach, K. Al Awam // Comparative Biochemistry & Physiology. Part A: Molecular and Integrative Physiology/ – 2010. – Vol. 155 (3). – Pp. 301–308.
19. Mueller C.A. The Physiology of the Avian Embryo / C.A. Mueller, W. Burggren, H. Tazawa // In book: Sturkie's Avian Physiology; Edition: 6, 2015; Chapter: 32. – Publisher: Elsevier, Editors: Colin G. Scanes. – Pp. 739–766. DOI: 10.1016/B978-0-12-407160-5.00032-4.
20. Tazawa H. Cardiac rhythms in avian embryos and hatchlings / H. Tazawa // Avian Poultry Biology Reviews. – 2005. – Vol. 16. – Pp. 123–150.
21. Tazawa H. Response of egg temperature, heart rate and blood pressure in the chick embryo to hypothermal stress / H. Tazawa, S. Nakagawa // Journal of Comparative Physiology. – 1985. – Vol. 155 (2). – Pp. 195–200.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Николаевич Судаков – аспирант кафедры биоэкологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», Россия, г. Балашиха, e-mail: ansudak@gmail.com.

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

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

Оксана Александровна Липа – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и электротехнических систем ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», Россия, г. Балашиха, e-mail: okslipa@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 18.03.2019

Дата принятия к печати 26.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexander N. Sudakov, Postgraduate Student, the Dept. of Bioecology, Russian State Agrarian Correspondence University, Russia, Balashikha, e-mail: ansudak@gmail.com.

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

Aleksey A. Andrianov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processes of Processing Industries, Agricultural Mechanization and Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: alexey739@gmail.com.

Oksana A. Lipa, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Electrical Equipment and Electrical Systems, Russian Agrarian Correspondence University, Russia, Balashikha, e-mail: okslipa@yandex.ru.

Received March 18, 2019

Accepted April 26, 2019

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕГИОНА

**Юлия Николаевна Коваленко
Андрей Валерьевич Улезько**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Управление развитием социально-экономических систем предлагается рассматривать как управление процессами их изменения. Отмечается, что именно корректировка структуры экономических систем представляется одним из самых доступных и эффективных адаптационных инструментов, обеспечивающих их приспособление к объективно протекающим изменениям внешней среды и позволяющих преодолевать различного рода дисбалансы и сглаживать объективно существующие противоречия, связанные с несовпадением интересов субъектов внутрисистемных взаимодействий. Раскрывается объективный характер непрерывности структурных изменений агропродовольственных комплексов как социально-экономических систем в ходе их эволюционного развития в рамках процессов саморазвития и самоорганизации. Утверждается, что масштабность и длительность процессов инициации и протекания структурных изменений обуславливают необходимость их отнесения к компетенции стратегического управления развитием территориально-отраслевых образований и определяет уровень последствий тех или иных структурных сдвигов в долгосрочной перспективе. Дается критический анализ содержания Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 г. в части развития агропродовольственного комплекса региона. Делается вывод о необходимости разработки Стратегии развития агропродовольственного комплекса Воронежской области, позволяющей обеспечить взаимоувязку задач отраслевого и территориального развития, обосновать направления требуемых структурных изменений аграрного сектора региона, системы размещения аграрного производства и предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, а также создать условия для реализации кластерной модели развития. Раскрывается круг функциональных задач, связанных с разработкой стратегий развития агропродовольственных комплексов регионального уровня. Обосновываются приоритетные направления повышения эффективности государственного управления развитием агропродовольственного комплекса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агропродовольственный комплекс, управление, структурные изменения, стратегия развития, Воронежская область.

STRATEGIC ASPECTS OF IMPROVING THE MANAGEMENT EFFICIENCY IN THE REGIONAL AGRI-FOOD COMPLEX

**Yuliya N. Kovalenko
Andrey V. Ulez'ko**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Management of development of socio-economic systems is proposed to be considered as management of the processes of their changes. It is noted that the adjustment of structure of economic systems is precisely one of the most accessible and efficient adaptation tools. It ensures the adaptability of those systems to objective external changes, allows overcoming various imbalances, and smoothes over the objectively existing contradictions associated with the discrepancy of interests of subjects of intrasystem interactions. The authors reveal the objective nature of continuity of structural changes in agri-food complexes as socio-economic systems in the course of their evolutionary development within the framework of self-development and self-organization processes. It is stated that the scale and duration of processes of initiation and progress of structural changes necessitate their attribution to the competence of strategic management of development of territorial and sectoral entities and determine the level of consequences of certain structural changes in the long term. The authors present a critical analysis of the content of the Strategy for Socio-Economic Development of Voronezh Oblast for the Period Until 2035 in terms of development of the region's agri-food complex. It is concluded that a strategy for the development of the agri-food complex of Voronezh Oblast needs to be designed. It will allow ensuring the interconnection of tasks of sectoral and territorial development and substantiating the directions of the required

structural changes in the agrarian sector of the region, the system of locating the agrarian production and food and processing enterprises. It will also allow creating the conditions that enable the implementation of cluster model of development. The authors disclose the range of functional tasks associated with the design of development strategies for agri-food complexes at the regional level. Priority directions for increasing the efficiency of state control of development of the agri-food complex are substantiated.

KEYWORDS: agri-food complex, management, structural changes, development strategy, Voronezh Oblast.

Управление развитием социально-экономических систем целесообразно рассматривать как управление процессами их изменения. В первую очередь это связано с необходимостью управления структурными изменениями, ориентированными на поддержание в долгосрочной перспективе оптимальных пропорций между структурными элементами системы, позволяющих максимально полно использовать потенциал развития территориально-отраслевых комплексов за счет перераспределения ресурсов между отдельными отраслями и территориями, влияния на корректировку производственного направления хозяйствующих субъектов различного уровня, модернизации системы инфраструктурного обеспечения локализованных территорий, формирования условий перехода на инновационно-ориентированную модель развития, определяющую направления и интенсивность структурных сдвигов в соответствии с меняющейся парадигмой общественного развития.

В современной экономической литературе управление изменениями, как правило, рассматривается в контексте управления хозяйствующими субъектами различного уровня [1, 3, 4, 6, 10, 12] и ограничивается изучением вопросов их адаптации к естественным изменениям среды функционирования через модернизацию системы управления отдельными бизнес-процессами. Но если наличие эффективных инструментов управления изменениями хозяйствующих субъектов считается объективно необходимой составной частью механизма управления, то применительно к системам мезо- и макроуровня проблемы управления изменениями рассматриваются относительно нечасто, тогда как без четкого понимания необходимости цели изменений, их направления, глубины и степени интенсивности эффективно управлять развитием сложных социально-экономических систем представляется невозможным.

Если считать, что эволюция социально-экономических систем происходит на основе принципов саморазвития и самоорганизации, то становится очевидным, что управление процессами количественных и качественных изменений имеет ярко выраженную адаптационную направленность, а объектами различных адаптационных корректировок традиционно являются совокупность целей, содержание функционала системы, ее структурное построение и экономические границы. Следует отметить, что именно корректировка структуры экономической системы представляется одним из самых доступных и эффективных адаптационных инструментов, обеспечивающих ее приспособление к объективно протекающим изменениям внешней среды и позволяющих преодолевать различного рода дисбалансы и сглаживать объективно существующие противоречия, связанные с несовпадением интересов субъектов внутрисистемных взаимодействий. Предполагая неизменность глобальных целей развития конкретной социально-экономической системы на конкретном этапе ее эволюции, можно утверждать, что в совокупности изменений системы, обеспечивающих возможности достижения поставленных целей, особое место должны занимать именно структурные изменения.

Объективный характер непрерывных структурных изменений агропродовольственных комплексов как социально-экономических систем в ходе их эволюционного развития объясняется необходимостью:

- адекватного реагирования на эволюционные изменения самих систем, связанные с корректировкой локальных целей и задач развития, функций, границ и отдельных параметров;

- поддержания способности систем удовлетворять экономические интересы формирующих их субъектов и обеспечивать баланс их интересов для преодоления внутренних противоречий;
- постоянной адаптации к изменениям объемов и структуры общественных потребностей с учетом тенденций развития аграрного рынка и изменений конкурентной среды;
- поддержания оптимальной траектории развития, создающей условия для достижения стратегических целей развития при обеспечении минимального уровня инвестиционных и операционных затрат;
- максимально эффективного использования механизмов государственного регулирования и государственной поддержки развития отдельных отраслей и территориальных образований, формирующих агропродовольственные комплексы различных уровней.

Исследуя вопросы управления структурными изменениями в системе аграрного производства, Ю.И. Шмидт [11] предлагает рассматривать структурные изменения в контексте структурных сдвигов, определяя их как целенаправленную корректировку структурного построения аграрного сектора, системы межсубъектных связей и отношений, соотношений между формирующими его элементами, возможностей системы по производству экономических благ, механизмов балансирования интересов экономических субъектов в рамках границ системы, осуществляющуюся с учетом воздействия разнородных факторов и приводящую к ожидаемым положительным изменениям системы. При этом Ю.И. Шмидт указывает на двойственную природу структурных сдвигов, отмечая, что они одновременно являются как специфическим фактором и результатом эволюции системы, так и инструментом реализации потребностей совокупности субъектов, формирующих агроэкономические системы различного уровня.

Сложность структуры агропродовольственного комплекса и неоднородность формирующих его элементов по уровню и темпам развития существенно усложняют функционал системы управления данным типом территориально-отраслевых образований и требуют формирования и использования специальных механизмов, реализующих функции стратегирования изменений, обоснования направлений и глубины необходимых структурных сдвигов, координации процессов их протекания и согласования деятельности субъектов агропродовольственного комплекса, реализующих программу стратегических изменений. К функциям системы управления развитием агропродовольственного комплекса относится и задача формирования условий, обеспечивающих разрешение объективных противоречий, существующих между субъектами агропродовольственного комплекса, а также между воспроизводственным потенциалом территориально-отраслевых образований и растущими общественными потребностями. Основным инструментом сглаживания этих противоречий является управление процессами распределения и перераспределения экономических ресурсов между структурными элементами агропродовольственного комплекса, являющимися объектами управления системой аграрного производства и сельского развития.

В современных условиях ключевым фактором, задающим вектор структурных изменений и определяющим глубину структурных сдвигов, можно считать качество конкурентной и институциональной среды. Базовым институтом, влияющим на уровень развития конкурентной среды и формирующим условия предоставления преференций тем или иным экономическим агентам, принято считать государство, реализующее функции макрорегулятора экономических процессов в рамках использования таких инструментов, как бюджетная, кредитная, налоговая, антимонопольная, аграрная и прочие политики, государственные целевые программы и другие средства непосредственного влияния на создание равных условий доступа всех субъектов аграрного сек-

тора к ресурсам и факторам производства, безбарьерного выхода на рынки произведенной продукции и пр. Именно государство должно играть роль естественного инициатора процессов изменений структуры управляемых им систем, поддерживая развитие конкретных отраслей и территорий, демонстрируя свои стратегические планы по развитию определенных форм агробизнеса [2, 5, 8, 9].

Очевидно, что инициация и проведение масштабных структурных изменений возможно лишь при наличии адекватных механизмов финансового обеспечения и соответствующих объемов финансовых средств, которые могут быть распределены между субъектами, формирующими систему, в соответствии со стратегией ее развития. Следует также учитывать, что трансформация структуры системы, обеспечивающая генерацию позитивных трансформационных эффектов, связана, главным образом, с модернизацией технико-технологической базы производственной системы, реализуемой в виде совокупности инвестиционных проектов. То есть инвестиционные ресурсы приобретают статус ключевых ресурсов и становятся эффективным инструментом регулирования процессов структурных сдвигов в системе общественного производства.

Одним из самых эффективных инструментов регулирования инвестиционных процессов является программно-целевой метод, предполагающий обоснование целей развития территориально-отраслевых систем и их отдельных элементов, мероприятий, связанных с их достижением, сроков их реализации и финансового обеспечения. Данный метод эффективен при решении как комплексных задач макроэкономического и регионального уровня, так и локальных задач отраслевого или территориального развития.

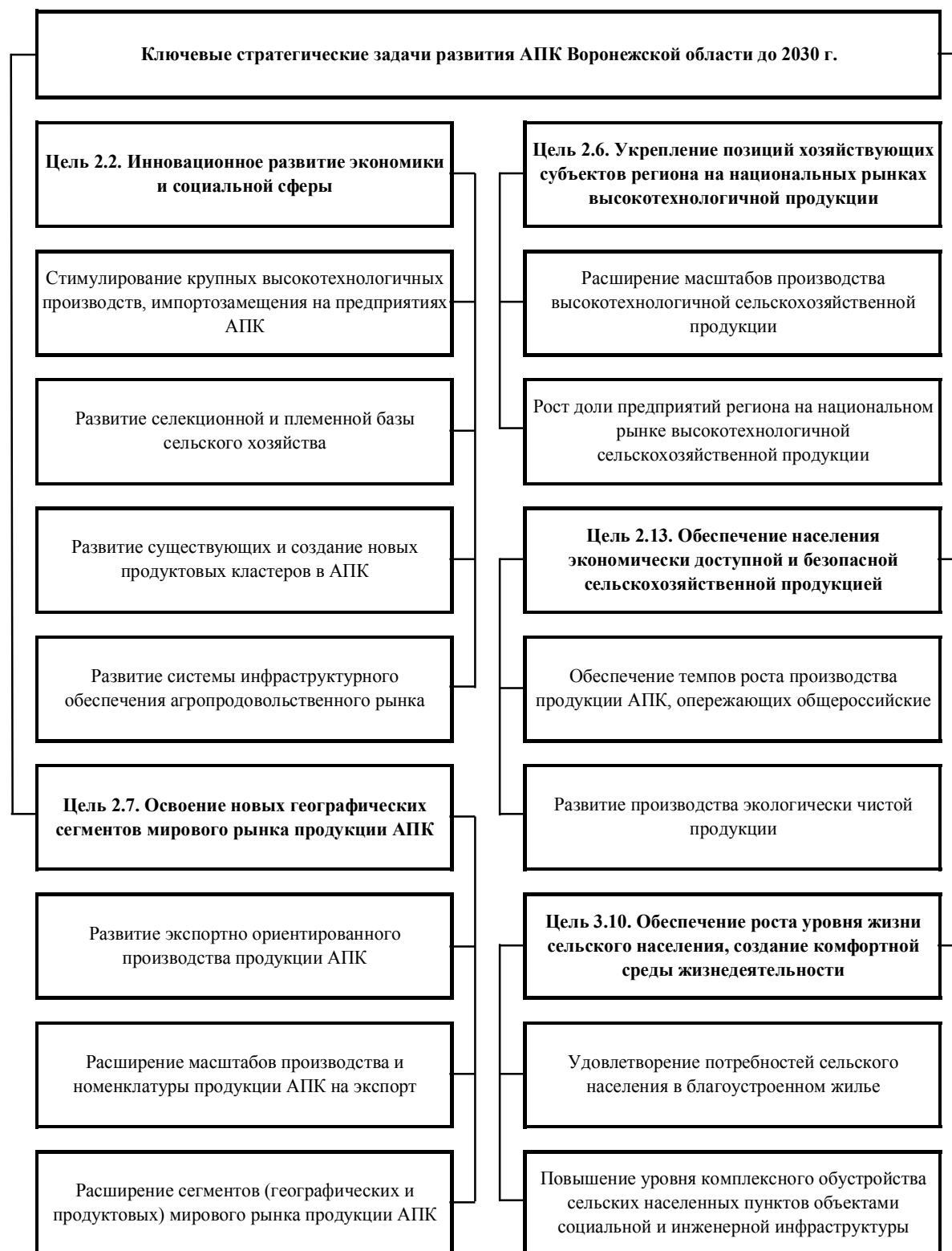
Совокупность государственных целевых программ ориентирована на реализацию государственной стратегии социально-экономического развития общества, демонстрируя приоритеты развития территорий и отраслей и уровень государственной поддержки различных направлений этого развития. В рамках государственных целевых программ принято разрабатывать региональные и ведомственные целевые программы, детализирующие совокупность мероприятий по достижению экономических, социальных, экологических и других целей развития с учетом объемов и сроков их финансирования.

Целью управления структурными изменениями аграрного сектора является формирование оптимальной структуры и поддержание пропорций между структурными элементами, позволяющих максимизировать эффективность сельского хозяйства за счет государственного регулирования процессов развития территориально-отраслевых комплексов, влияния на продуктовую ориентацию субъектов крупного, среднего и малого предпринимательства, развития системы инфраструктурного обеспечения, активизации инновационной деятельности в агропродовольственном комплексе.

Масштабность и длительность процессов инициации и протекания структурных изменений объективно обуславливают необходимость их отнесения к компетенции стратегического управления развитием территориально-отраслевых образований.

В Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 г. [7] в качестве стратегических приоритетов определены: повышение уровня и улучшение качества жизни населения; развитие наукоемких и высокотехнологичных отраслей, экспортно-ориентированного промышленного и сельскохозяйственного производства; развитие транспортно-логистической структуры; сохранение культурно-исторического наследия и реализация туристско-рекреационного потенциала; сбалансированное пространственное развитие региона. Но как самостоятельный объект государственного управления агропродовольственный комплекс региона описан лишь фрагментарно в рамках раскрытия стратегических целей второго уровня при описании перспектив инновационного развития экономики, укрепления позиций хозяйствующих субъектов Воронежской области на национальных рынках сельскохозяйственной про-

дукции, обеспечения населения экономически доступной и безопасной сельскохозяйственной продукцией, освоения новых географических сегментов мирового рынка продукции агропромышленного комплекса и обеспечения роста уровня жизни сельского населения в рамках подраздела 5.2. Развитие агропромышленного комплекса (см. рис.).



Ключевые задачи развития АПК региона, определенные в Стратегии социально-экономического развития Воронежской области [7]

Декларативный характер поставленных перед агропродовольственным комплексом региона стратегических задач и малое число индикаторов его развития требуют разработки Стратегии развития агропродовольственного комплекса Воронежской области, позволяющей обеспечить взаимоувязку задач отраслевого и территориального развития и обосновать направления требуемых структурных изменений аграрного сектора региона, системы размещения сельскохозяйственного производства и предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, условий формирования продуктовых кластеров, реализации аграрного потенциала региона в условиях обострения конкуренции между отраслями сельскохозяйственного производства за ресурсы и средства государственной поддержки.

Разработка стратегии развития агропродовольственного комплекса предполагает реализацию определенных концептуальных положений, предусматривающих обоснование объектов стратегического управления, проведение количественной и качественной оценки их текущего состояния, выявление закономерностей их эволюции, осмысление вероятных гипотез и концепций позитивных изменений, выбор адекватных методов и рациональных инструментов, позволяющих реализовать многосценарный подход при обосновании стратегических возможностей развития управляемых подсистем.

Агропродовольственный комплекс как агропродовольственная система представляет собой специфический многоуровневый и сложно структурированный объект управления, объективно требующий рационального сочетания стратегий отраслевого и территориального развития. Современная модель развития аграрной экономики и сельских территорий, сформировавшаяся в ходе радикальных экономических реформ, находится в глубоком противоречии с фундаментальными интересами и потребностями значительной части сельского населения и сельскохозяйственных производителей. Именно ее противоречивый характер провоцирует рост комплекса социально-экономических проблем села, к которым относятся: деформация его демографической структуры, усиление оттока экономически активного сельского населения, низкие темпы диверсификации сельской экономики, сжатие инфраструктуры здравоохранения и образования, критически низкий уровень наполняемости бюджетов сельских поселений и муниципальных районов и т. д. Высокий уровень депрессивности сельской экономики и сельских сообществ в отдельных регионах страны угрожает эффективному использованию потенциала сельских территорий России и сохранению социального контроля над ними, а также обуславливает самовоспроизводящееся падение уровня жизни значительной части сельского населения.

Разработка стратегий развития агропродовольственных комплексов регионального уровня предполагает решение таких задач, как: обоснование теоретических и методологических аспектов процессов сбалансированного сельского развития, отражающих его структуру и содержание, а также специфику существующих и перспективных моделей территориально-отраслевого развития; изучение современных проблем развития аграрной экономики, выявление закономерностей, тенденций и взаимосвязей развития аграрного сектора и сельских территорий, а также системы противоречий, возникающих при несогласованности стратегий отраслевого и территориального развития; проведение типологизации территориальных образований с учетом сложившихся аграрной структуры, уровней развития аграрного производства и сельских территорий; разработка методического и инструментального обеспечения исследования процессов территориально-отраслевого развития агропродовольственных систем на основе использования комплекса статистических, имитационных и оптимизационных моделей; обоснование перспективных параметров развития региональных агропродовольственных комплексов на основе использования типизированных моделей территориально-отраслевого развития.

Предлагаемый концептуальный подход к разработке стратегии развития агропродовольственных комплексов различного уровня предусматривает: раскрытие состава, структуры и функций системы управления развитием агропродовольственного комплекса и обоснование направлений ее совершенствования; оценку закономерностей и тенденций изменения структуры аграрного сектора территориальных образований и взаимосвязей развития аграрного производства и сельских территорий; актуализацию совокупности задач развития агропродовольственного комплекса в среднесрочной и долгосрочной перспективе с учетом дифференциации территориальных образований по уровню экономического развития; построение теоретических и эмпирических моделей комплексного развития агроэкономических систем различного уровня; разработку механизма согласования интересов субъектов аграрных отношений в рамках управления процессами территориально-отраслевого развития; разработку типовых моделей сбалансированного территориально-отраслевого развития региональных агропродовольственных комплексов; разработку комплекса статистических, имитационных и оптимизационных моделей, позволяющих обосновывать прогнозные параметры сбалансирования развития региональных агропродовольственных комплексов.

К числу основных направлений повышения эффективности государственного управления развитием регионального агропродовольственного комплекса предлагается относить:

- разработку стратегии территориально-отраслевого развития и структурных сдвигов в агропродовольственном комплексе;
- разработку целевых программ развития отраслей агропродовольственного комплекса и отдельных территорий;
- обеспечение баланса интересов субъектов агропродовольственного комплекса и сглаживание противоречий между ними;
- сокращение дифференциации районов области по уровню экономического и социального развития;
- повышение результативности функционирования региональной инновационной системы;
- формирование условий развития государственно-частного партнерства в сфере агробизнеса и развития сельских территорий;
- формирование условий реализации кластерной модели развития агропродовольственного комплекса региона;
- формирование инфраструктуры развития (производственной, социальной, рыночной, инженерной и др.);
- развитие обеспечивающих подсистем (нормативно-правового, финансового, научного, информационного, кадрового обеспечения);
- разработку стратегии цифровой трансформации агропродовольственного комплекса и системы управления его развитием.

В этом контексте основные функции механизма управления развитием регионального агропродовольственного комплекса будут заключаться в следующем:

- обосновании целевых параметров развития объекта управления и его отраслевых и территориальных элементов и оптимальной траектории развития, обеспечивающей достижение установленных целей;
- обосновании направлений и глубины структурных сдвигов, необходимых для выхода на оптимальную траекторию развития;
- формировании адекватной системы инфраструктурного обеспечения процессов отраслевого и территориального развития объекта управления, благоприятной конкурентной среды и условий сбалансированного развития;

- непрерывном мониторинге процессов развития объекта управления, оценке эффективности структурных изменений и эффективном использовании инструментов адаптации объекта управления к изменениям среды его функционирования и др.

Эффективность системы государственного управления развитием агропродовольственного комплекса определяется ее способностью обеспечивать оптимальность траектории развития объекта управления и протекания структурных сдвигов, необходимых для достижения стратегических целей развития.

Библиографический список

1. Адизес И.К. Управляя изменениями. Как эффективно управлять изменениями в обществе, бизнесе и личной жизни / И.К. Адизес ; пер. с англ. В. Кузин. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 224 с.
2. Гятов А.В. Анализ базовых стратегий развития сельского хозяйства в регионе / А.В. Гятов, О.В. Колесникова // Terra Economicus. – 2008. – Т. 6, № 1–2. – С. 98–101.
3. Кирьянова А.А. Эволюция теории управления изменениями / А.А. Кирьянова // Master's Journal. – 2016. – № 1. – С. 402–408.
4. Кривцов А.И. Концепции управления изменениями / А.И. Кривцов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–3. – С. 572–577.
5. Курносова Н.С. Стратегия формирования и развития системы информационного обеспечения управления аграрным производством / Н.С. Курносова, А.П. Курносов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 166 с.
6. Мильнер Б.З. Концепция организационных изменений в современных компаниях / Б.З. Мильнер // Проблемы теории и практики управления – 2006. – № 1. – С. 27–34.
7. О стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года : закон Воронежской области от 20 декабря 2018 г. № 168-ОЗ // Официальный сайт Воронежской областной Думы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://217.25.235.148/vi_soz/zakon/168z18.pdf (дата обращения: 08.01.2019).
8. Реймер В.В. Концептуальный подход к разработке стратегии инновационного развития АПК Дальнего Востока / В.В. Реймер, А.В. Улезько // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 1. – С. 20–26.
9. Северина Ю.Н. Особенности агропродовольственного комплекса как объекта управления / Ю.Н. Северина, А.В. Улезько // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 9. – С. 54–61.
10. Управление изменениями / В.К. Крутиков, Т.В. Дорожкина, Ю.В. Зайцев, О.В. Федорова. – Калуга : Изд-во ИП Шилин «Эйдос», 2014. – 85 с.
11. Шмидт Ю.И. Структурные сдвиги в аграрном секторе экономики (на материалах Тверской области) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Ю.И. Шмидт. – Москва, 2014. – 23 с.
12. Шутова Ж.С. Управление стратегическими изменениями в современных условиях / Ж.С. Шутова // Аппеля науки. – 2018. – Т. 7, № 6 (22). – С. 717–720.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Юлия Николаевна Коваленко – аспирант кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: iomas@agroeco.vsau.ru.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.03.2019

Дата принятия к печати 12.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Yuliya N. Kovalenko, Postgraduate Student, 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: iomas@agroeco.vsau.ru.

Andrey V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Received March 16, 2019

Accepted April 12, 2019

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОГО ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Александр Вячеславович Котарев

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Современные условия рыночного хозяйствования, а также система организации предпринимательской среды требуют от предприятий мясоперерабатывающего производства особого клиентоориентированного подхода, который будет способен максимально полно удовлетворить потребительские запросы современного покупателя относительно качества, безопасности, разнообразия ассортимента, физической и экономической доступности мяса и мясных продуктов. Несовершенство и открытость конкурентной среды рынка обуславливают тот факт, что менеджмент отраслевых компаний уделяет особое внимание не только вопросам внутреннего производственного менеджмента, но и вопросам внешней конкурентной борьбы за соответствующие каналы сбыта продукции. Все это требует создания и использования весьма эффективных и действенных инструментов в контексте реализации единой маркетинговой стратегии поведения предприятия в соответствующем рыночном сегменте. Объектом исследования выступило региональное предприятие мясной промышленности – ООО «Мясокомбинат «Бобровский». По результатам проведенного анализа стратегических планов управленческих структур и отчетных материалов предприятия были предложены и экономически обоснованы бизнес-решения, ориентированные на повышение конкурентных позиций предприятия за счет расширения ассортиментной линейки выпускаемой продукции и освоения перспективных рыночных ниш мясной продукции как региона, так и ближайших субъектов РФ, сущность которых заключалась в проектировании цеха рубленых полуфабрикатов из мяса свинины и говядины. Расчеты технико-экономических показателей доказывают рыночную перспективность и экономическую целесообразность реализации данного типа проекта (рентабельность продукции – 26,4%, эффективность капитальных вложений – 6,5 руб., срок окупаемости проекта – 2 мес.). Результаты исследования сильных и слабых сторон, а также потенциальных рисков и реальных возможностей предлагаемых бизнес-решений доказали целесообразность освоения данного рыночного сегмента, на котором предприятие будет иметь явные конкурентные преимущества, что позволит ему занять лидирующие позиции и успешно конкурировать с другими предприятиями, поставляющими на рынок аналогичную продукцию, а также нарастить доходность и капитализацию производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: предприятие мясной промышленности, рынок мясных полуфабрикатов, бизнес-решения, экономическая эффективность, рентабельность.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF MEAT FOOD SUBCOMPLEX IN MODERN CONDITIONS OF MARKET ECONOMY

Alexander V. Kotarev

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Modern conditions of market economy, as well as the system of organization of business environment require meat processing enterprises to utilize a special customer-oriented approach that will provide a full satisfaction of consumer needs of modern customers in terms of quality, safety, diversity of products, physical accessibility and affordability of meat and meat products. The imperfection and openness of competitive market environment determine the fact that the management of sectoral companies pays special attention not only to the matters of internal production management, but also to the issues of external competition for the appropriate sales channels. All this requires creating and using highly effective and efficient tools in the context of implementation of a unified marketing strategy of enterprise behavior in the relevant market segment. The object of research was the regional meat industry enterprise ООО Bobrovsky Meat Processing Plant. Based on the results of analysis of reporting materials and strategic plans of management structures

of the enterprise the authors have proposed and economically substantiated the business solutions aimed at improving the competitive position of the enterprise by expanding the product range and mastering the promising market niches of meat products both within the region and the nearest territorial entities of the Russian Federation. The essence of the proposed solutions was to design a production unit for producing chopped semi-finished pork and beef products. The calculations of technical and economic parameters prove the market prospects and economic feasibility of implementing this type of project (product profitability of 26.4%; capital efficiency of 6.5 rubles; project payback period of 2 months). The results of analyzing the strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT analysis) of the proposed business solutions proved the feasibility of mastering the mentioned market segment, in which the company will have clear competitive advantages that will allow it to take a leading position and successfully compete with other enterprises supplying similar products to the market. It will also increase the profitability and capitalization of production. KEYWORDS: meat industry enterprise, semi-finished meat products market, business solutions, economic efficiency, profitability.

Проведенная оценка уровня инновационного развития региональных предприятий мясопродуктового подкомплекса АПК показала, что лидирующую позицию занимает ООО «Мясокомбинат «Бобровский». Стоит отметить, что это обусловлено, прежде всего, проведенной комплексной реконструкцией и модернизацией предприятия в период 2006–2007 гг. На текущий момент ООО «Мясокомбинат «Бобровский» является современным предприятием европейского уровня, лидером по производственным мощностям мясоперерабатывающего сектора Воронежской области. Предприятие выпускает мясную продукцию из свинины, говядины, колбасные изделия, а также мясные цельномышечные продукты и свиную тушенку в жестяных банках. Рынок поставок товара весьма широк, но основной объем реализуется через дистрибьюторскую сеть таких городов, как Воронеж, Бобров, Бутурлиновка и Лиски. Также имеются каналы сбыта готовой мясной продукции по всему Черноземью.

Данное предприятие имеет устойчивые конкурентные позиции на отраслевом рынке в сравнении с рядом других предприятий мясного производства как регионального, так и макроуровня. В данном контексте отметим, что ежедневно на комбинате убивают до 3 тыс. свиней, а общая производственная мощность комбината в убойной массе составляет 225 т/сут. Также предприятие оснащено современными линиями упаковки продукции в вакуум и газовую среду. В настоящее время предприятие выпускает достаточно широкий ассортимент продукции: вареные, полукопченые, сырокопченые колбасы, мясные деликатесы, мясные изделия для гриля (сосиски, сардельки, шпикачки), мясные чипсы и тушенку. Но, как показали исследования рыночных тенденций и потребительских предпочтений, на текущий момент актуальным становится вопрос производства именно охлажденных и замороженных мясных полуфабрикатов, что и предопределило ход и логику предметной области настоящего исследования, а именно проработку управленческих решений, направленных на повышение экономической устойчивости, эффективности и укрепление рыночных позиций в условиях нарастания конкуренции и тенденций кризисных явлений в данном потребительском сегменте.

В исследовании нашли применение такие методы, как наблюдение, сравнение, анализ, синтез, формализация и логическое моделирование. Использовались ситуационные, логические и процессные подходы, а также статистическая информация различных информационно-аналитических агентств в области исследования продовольственного рынка, официальные данные и отчетная документация объекта исследования, характеризующая степень финансовой устойчивости и уровень его экономического развития в современных условиях предпринимательства.

По данным экспертно-аналитических и информационных агентств, а также отраслевых союзов и ассоциаций, около половины всего мяса, реализуемого на потребительском рынке РФ (отечественного и импортного производства), продается в сыром виде, около 30% используется для выработки колбасных изделий, 15% идет на производство мясных полуфабрикатов (охлажденных и замороженных) и 5% – на выпуск мясных, мясорастительных и растительно-мясных консервов [1].

Мясные полуфабрикаты – это весьма разнообразный продукт, его производят практически из любого мясного сырья, включая и субпродукты. Сегодня на современном рынке ассортимент данной категории мясных изделий насчитывает более 40 позиций. С точки зрения способа реализации мясные полуфабрикаты могут быть охлажденными и замороженными, в упаковке и на развес. С позиции технологии производства все мясные полуфабрикаты можно разделить на следующие группы: натуральные – крупные и мелкокусковые изделия, выработанные преимущественно из охлажденного мясного сырья; панированные – готовые к термической обработке изделия из свежего и размороженного мясного сырья, покрытые сухарной крошкой; рубленые – продукция из низкосортного мясного сырья, часто с добавлением хлеба и пряностей. Сегодня на отечественном рынке широкое распространение получили полуфабрикаты смешанного типа с добавлением теста и в меньшей степени овощей [3].

Анализ свидетельствует о том, что мясная продукция отечественного производства лидирует и занимает на потребительском рынке более конкурентные позиции, чем аналоги импортного производства, что объясняется чисто экономическим фактором – более приемлемой ценой. Стоит отметить, что последнее обусловлено по большей части государственными мерами защиты отечественных товаропроизводителей (таможенные пошлины) и более низкими транспортно-логистическими издержками (сырьевые зоны, производственные мощности и рынки сбыта находятся в пределах одного экономико-географического пространства).

Исследование текущего состояния рынка мясных полуфабрикатов РФ показало, что в период 2013–2017 гг. продажи мясных полуфабрикатов выросли на 24,4% (увеличение с 2,46 до 3,06 млн т). Значение показателя увеличивалось ежегодно, наиболее интенсивный прирост пришелся на 2015 г., когда продажи увеличились на 6,8% к уровню 2014 г. За период 2016–2017 гг. темпы прироста немного замедлились. Также необходимо отметить, что за этот же период наибольший объем продаж мясных полуфабрикатов на отечественном рынке приходился на сектор розницы (рис. 1). Доля этого сектора в структуре продаж в среднем за рассматриваемый период составляла 50%. Так, за 2013–2017 гг. розничные продажи мясных полуфабрикатов выросли на 31,1% (с 2,09 до 2,74 млн т). На долю сектора HoReCa (Hotel, Restaurant & Café) приходилось в среднем 15% продаж. Этот сегмент развивается быстрее всех благодаря распространению и популярности еды типа фаст-фуда [2].

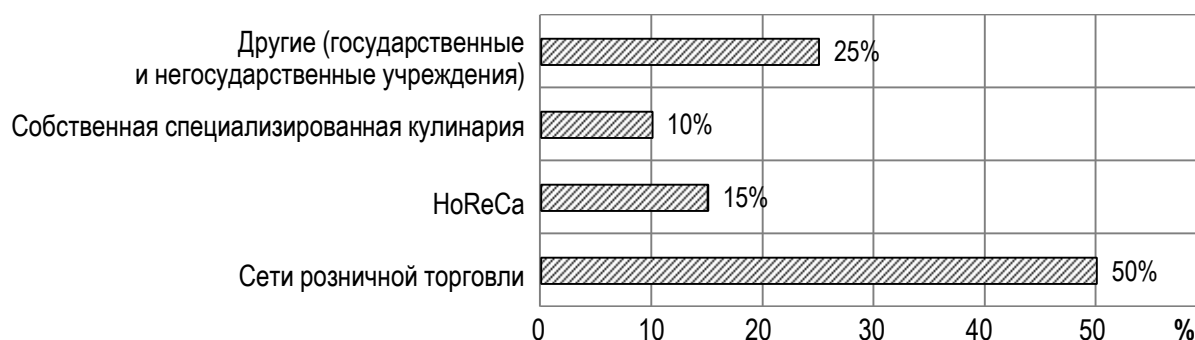


Рис. 1. Структура каналов продаж мясных полуфабрикатов в РФ в 2017 г.

Как показывает практика наблюдений и анализ эмпирических данных, в организации общественного питания более 80% всего объема мясных полуфабрикатов поставляется в замороженном виде. В данной ситуации более выгодными конкурентными преимуществами обладают крупные производители, имеющие большие высокотехнологичные холодильные мощности. Также большой спрос на мясные полуфабрикаты имеется в сетевом ресторанном бизнесе и всей сфере HoReCa, где очень важно четко выполнять все предъявляемые требования по срокам поставок, сервису и качеству го-

товых кулинарных блюд. Сфера специализированной кулинарии занимает около 10% всего объема продаж мясных полуфабрикатов. Доля других каналов продаж (государственные и негосударственные учреждения) составляет 25%. Структура основных потребителей продукции компаний-производителей практически повторяет структуру основных каналов продаж (рис. 2).

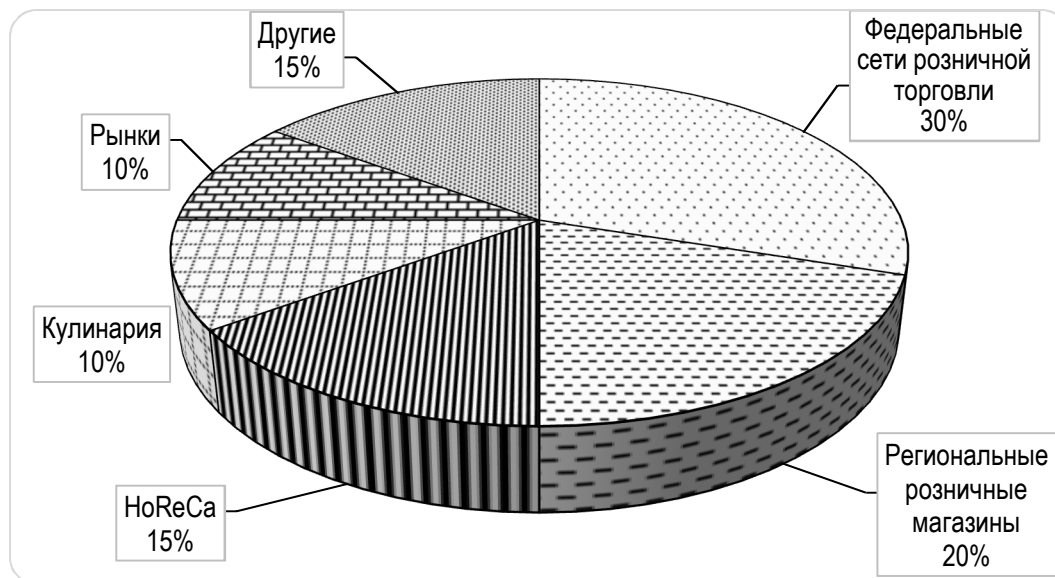


Рис. 2. Структура рынка мясных полуфабрикатов по группам, 2017 г.

Согласно представленным на рисунке 2 данным, федеральные сети розничной торговли занимают 30% рынка сбыта. На местные сети розничной торговли, в том числе собственные торговые точки, приходится 20%. Сегменту HoReCa принадлежит 15%, а специализированным кулинариям и сельскохозяйственным рынкам – по 10%. Важно констатировать следующую сложившуюся рыночную ситуацию: в большей части регионов точки сбыта продукции ориентированы именно на местных товаропроизводителей в связи с реализацией оптимальных логистических схем поставок и применением более низких цен, чем у конкурентов из других регионов. Данная ситуация характерна и для Воронежской области. Также следует обратить внимание и на то, что формат торговли имеет определяющую роль в видовом многообразии реализуемых мясных полуфабрикатов. Как показал маркетинговый анализ, такие продукты, как пельмени и котлеты, реализуются практически во всех торговых точках независимо от их вида и типа. В супермаркетах основную долю реализуемой продукции категории мясные полуфабрикаты составляют манты, мясной фарш, мясные рулеты, фаршированные овощи. На рынках в большей степени преобладает нарезанное и порционно выставленное мясо (азу, антрекоты, гуляш, бефстроганов, лангеты и др.) [4, 7].

По результатам проведенного исследования можно выделить три наиболее перспективных, с точки зрения объемов продаж и темпов роста, сегмента потребителей мясных полуфабрикатов: национальные торговые сети, крупные ресторанные сети и собственные розничные сети (брендинговые витрины, прилавки в несетевых магазинах). Специфика данного рыночного сегмента заключается в том, что разные производители реализуют мясные полуфабрикаты с равнозначными торговыми наименованиями, а продуктовая линейка этой категории товара у крупных игроков рынка составляет более 300 наименований. В данных обстоятельствах возможна реализация контрафактной продукции, продажа товара под чужим брендовым наименованием, реализация продукции, не соответствующей заявленной рецептуре и очень низкого качества, осо-

бенно это актуально при реализации мясных полуфабрикатов на развес. В этих условиях весьма важно дифференцировать и идентифицировать именно тот товар, который сможет удовлетворить потребности покупателя в максимальной степени, исходя из оптимальности соотношения цены и качества.

Исследования показали, что на рост объема розничных продаж мясных полуфабрикатов существенное влияние оказало действие именно долговременных факторов: стремление к экономии времени на приготовление пищи вследствие ускоряющегося темпа жизни, а также постоянно растущий ассортимент мясных полуфабрикатов по приемлемым ценам. Кроме того, на рост розничных продаж в период 2013–2014 гг. повлияла общая тенденция к снижению потребления мясопродуктов в точках общественного питания на фоне падения благосостояния населения. Отметим, что в период 2016–2017 гг. основной вклад в рост показателя внесло увеличение спроса именно в низких ценовых сегментах данного сектора рынка мяса и мясных продуктов. Весьма существенным отличием для небрендируемого сегмента FMCG является то, что уровень дохода и цена на продукт не являются ключевыми факторами при выборе мяса. На первом месте у потребителя – внешний вид, цвет и постность мяса, на втором – свежесть или срок фасовки. И только в случае, если первые два критерия его устраивают, потребитель обращает пристальное внимание на третий критерий – стоимость.

По оценкам ведущих аналитических агентств в период 2018–2022 гг. розничные продажи мясных полуфабрикатов будут расти на 4,2–5,4% в год. Указанные темпы прироста планируются на фоне укрепления экономики, роста конкуренции в данном секторе и увеличения реальных доходов населения. В 2022 г. плановый объем розничных продаж составит порядка 3,46 млн т, или 87,2% общих продаж [5, 10]. Ключевые факторы, определяющие тенденции развития рынка мясных полуфабрикатов РФ, проиллюстрированы на рисунке 3.

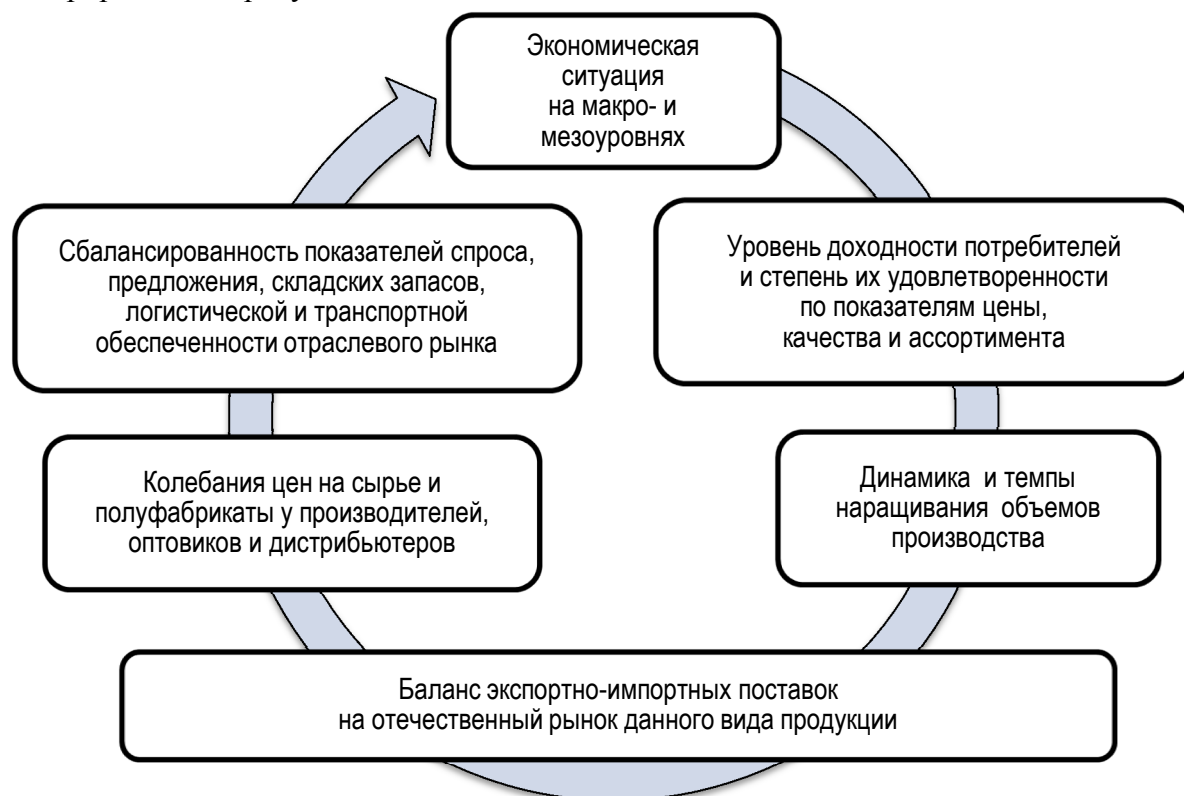


Рис. 3. Ключевые факторы, обуславливающие динамику развития рынка мясных полуфабрикатов в РФ

Если рассматривать данный вопрос в региональном разрезе, то можно отметить следующие регионы, лидирующие по выпуску мясных полуфабрикатов в РФ:

- Белгородская область (более 15% общего объема производства в РФ);
- Московская область (8–10%);
- Ставропольский край (5–7%);
- Калужская область (4–6%).

Воронежская область входит в средний эшелон производителей мясных полуфабрикатов, при этом у региона имеется значительный запас потенциала в виде сырьевой базы и производственных мощностей, чтобы войти в рейтинг лидеров [2, 6].

К крупнейшим отечественным мясоперерабатывающим компаниям относятся: ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат», ОАО «Черкизовский мясоперерабатывающий завод», ООО «Мясоперерабатывающий завод «Агро-Белогорье», ОАО «Великолукский мясокомбинат», ЗАО «Стародворские колбасы», ЗАО «Микояновский мясокомбинат», ЗАО «Агро Инвест», ООО «Мясокомбинат «Бобровский», ООО «Инвест-Альянс», ООО «Мясокомбинат «Павловская Слобода», ООО «Невинномысский птицекомбинат», ООО «Мясокомбинат «Дубки», ООО «МПК «Атяшевский», ООО «Челны-Бройлер», АО «Мясокомбинат «Клинский», АО «Омский бекон», ООО «Дымовское колбасное производство», ООО «Ростовский колбасный завод Тавр», ОАО «Царицыно», ООО «Сибирская продовольственная компания». В топ-10 крупнейших производителей мясных полуфабрикатов входят: Группа «Черкизово», АО «Приосколье», холдинг «Мираторг», ГК «Русагро», ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат», ООО «Мясоперерабатывающий завод «Агро-Белогорье», ОАО «Великолукский мясокомбинат», ООО «МПК «Атяшевский», ЗАО «Микояновский мясокомбинат», торговый холдинг «Сибирский гигант», ашолхолдинг «Акашево», ЗАО «Агрокомплекс им. Н.И. Ткачева».

При этом значительное количество игроков отраслевого рынка являются представителями сетевого торгового ритейла, которые имеют собственную материально-техническую базу и оснащение для выработки мясных полуфабрикатов, что вносит существенные корректировки в структуру и динамику развития данного сегмента рынка. Также стоит отметить, что указанные производители имеют хорошие темпы наращивания объемов производства и сбыта данного вида продукции. Важным их преимуществом является то, что они располагают собственными торговыми площадями и эффективным механизмом маркетинга, что позволяет им весьма оперативно реагировать на изменения конъюнктуры рынка, прогнозировать поведение потребителей и в максимальной степени удовлетворять их потребности [10].

Тем не менее крупные игроки рынка в лице агропромышленных формирований интегрированного типа оставляют за собой право определять передовые тенденции развития сегмента мясных полуфабрикатов, но простых возможностей для роста у них сегодня практически не осталось, начинается жесткая конкурентная борьба за потребителя как на торговой площадке B2B, так и на розничном рынке. Если обратить внимание именно на каналы сбыта, то особенность крупных компаний-производителей состоит в том, что они напрямую не реализуют собственную продукцию, то есть основными потребителями являются компании B2B сектора.

Как следует из результатов проведенного исследования, для того чтобы более успешно вести конкурентную борьбу на отраслевом рынке, современному производителю необходимо обратить пристальное внимание на следующие особенности: данный сегмент потребительского рынка близок к насыщению, но с учетом только той ассортиментной линейки, которая актуальна именно на текущий момент; имеется высокий уровень конкуренции; отмечена большая сила воздействия на производителей со стороны представителей крупного сетевого маркетинга; определяющими конкурентными

факторами были и остаются ассортимент, качество и цена; инструменты брендинга и ребрендинга набирают обороты и получают все большее распространение; избыток мясных полуфабрикатов в отдельных торговых сегментах требует от современного производителя поиска новых точек сбыта и реализации инновационных изменений в направлении ассортимента, качества, формы и вида предоставления товара.

Анализ стратегий продвижения лидеров рынка позволяет сделать вывод о том, что ключевыми факторами успеха являются стабильно высокое качество продукции, брендинг продукции (разработка концепции и стратегии брендинга и четкое следование ей), а также продвижение продукции в крупные торговые сети.

Барьерами для выхода на рынок становятся высокая стоимость «платы за вход» (входной бонус, ретро-бонус), т. е. за возможность реализации продукции в крупных торговых сетях. Также существуют административно-правовые барьеры: например, необходимость ветеринарного, санитарно-эпидемиологического контроля места производства, помещений для забоя, обязательность соблюдения требований к условиям разделки и хранения мясной продукции, в том числе к персоналу, упаковке и др. [2].

Проведенные маркетинговые исследования потребительских предпочтений на рынке мяса и мясных продуктов г. Воронежа показали, что 78% из опрошенных респондентов хотели бы видеть новых производителей на рынке мясных полуфабрикатов и отметили, что отдают предпочтения данной категории мясных продуктов, так как они вырабатываются без применения пищевых добавок и красителей (нитритная соль) и обладают хорошим соотношением цены и качества. Также данные продукты имеют оптимальные потребительские свойства в плане трудоемкости приготовления, сроков хранения и удобства потребления. Кроме того, подавляющее большинство опрошенных респондентов (85%) отметили, что они хотели бы видеть расширение ассортимента мясных полуфабрикатов именно за счет следующих видов: котлет в панировке и в натуральной оболочке, шницелей, бифштексов, колбасок «купаты» и «гриль».

Аналогичные результаты были получены и в соседних регионах. Таким образом, на текущий момент у рассматриваемого хозяйствующего субъекта имеется значительный потенциал для освоения рыночной ниши продаж охлажденных полуфабрикатов (котлеты панировочные и в натуральной оболочке, шницель, бифштекс и купаты) как на территории Воронежской области, так и в близлежащих субъектах ЦЧР РФ.

Как показали исследования, в перспективных планах компании ООО «Мясокомбинат «Бобровский» необходимо сконцентрировать внимание на производстве именно данной категории продуктов, а также максимально полно реализовать потенциал сбыта этой продукции через собственную торговую сеть, сети розничной торговли и сектор государственных и негосударственных учреждений (предприятия общественного питания при школах, детских садах, больницах, учреждениях культуры и т. д.).

В данном аспекте отметим, что компания должна уделять особое внимание именно качеству выпускаемой продукции для того, чтобы укрепить свой имидж добросовестного производителя, закрепить потребительский спрос, и для этого у предприятия имеются все предпосылки: материально-техническое оснащение; развитая система менеджмента качества сырья, производства и готовой продукции; современная нормативно-правовая документация; наличие высококвалифицированных специалистов.

Стоит отметить, что ООО «Мясокомбинат «Бобровский» имеет весьма развитую дистрибьюторскую сеть в г. Воронеже (сеть розничных магазинов «Волгоградская», «Молодежный», «Кольцовская», «Грузовой двор», «Центральный рынок», «Арена», «Якира», «Придонской»), которая располагает большими возможностями для реализации охлажденных мясных полуфабрикатов из свинины и говядины. Также имеются точки продаж в городах Боброве, Бутурлиновке и Лиски, что доказывает целесообразность реализации данного проекта с позиции маркетинга и сбыта.

Проведем комплексное обоснование проекта запуска линии производства мясных полуфабрикатов из свинины и говядины с позиции технико-экономических расчетов. Отметим, что целью данного проекта является расширение ассортимента с последующим освоением новых рыночных сегментов и, как следствие, увеличение доходности предприятия. Косвенным фактором роста эффективности производства выступят передовые отраслевые технологии, а также современные методы и подходы к организации труда и управлению технологическим процессом.

Суть проекта заключается в проведении реконструкции цеха полуфабрикатов на основе приобретения и установки отечественного и импортного оборудования с целью увеличения его мощности и обеспечения населения качественными мясными полуфабрикатами [8, 11]. Все полученные результаты по итогам выполненных расчетов сведены в единую табличную форму (табл. 1).

Таблица 1. Основные технико-экономические показатели бизнес-проекта

Показатели	Значения
Объем производства в натуральном выражении, т	502,00
Стоимость товарной продукции, тыс. руб.	160287,92
Численность ППП, чел.	17,00
Стоимость производственных фондов, тыс. руб.	5119,61
в том числе: основных производственных фондов	4095,69
нормируемых оборотных средств	1023,92
Полная себестоимость продукции, тыс. руб.	126778,42
Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	33509,49
Производительность труда, тыс. руб.	9428,70
Среднемесячная зарплата работника ППП, руб.	27792,00
Затраты на 1 руб. товарной продукции, руб.	0,79
Фондоотдача, руб.	31,30
Рентабельность продукции, %	26,43
Эффективность капитальных вложений, руб.	6,54
Срок окупаемости капитальных вложений, мес.	2,00

Рассчитанные технико-экономические показатели свидетельствуют о рыночной перспективности и экономической целесообразности реализации проекта данного типа:

- рентабельность продукции – 26,4%;
- эффективность капитальных вложений – 6,5 руб./руб.;
- срок окупаемости проекта – 2 месяца.

Необходимо отметить, что отраслевое предприятие, исходя из современных трендов в области организации и управления коммерческими хозяйствующими субъектами, должно иметь развитую систему риск-менеджмента.

Технология риск-менеджмента базируется на представлении его как целенаправленной деятельности руководства организации и предусматривает структурирование процесса управления риском:

- определение контекста риск-менеджмента;
- идентификация рисков;
- анализ рисков;
- оценка рисков;
- принятие и реализация рискового решения;
- мониторинг и анализ.

Далее приведем характеристику комплекса ключевых преимуществ реализуемого бизнес-проекта (рис. 4).

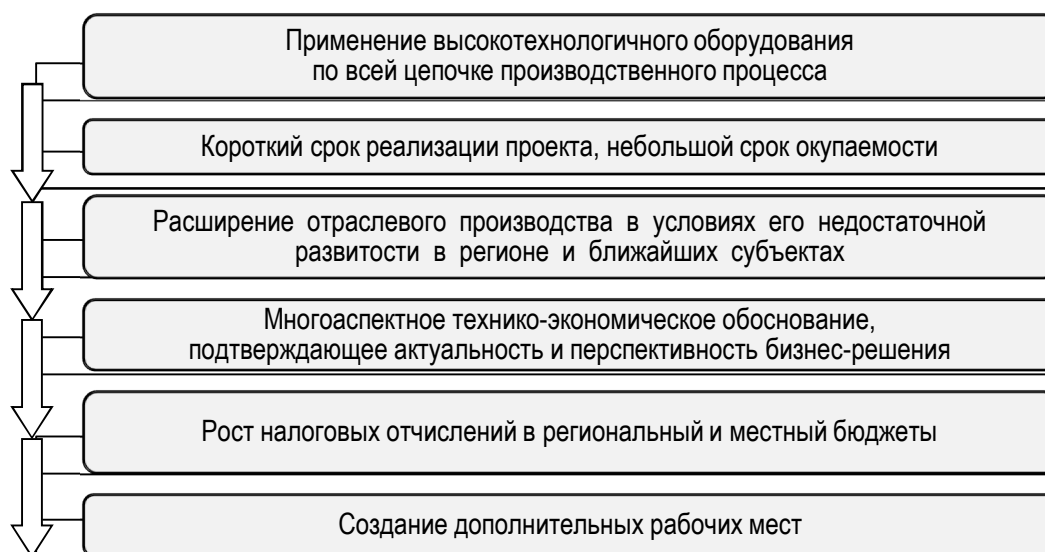


Рис. 4. Основные преимущества реализуемого бизнес-решения

В данном контексте исследования важно отметить сильные и слабые стороны предприятия ООО «Мясокомбинат «Бобровский» с целью выстраивания адаптивной системы по управлению потенциальными рисками (табл. 2).

Таблица 2. Матрица SWOT-анализа ООО «Мясокомбинат «Бобровский»

Сильные стороны	Слабые стороны
Высококвалифицированный персонал Широкий ассортимент продукции Высокое качество продукции Большие объемы производства Высокий потенциал производства новой продукции Оптимальное соотношение цены и качества Запас производственных мощностей Высокий уровень автоматизации и механизации технологического процесса Ресурсоориентированный производственный процесс Наличие собственной сырьевой базы Хорошая организация транспортно-складского хозяйства Высокий уровень клиентского сервиса Весьма развитая сеть розничных продаж	Удаленность от крупных рынков сбыта Ограничение финансов Ограничение ресурсов в плане видов и категорий мясного сырья Место расположения предприятия (в черте города) Небольшое количество инновационных разработок как в производстве, так и в управлении Неполная загрузка мощностей Имеется значительный кадровый дефицит по отдельным категориям рабочих специальностей
Возможности	Угрозы
Расширение рынков сбыта продукции Заключение договоров с более выгодными поставщиками Поиск постоянных клиентов Имеется потенциал для наращивания производства	Насыщение рынка продукцией Наличие высокой конкуренции со стороны крупных игроков

В заключение сделаем ряд обобщающих выводов:

- в период 2013–2017 гг. продажи мясных полуфабрикатов в стране выросли на 24,4% (увеличение с 2,46 до 3,06 млн т);
- наиболее успешно развивается розничный сектор продаж мясных полуфабрикатов, за рассматриваемый период объемы реализации выросли на 31,1%, а доля в общем объеме составила 50%;
- федеральные сети розничной торговли занимают 30% рынка сбыта, на местные сети розничной торговли, в том числе собственные торговые точки, приходится 20%;

- в большей части регионов точки сбыта продукции ориентированы именно на местных товаропроизводителей в связи с реализацией оптимальных логистических схем поставок и применением более низких цен, чем у конкурентов из других регионов (данная ситуация характерна и для Воронежской области);

- рост объема розничных продаж мясных полуфабрикатов определен действием долговременных факторов: стремлением к экономии времени на приготовление пищи вследствие ускоряющегося темпа жизни, а также постоянно растущим ассортиментом мясных полуфабрикатов по приемлемым ценам;

- согласно прогнозам, в период 2018–2022 гг. розничные продажи мясных полуфабрикатов будут расти на 4,2–5,4% в год; к 2022 г. плановый объем розничных продаж составит порядка 3,46 млн т, или 87,2% от общих продаж;

- лидером по производству мясных полуфабрикатов является Белгородская область (более 15% объема выработки), Воронежская область занимает среднюю позицию, при этом у региона имеется значительный потенциал в виде сырьевой базы и производственных мощностей, чтобы войти в число лидеров;

- крупнейшими отечественными производителями мясных полуфабрикатов являются Группа «Черкизово», агрохолдинг «Мираторг», ГК «Русагро», данный сегмент потребительского рынка близок к насыщению, но с учетом только той ассортиментной линейки, которая актуальна именно на текущий момент;

- в данном рыночном сегменте отмечается высокий уровень конкуренции;

- отмечена большая сила воздействия на производителей со стороны представителей крупного сетевого маркетинга;

- определяющими конкурентными факторами были и остаются ассортимент, качество и цена;

- инструменты брендинга и ребрендинга набирают обороты и получают все большее распространение;

- избыток мясных полуфабрикатов в отдельных торговых сегментах требует от современного производителя поиска новых точек сбыта и реализации инновационных изменений в направлении ассортимента и качества продукции;

- потребители отдают предпочтение охлажденным полуфабрикатам;

- смещение интереса потребителей с фасованных полуфабрикатов на полуфабрикаты, реализуемые на развес. Так, доля продаж вразвес в настоящее время составляет около 65%, в фасованном виде – 35%;

- 78% из опрошенных респондентов хотели бы видеть новых производителей на рынке мясных полуфабрикатов (по данным проведенного маркетингового исследования потребительских предпочтений на рынке мяса и мясных продуктов г. Воронежа);

- появление и развитие у производителей собственных розничных сетей (пример – ООО «МясновЪ»);

- тренд и динамика регионального рынка мясных полуфабрикатов полностью совпадают с тенденциями отраслевого сегмента рынка на национальном уровне;

- крупными региональными производителями мясных полуфабрикатов из свинины и говядины являются ООО «ГлавМясПром», ООО «Агропромышленная корпорация Дон», ГК «АгроЭко», ГК «Заречное»;

- ведущими поставщиками полуфабрикатов из мяса птицы на региональный рынок являются ООО «Лиско Бройлер», АО «Приосколье», Группа «Черкизово», ОАО «Куриное Царство»;

- технико-экономическое обоснование бизнес-решения свидетельствует о рыночной перспективности и экономической целесообразности проекта данного типа (рентабельность продукции – 26,4%; эффективность капитальных вложений – 6,5 руб./руб.; срок окупаемости проекта – 2 мес.);

- результаты SWOT-анализа доказали перспективность освоения данного рыночного сегмента, на котором компания будет иметь явные конкурентные преимущества и обеспечит себе высокие показатели доходности в будущей перспективе.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования доказали целесообразность реализации проекта по выпуску мясных полуфабрикатов с позиции экономических показателей и оценки тенденций развития данного рыночного сегмента. При успешном сценарии реализации данной бизнес-идеи предприятие ООО «Мясокомбинат «Бобровский» сможет освоить дополнительные рынки сбыта, нарастить объемы продаж, повысить показатели доходности и конкурентоспособности. С позиции долгосрочного стратегирования подобного рода проекты выступают ключевыми факторами роста отраслевых хозяйствующих субъектов в условиях действия секторальных санкций, реализации политики импортозамещения и укрепления продовольственной независимости страны.

Библиографический список

1. Алиев Х.А. Современное состояние и конкурентоспособность мясной промышленности / Х.А. Алиев // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2017. – № 35. – С. 37.
2. Анализ рынка мясных полуфабрикатов в России в 2013–2017 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/research/38821/> (дата обращения: 27.11.2018).
3. Богомолова И.П. Устойчивое развитие предприятий мясной отрасли в условиях рыночного хозяйствования / И.П. Богомолова, И.С. Гусев // Современная экономика: проблемы и решения. Серия: Экономика промышленности. – 2015. – № 3 (63) – С. 29–37.
4. Богомолова И.П. Мониторинг состояния и тенденций развития сырьевых и производственных предприятий мясной отрасли АПК Воронежской области / И.П. Богомолова, И.Н. Василенко, И.С. Гусев // Международные научные исследования. – 2016. – № 1. – С. 133–140.
5. Кенийз Н.В. Анализ рынка полуфабрикатов в России / Н.В. Кенийз, А.А. Нестеренко, С.С. Сыроваткина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 105 (01) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/032.pdf> (дата обращения: 27.11.2018).
6. Нагорокова Д.К. Анализ российского рынка полуфабрикатов / Д.К. Нагорокова, А.А. Нестеренко // Молодой ученый. – 2015. – № 2. – С. 175–178. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/82/14871/> (дата обращения: 28.11.2018).
7. Обзор российского рынка охлажденных мясных полуфабрикатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2371> (дата обращения: 25.11.2018).
8. Официальный сайт компании ООО «Мясокомбинат Бобровский» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mk-b.ru/about-company/> (дата обращения: 26.11.2018).
9. Российский рынок мяса близок к насыщению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/367425/> (дата обращения: 13.09.2018).
10. Рынок мяса в России итоги 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/rynok-myasa-2017/> (дата обращения: 16.09.2018).
11. Терновых К.С. Современное состояние и перспективы развития производства говядины на предприятиях Воронежской области / К.С. Терновых, Е.В. Коробков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 167–174.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Принадлежность к организации

Александр Вячеславович Котарев – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kotarew@gmail.com.

Дата поступления в редакцию 15.03.2019

Дата принятия к печати 20.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Alexander V. Kotarev, 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: kotarew@gmail.com.

Received March 15, 2019

Accepted April 20, 2019

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В РЕГИОНАЛЬНОМ АПК

Иван Иванович Дубовской
Лидия Васильевна Данькова
Наталья Александровна Золотарева
Алена Леонидовна Маркова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью исследования является формирование и развитие инновационно-ориентированного кормопроизводства в региональном АПК с учетом опыта организации кормопроизводства на предприятиях Воронежской области, который дает возможность обосновать выбор и разработку стратегических инновационно-ориентированных направлений функционирования системы кормопроизводства. В качестве объекта исследования выступили основные предприятия-производители молока Воронежской области. В процессе исследования выявлены основные причины, ведущие к сокращению поголовья скота и, как следствие, уменьшению объемов производства продукции в отрасли; раскрыты основные элементы системы инновационного кормопроизводства; рассмотрены прогрессивные технологии, используемые при производстве и заготовке кормов; предложены безопасные с точки зрения экологии, низкочастотные способы заготовки и технологии приготовления различных видов кормов. Определено, что использование мировых достижений является отличительной чертой современного этапа развития инновационного кормопроизводства. Взаимовыгодное сотрудничество дает возможность доступа к новым технологиям и выгодным инвестициям, расширяет сферу взаимодействия с местными органами власти. Выявлено, что организация инновационно-инвестиционной деятельности в отраслях АПК еще не приобрела всеобщего характера по ряду причин: во-первых, многие инновационные направления связаны с приобретением дорогостоящей техники и оборудования, удобрений и средств защиты растений, сортовых семян и гибридов и поэтому являются высокочастотными; во-вторых, отмечается рост цен на промышленную продукцию, что приводит к затруднениям в прогнозировании результатов развития региональной инновационной системы кормопроизводства; в-третьих, ослабление роли государства в активизации инновационно-инвестиционной деятельности сужает возможности предприятий сферы АПК для реализации нововведений и усиливает риск, связанный с внедрением инноваций в кормопроизводство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: животноводство, кормопроизводство, инновации, прогрессивные технологии, эффективность.

DEVELOPMENT OF INNOVATION-ORIENTED FEED PRODUCTION IN THE REGIONAL AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Ivan I. Dubovskoy
Lidiya V. Dankova
Natalia A. Zolotareva
Alena L. Markova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The objective of research is to form and develop an innovation-oriented feed production in the regional Agro-Industrial Complex (AIC), as well as to summarize the experience of organizing feed production in the enterprises of Voronezh Oblast, which allows substantiating the choice and development of strategic innovation-oriented directions of operation of feed production system. The leading milk producers of Voronezh Oblast were the object of research. In the course of research the authors have identified the main reasons that lead to a reduction in livestock population and a consequent decrease in production volumes in the industry. The main elements of an innovative feed production system were determined. The authors have also considered the progressive technologies used in the production and procurement of feeds, and proposed certain environmentally safe, low-cost methods of procurement and technologies of preparation of various types of feeds. It was determined that

the use of worldwide-renowned achievements is a distinctive feature of the modern stage of development of innovative feed production. Mutually beneficial cooperation gives access to new technologies and profitable investments, and expands the scope of interaction with local authorities. It was revealed that the organization of innovation and investment activities in the AIC sectors had not yet become common for several reasons. Firstly, many innovative areas are associated with purchasing expensive machinery and equipment, fertilizers and plant protection products, pedigree seeds and hybrids, and therefore are cost-demanding. Secondly, the prices for industrial products are rising, which leads to difficulties in forecasting the results of development of the regional innovative system of feed production. Thirdly, the role of the state in enhancing the innovation and investment activities is weakening, which narrows down the potentialities of enterprises in the AIC to implement innovations, and also increases the risks associated with the implementation of innovations in feed production.

KEYWORDS: animal husbandry, forage production, innovations, progressive technologies, efficiency.

Устойчивое развитие сельского хозяйства является необходимым условием обеспечения продовольственной безопасности страны, так как снабжение жителей любой страны продуктами питания остается одной из важнейших проблем современности.

В России за годы реформ произошли глубокие структурные изменения, которые определили современное состояние животноводства в целом и кормопроизводства в частности, к их числу относятся следующие: рост экономических и технологических рисков, вызванный отставанием развития отечественной экономики от уровня развитых стран; усиление агроэкологических рисков, обусловленное неблагоприятными климатическими изменениями; нарушения структуры посевных площадей в сторону увеличения доли экономически привлекательных культур и др.

За последние 25 лет поголовье крупного рогатого скота снизилось с 52,2 до 18,3 млн гол., в том числе коров – с 20,2 до 8,0 млн гол.; свиней – с 31,5 до 23,1 млн гол., овец и коз – с 51,4 до 24,4 млн гол. В 1992 г. в структуре производства говядина составляла 44,0%, свинина – 33,7%, мясо овец и коз – 4,0%, мясо птицы – 17,3%, в 2017 г. – соответственно 15,5; 34,0; 2,1; 47,6%. Производство молока снизилось с 47,2 до 31,2 млн т.

Существенно изменилась структура поголовья по категориям хозяйств. Если в 1992 г. в сельхозорганизациях содержалось 77,0% крупного рогатого скота и 67,6% коров от общего поголовья в хозяйствах всех категорий, то в 2017 г. – соответственно только 45,1 и 41,7%. Доля поголовья в хозяйствах населения, в крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей увеличилась за этот период на 31,9 п.п. [1, 2].

Основными причинами сокращения поголовья крупного рогатого скота являются сложившиеся неблагоприятные условия на российском рынке животноводческой продукции, а также слабый уровень развития полевого кормопроизводства, неудовлетворительное состояние и использование естественных кормовых угодий, нарушение технологий заготовки, хранения и приготовления кормов, невысокий потенциал продуктивности скота, отставание технического и технологического оснащения отрасли и отсутствие экономической мотивации сельскохозяйственных товаропроизводителей в производстве продукции животноводства со стороны государства. Поэтому эффективность отрасли животноводства на современном этапе прежде всего зависит от формирования и развития инновационной системы кормопроизводства.

Исследованиями установлено, что управление инновациями в кормопроизводстве включает государственное регулирование инновационной деятельности, поиск инновационных решений в селекции и семеноводстве, технологиях выращивания кормовых культур, в их заготовке, хранении и скармливании, трансферт инноваций, способы и механизм реализации нововведений, их финансовое обеспечение (см. рис.).

Инновации в области производства и расходования кормов
Селекция сортов многолетних трав, зернофуражных, масличных и других культур, позволяющих повысить молочную продуктивность коров
Разработка технологий устойчивого семеноводства сортов кормовых культур нового поколения
Внедрение экологически безопасных региональных систем полевого кормопроизводства и луговодства, их рациональное сочетание
Внедрение технологий консервирования растительного сырья
Использование методов оценки качества кормов по их биоконверсии в продукцию животноводства
Создание сырьевых конвейеров производства объемистых, зеленых и концентрированных кормов
Внедрение энергоэффективных технологий улучшения природных кормовых угодий и освоения неиспользуемой пашни
Создание и внедрение новых химических и биологических препаратов, обеспечивающих сохранность кормов
Внедрение новых способов подготовки кормов к скармливанию для повышения биоконверсии питательных веществ

Направления инновационной деятельности в производстве и расходовании кормов

Проведенный анализ организации инновационной деятельности в производстве и расходовании кормов показывает, что она носит фрагментарный характер.

Ключевым фактором в кормопроизводстве являются селекция и семеноводство кормовых культур. Селекционерами ВНИИ кормов создаются более устойчивые сорто-микробные биологические системы, озимые культуры и раннеспелые сорта кормовых растений. Например, внедрение сорто-микробных систем люцерны и клевера на площади 1 млн га без дополнительных материальных затрат дает возможность увеличения сбора кормов на 1,5–2,0 млн т (в пересчете на сено) и обеспечивает за счет накопления в почве биологического азота экономию азотных удобрений 0,7–0,9 млн т в туках [8].

С целью увеличения производства и повышения качества кормов необходимо включать в состав бобово-злаковых травосмесей новую, искусственно выведенную кормовую культуру фестулолиум, которая отличается высокими кормовыми качествами (содержанием сахаров, протеина и обменной энергии), хорошей поедаемостью и переваримостью корма, а также отличается зимостойкостью, засухоустойчивостью и устойчивостью к длительному стравливанию и вытаптыванию.

В организации полевого кормопроизводства особое внимание должно быть направлено на разработку ресурсосберегающих технологий возделывания зернофуражных и масличных культур, силосных, многолетних и однолетних трав, за счет которых обеспечивается устойчивое производство высокобелковых кормов, отвечающих требованиям продуктивного крупного рогатого скота, свиней и птицы.

В большинстве предприятий наблюдается нарушение научно обоснованных сроков сортосмены и сортообновления. При внутрихозяйственном семеноводстве теряются семенные свойства и сортовые особенности, что приводит к снижению продуктивности кормовых угодий, семенных качеств кормовых культур и многолетних трав.

Основной причиной сложившейся ситуации является экономическое состояние большинства предприятий региона, которые не имеют возможности закупки семян высших репродукций, а также недопонимание руководителями и специалистами экономических последствий подобного отношения к семеноводству [4].

Ведущим инновационным центром селекции кормовых культур является Всероссийский НИИ кормов имени В.Р. Вильямса, учеными которого разработана стратегия развития селекции и семеноводства кормовых культур страны до 2020 г. Она предполагает обеспечение сельхозпроизводителей не менее 75% от потребности качественными сортовыми семенами отечественного производства. Кроме этого, стратегией предусмотрены обновление на 90% материально-технической базы селекции и модернизация не менее чем на 50% материально-технической базы семеноводства. До 2020 г. Минсельхоз России планирует выделить на эти цели 370,4 млрд руб., в том числе 132,7 млрд руб. на развитие селекции и 213,3 млрд руб. – на семеноводство [3, 6].

Одним из перспективных направлений в кормопроизводстве является луговое хозяйство, обусловленное большим удельным весом природных кормовых угодий, особой ролью в формировании устойчивого агроландшафта, улучшении породных показателей животных, качества получаемой продукции и экономическими показателями. Поэтому в луговом кормопроизводстве, вследствие падения продуктивности пастбищ и сенокосов, сокращения хозяйственно-полезной площади, нарастания деструктивных процессов, предусматривается обоснование механизма управления энергопотоками с целью увеличения производства валовой и обменной энергии в луговых агроэкосистемах. Это позволит разработать многовариантные энергосберегающие технологии повышения продуктивности природных кормовых угодий, освоения не используемых пахотных земель под сенокосы и пастбища.

Все большее распространение в кормопроизводстве в настоящее время находят инновационные технологии заготовки объемистых кормов, разработанные и рекомендованные НИИ. В ООО «ЭкоНиваАгро» Воронежской области активно применяются технологии хранения объемистых кормов с использованием системы консервирующих препаратов, включающей биологические, полиферментные, химические и комплексные добавки.

Прогрессивной является технология силосования слабопроявленных (30–40% сухого вещества) бобовых и бобово-злаковых трав с использованием биологических и химических препаратов. Данная технология превосходит классическое сенажирование по надежности, сохранности питательных веществ (около 90%), энергетической и протеиновой питательности корма [10, 11].

Разновидность силоса из однолетних и многолетних трав, подвяленных до содержания сухого вещества 30–40%, определяется термином «силаж». В классификаторе кормов России этот термин отсутствует, однако и ученые, и практики все чаще стали его использовать.

Подвяливание трав при заготовке силаж не уступает по эффективности действию консерванта, а совместное применение этих двух приемов (при соблюдении прочих требований технологии силосования) позволяет получить высококачественный корм с минимальными потерями питательных веществ. С другой стороны, дальнейшее, более глубокое проявление травяной массы (до сенажной кондиции – 45–55% СВ и более) приводит к значительным потерям питательности. Снижение питательности сухого вещества (в сравнении с исходной массой) в силaje составляет 5–15%, а в сенаже – до 27%. Поэтому иногда приготовление силаж называют «новой технологией заготовки кормов».

Технология приготовления силаж абсолютно идентична заготовке сенажа с той разницей, что силажная масса проявляется до меньших пределов (60,1–70,0%) и к ней предъявляются менее жесткие требования по измельчению (2–3 см). Рекомендуемая степень уплотнения – 600–700 кг/м³.

Заготовка силаж часто предполагает использование бактериальных препаратов, созданных на основе осмоотерантных штаммов молочнокислых бактерий, поскольку необходимо обеспечить такое же быстрое подкисление массы, как и при силосовании свежескошенных трав [12, 13].

На наш взгляд, на сельскохозяйственных предприятиях должна найти широкое применение новая технология приготовления травяной муки.

Травяная мука используется в сочетании с грубыми или концентрированными кормами как качественная витаминная подкормка для животных. Это источник белка, каротина, витаминов, серы и т. д. Включение витаминно-травяной муки в рационы всех видов животных сокращает затраты на единицу животноводческой продукции на 10–20% и позволяет увеличить ключевые показатели (например, надой молока – на 12%, привесы молодняка крупного рогатого скота – до 15%, яйценоскость птиц – на 15%).

В Воронежской области в середине 2017 г. на площадке ООО «ЭкоКорм» в Аннинском районе Воронежской области было открыто новое предприятие по сушке зеленой биомассы производительностью 15 т в час – это витаминно-травяная мука из люцерны в гранулах и тюках. Также налажен выпуск гранулированного сена из люцерны и комбикормов для всех видов животных. Предприятие оснащено современным производственным комплексом и лабораторным оборудованием. Уборка посевов производится в ранней фазе вегетации растений – на стадии бутонизации, чтобы сохранить максимальное количество белка. Скашивание происходит только в расстил – так влага уходит равномерно и быстрее. До сбора люцерну не ворошат, чтобы сохранить чистоту сырья от попадания земли и пыли. Подбор производится специализированным прицепом-измельчителем, который исключает потерю сырья. На заводе люцерны обезвоживается до 10%.

В регионе накоплен достаточный опыт организации заготовки и хранения кормов, основанный на применении прогрессивных способов и приемов. В большинстве сельскохозяйственных предприятий в организации заготовки силоса из комплекса мероприятий, направленных на повышение его качества, основное внимание отводится срокам уборки и закладки зеленой массы в траншеи и силосные башни, новым их конструкциям. Так, в ЗАО «Дон» Хохольского района закладку силосной массы ведут в пленочные рукава AG-BAG (Германия). За счет этого обеспечивается высокое качество и сохранность силоса. При нарезке силосной массы достаточно успешно зарекомендовала себя инновационная система резки силосных тюков от голландской компании Trioliet [5]. Система Triomatic T40 New Edition позволяет отделять куски от силосного блока с минимальными повреждениями силосной массы, что в дальнейшем позволяет свести к минимуму риск снижения плотности, вторичного нагревания и потери каче-

ства корма. Дополнительными преимуществами инновационных продуктов компании Trioliet являются низкие требования к техническому обслуживанию и затратам энергии.

При консервировании сенажа преимущество отдается траншейному хранению. Однако все больше сельскохозяйственных предприятий в последнее время используют при заготовке кормов технологию «сенаж в упаковке», что позволяет заготавливать корм с концентрацией обменной энергии – 10,8–11,2 МДж/кг сухого вещества и содержанием белка 16–20%. Преимуществом данной технологии заготовления корма является не только его высокие кормовые достоинства, но одновременное решение важнейших проблем по продлению продуктивного долголетия коров и воспроизводству стада.

В качестве положительного опыта можно привести заготовку прессованного сена в ООО «СХП имени Мичурина» Терновского района Воронежской области, в котором активно внедряются инновационные процессы в производстве кормов. В этом предприятии трава на сено скашивается в фазе бутонизации люцерны и колошения коостреца с последующим плющением, многолетние травы на сено высеваются в виде бобово-злаковых смесей – люцерны + коострец. Набор современной техники на предприятии позволяет заготавливать сено 1-го класса с высоким содержанием протеина и каротина. На уборке трав используются косилки фирмы JF-Stoll, валкоробрасыватели фирмы KUNH GA6002 и погрузчики рулонов фирмы Manitou. Запрессованное сено транспортируется и хранится в специальном сенохранилище [7].

В 2016 г. в ООО «Корм Центр» Каширского района Воронежской области был построен комплекс по приемке, хранению и переработке зерна белого люпина в белковый концентрат. Общая стоимость проекта – 450 млн руб. Технология предусматривает приемку и очистку в автоматическом режиме сухого и влажного зерна в зависимости от времени суток и цели приема: на хранение в специальные мощности, переработку или отгрузку. Объем хранилищ комплекса составляет 64,3 тыс. кубических метров. Согласно плану производственные мощности позволят получать до 35 тыс. т белковых концентратов и до 7 тыс. т отрубей в год. В 2017 г. заводом было закуплено 6,6 тыс. т фуражного зерна белого люпина, в том числе на территории Воронежской области 0,9 тыс. т, что составляет 13,6% от всего объема закупки.

В Воронежской области за последние годы в отрасли молочного скотоводства спроектированы и введены в эксплуатацию крупные животноводческие комплексы:

- молочный комплекс на 3000 дойных коров с молодняком крупного рогатого скота в Кантемировском районе – ООО «СХП «Новомарковское»;
- молочный комплекс на 5000 голов дойного стада вблизи с. Архангельское Аннинского района – ООО «СХП «Молоко Черноземья»;
- молочный комплекс на 2,8 тыс. голов дойного стада в Лискинском районе – ООО «ЭкоНиваАгро» (в декабре 2016 г.) [9, 15].

Характерной особенностью развития отрасли молочного скотоводства в регионе является устойчивый рост продуктивности коров, который при уровне 6362 кг в целом по области существенно колеблется по сельскохозяйственным предприятиям (см. табл.).

Колебания в среднегодовых надоях молока на 1 корову по муниципальным районам за последние шесть лет находятся в пределах от 215 до 4581 кг со знаком плюс и от 145 до 2234 кг со знаком минус. При этом в 2017 г. продуктивность коров в разрезе анализируемых предприятий находилась в пределах от 6273 кг в ООО «СХП «Молоко Черноземья» Аннинского района до 9035 кг в ООО «ЭкоНиваАгро» Лискинского района.

Эффективность сельскохозяйственного производства в предприятиях Воронежской области (2017 г.)

Показатели	В среднем по области	Наименование предприятий							
		ООО СХП «Молоко Черномырь», Аннинский район	ООО «СХП «Новомарковское», Кантемировский район	СПК «Лисинский», Лисинский район	ООО «ЭкоНиваАгро», Лисинский район	СХА племзавод «Дружба», Павловский район	ООО «Большевик», Хохольский район	ЗАО «Дон», Хохольский район	СХА (колхоз) «Маяк», Эртильский район
Урожайность, ц/га - ячмень - горох - кукуруза на корм - многолетние травы на сено	35,0 24,1 180,4 22,7	- - - -	36,5 9,0 162,7 -	49,4 - 239,4 -	52,2 9,2 280,1 22,4	39,1 26,9 235,6 -	41,0 38,6 321,3 11,6	48,4 27,4 158,3 50,0	43,3 38,3 175,6 51,3
Надой молока на 1 корову, кг	6362	6273	6746	6276	9035	6630	7255	8864	6760
Производство на 100 га сельскохозяйдий, ц: - молока - мяса	241,5 16,7	- -	481,3 44,0	637,6 216,2	1815,1 51,2	954,6 50,4	1076,4 60,9	1658,1 52,6	426,4 17,3
Себестоимость 1 ц, руб.: - ячменя - кукурузы на корм - молока - мяса	503,36 104,06 2127,97 21036,83	- - 2829,40 95885,53	573,28 132,85 2845,70 23768,69	602,66 91,16 1476,93 6965,85	475,89 100,25 1933,90 25993,26	475,89 79,53 1828,29 10619,54	503,07 720,89 1697,53 11275,96	499,67 153,89 1730,27 17749,73	468,40 64,82 2064,50 18877,23
Среднемесячная заработная плата, руб.	25758	26844	31500	29784	36900	25059	26447	16770	21913
Уровень рентабельности предприятия, %	21,6	6,6	1,0	24,3	20,6	19,8	25,5	44,2	8,5
Уровень рентабельности животноводства, %	14,6	6,6	(87,5)	34,5	30,4	17,9	32,8	47,8	(93,8)

Данные, приведенные в таблице, характеризуют эффективность молочного скотоводства региона в плане накопленного опыта организации производства молока, в том числе и опыта организации инновационного кормопроизводства.

Использование мировых достижений является отличительной чертой современного этапа развития инновационного кормопроизводства. Так, в ООО «ЭкоНиваАгро» реализуется проект организации индустриального кормопроизводства, который предусматривает использование прогрессивных технологий при производстве кормов, а скормливание – в виде моноорма (сенаж, силос, концентраты и патока). При этом готовится корм на комплексе в измельчителе-миксере.

В СХП «Новомарковское» введен в эксплуатацию новый коровник с 8 доильными роботами Lely Astronaut A4. Корпус рассчитан на 480 коров, общим объемом инвестиций 140 млн руб., проектная мощность – 15 т молока в сутки. По первым 8 граммам робот Lely проводит экспертизу молока и состояния коровы более чем по 80 показателям, которые заносятся в базу данных, где составляются оперативные и аналитические отчеты.

Взаимовыгодное сотрудничество подобного рода дает возможность доступа к новым технологиям и выгодным инвестициям, а также получения опыта взаимодействия с местными органами власти.

Таким образом, организация инновационно-инвестиционной деятельности в отраслях АПК еще не приобрела всеобщего характера по ряду причин:

- во-первых, многие инновационные направления являются высокочрезвычайно затратными;
- во-вторых, рост цен на промышленную продукцию приводит к затруднениям в прогнозировании результатов развития инновационной системы кормопроизводства;
- в-третьих, ослабление роли государства в активизации инновационно-инвестиционной деятельности сужает возможности предприятий сферы АПК для реализации нововведений и усиливает риск, связанный с внедрением инноваций в кормопроизводство.

Исследования формирования и развития инновационной системы кормопроизводства в региональном АПК дают возможность более обоснованно подходить к выбору и разработке стратегических инновационно-ориентированных направлений функционирования системы кормопроизводства.

Библиографический список

1. База данных «Показатели муниципальных образований Воронежской области: показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst20/DBInet.cgi> (дата обращения: 04.12.2018).
2. Воронежская область в цифрах, 2017: статистический сборник. – Воронеж : Воронежстат, 2017. – 80 с.
3. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mcsx.ru Государственная программа на 2013-2020 годы – Минсельхоз России (дата обращения: 11.12.2018).
4. Дубовской И.И. К вопросу об организации инновационного кормопроизводства в региональном АПК / И.И. Дубовской, А.П. Курносков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (32). – С. 133–137.

5. Дубовской И.И. Формирование и развитие системы кормопроизводства: теория, методология, практика : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / И.И. Дубовской. – Воронеж, 2008. – 323 с.
6. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 04.12.2018).
7. Интегрированные агропромышленные формирования: особенности функционирования и перспективы развития в условиях ЦЧР : монография / К.С. Терновых, А.С. Бычуткин, Р.В. Подколзин, Е.Д. Кузнецова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 163 с.
8. Косолапов В.М. Инновационная система кормопроизводства России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, А.В. Шевцов // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – № 1 (5). – С. 42–50.
9. «Молвест расширил штат роботов-доярок» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.molvest.ru/press-centr/novosti-kompanii/molvest-rasshiril-shtat-robotov-doyarok/> (дата обращения: 10.12.2018).
10. Пименов Ю.А. Организационно-экономические аспекты развития молочного скотоводства в регионе : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Ю.А. Пименов. – Воронеж, 2018. – 186 с.
11. Россия: в Воронежской области запускается завод по производству комбикормов из белого люпина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1063056> (дата обращения: 14.12.2018).
12. Ситников Н.П. Управление инновациями в кормопроизводстве / Н.П. Ситников // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2014. – № 6. – С. 196–199.
13. Особенности организации производства молока в интегрированных агропромышленных формированиях / К.С. Терновых, Л.В. Данькова, Н.А. Золотарева, Ю.А. Пименов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 148–158.
14. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://voronezhstat.gks.ru> (дата обращения: 06.12.2018).
15. ЭкоНиваАгро – ЭкоНива-АПК-холдинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekoniva-apk.ru/ekonivaagro> (дата обращения: 10.12.2018).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Иванович Дубовской – доктор экономических наук, профессор 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.

Лидия Васильевна Данькова – 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.

Наталья Александровна Золотарева – 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.

Алена Леонидовна Маркова – 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 06.05.2019

Дата принятия к печати 22.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan I. Dubovskoy, Doctor of Economic Sciences, Professor, 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.

Lidiya V. Dankova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Natalia A. Zolotareva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Alena L. Markova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Received May 06, 2019

Accepted May 22, 2019

БИЗНЕС-ДОМИНИРУЮЩАЯ СТРУКТУРА ПРОДУКТОВЫХ ПОДКОМПЛЕКСОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

**Сергей Николаевич Буторин¹
Павел Валерьевич Михайлушкин²**

¹Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова

²Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий –
Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства

Представлена действующая бизнес-структура сельхозтоваропроизводителей молочно-продуктового подкомплекса (на примере Пермского края), дана ее характеристика и оценка сложившейся ситуации. В теоретической части исследования показано, что для повышения эффективности бизнес-структура продуктовых подкомплексов должна быть более интегрированной, с целью создания условий долгосрочного стратегического сотрудничества хозяйствующих субъектов аграрного сектора на межхозяйственном и межотраслевом уровнях. С учетом этого делается вывод, имеющий важное практическое значение, о том, что конкурентоспособность отдельного предприятия становится возможной только с одновременной конкурентоспособностью всех предприятий, работающих в продуктивном подкомплексе. Представлены аналитические расчеты влияния масштабов бизнеса на эффективность производства, которые показали, что крупное товарное производство имеет значительные преимущества, так как оно способно предложить продукцию с меньшими издержками, лучшим качеством и более широким ассортиментом. В связи с поддержкой развития как крупных, технологически развитых предприятий-кластеров, основывающих свой технологический процесс на промышленной основе, так и малых форм хозяйствования, которые в последние годы получают «стартовый» капитал (гранты на развитие) и субсидии на проектную деятельность, следует рассматривать два возможных сценария развития бизнес-структуры продуктовых подкомплексов аграрного сектора. Первый предусматривает разукрупнение аграрного бизнеса, появление значительного количества малых форм хозяйствования с масштабами товарного производства до 20 млн руб. в год. Второй сценарий (учитывающий особенности конкуренции в ЕАЭС, а также принятую Правительством РФ стратегию пространственного развития, которая предполагает для аграрного сектора зонирование) предусматривает разделение сельскохозяйственного производства на пять основных кластеров: это индустриальное кормопроизводство (инфраструктурный кластер), промышленное животноводство (сырьевой кластер), агропродовольственный трейдинг (инновационный кластер), пищевая индустрия (продуктовый кластер) и сфера торговли (потребительский кластер).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бизнес-структура продуктового подкомплекса, эффективность структуры, инвестиционная привлекательность, конкурентоспособность, эффективность управления, кластер, аграрный сектор экономики.

DOMINANT BUSINESS STRUCTURE OF FOOD SUBCOMPLEXES IN THE AGRARIAN SECTOR OF THE ECONOMY

**Sergey N. Butorin¹
Pavel V. Mikhaylushkin²**

¹Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov

²Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas –
All-Russian Research Institute of Agricultural Economics

The paper presents the current business structure of agricultural producers of the dairy-food subcomplex (on the example of Perm Krai), its characteristics and assessment of the current situation. The theoretical part of research shows that in order to increase the efficiency, the business structure of food subcomplexes should be more integrated aiming at creation of conditions for long-term strategic cooperation between economic entities of the agrarian sector at inter-farm and inter-sectoral levels. Taking this into account, the author makes an important practical conclusion that the competitiveness of an individual enterprise is possible only simultaneously with the competitiveness of all enterprises operating in the food subcomplex. Analytical calculations of the impact of business scale on production efficiency are presented. They showed that large-scale commodity production has significant advantages, as it is able to offer a wider range of products with lower costs and better quality. In recent years support is being provided not only to large technologically developed cluster enterprises that build their technological

process on the industrial basis, but also to small business forms that receive start-up capital (grants for development) and subsidies for project activities as well. In this respect two possible scenarios for the development of business structure of food subcomplexes in the agrarian sector should be considered. The first one involves the downsizing of the agrarian business and emergence of a significant number of small business forms with the scale of commodity production of up to 20 million rubles per year. The second scenario takes into account the peculiarities of competition in the EAEU, as well as the spatial development strategy adopted by the Russian Government, which presupposes zoning for the agrarian sector. This scenario divides the agricultural production into five main clusters: industrial feed production (infrastructure cluster); industrial livestock breeding (raw materials cluster); agricultural and food trading (innovation cluster); food industry (food cluster); and trade sector (consumer cluster).

KEYWORDS: business structure of food subcomplex, structure efficiency, investment attractiveness, competitiveness, management efficiency, cluster, agrarian sector of the economy.

Как доказала практика стран с развитой рыночной экономикой, конкуренция обеспечивает баланс интересов участников рынка и, как следствие, социальную стабильность в обществе [9, 12]. При этом необходимо понимать, что наличие конкурентной среды не создает гарантированных экономических предпосылок для успешной деятельности всех участников рынка. Конкуренция выполняет функцию «естественного отбора», заставляя товаропроизводителей постоянно совершенствоваться, повышать свою конкурентоспособность [8].

В современных условиях, когда Россия вступила в ЕАЭС, тем самым еще больше открыв отечественный рынок для иностранных участников, меняется сама система конкурентирования. И если еще сегодня можно говорить о так называемой межотраслевой конкуренции, о внутреннем диспаритете цен и, как следствие, экономически несбалансированном распределении прибыли между предприятиями аграрного сектора, то в ближайшей перспективе российских сельхозтоваропроизводителей и переработчиков ждет еще в большей степени жесткая конкуренция с товарами импортного производства и в части с продовольственными товарами стран-участниц ЕАЭС, экономика которых является более аграрно-ориентированной [1, 11].

В ходе исследования использовались диалектические и эмпирические методы познания, системного и ситуационного анализа, общие методы анализа, синтеза.

По единым условиям общего аграрного рынка ЕАЭС, когда государство больше не может применять протекционистские меры защиты местных товаропроизводителей, а должно создавать равные условия поступления на рынок товаров как отечественного, так и импортного производства, конкурентоспособность предприятия начинает зависеть не только от работы самого предприятия, но и от работы смежников – поставщиков и потребителей. Таким образом, можно утверждать, что конкурентоспособность отдельного предприятия становится возможной только с одновременной конкурентоспособностью всех предприятий, работающих в продуктовом подкомплексе [2, 5]. Данный вывод полностью согласуется с мнением тех ученых, которые в своих исследованиях пришли к выводу, что для повышения эффективности бизнес-структура продуктовых подкомплексов должна быть более интегрированной, тем самым создавая условия долгосрочного стратегического сотрудничества хозяйствующих субъектов аграрного сектора на межхозяйственном и межотраслевом уровнях [3, 4, 7, 10].

Действующая бизнес-структура продуктовых подкомплексов, исследуемая на примере Пермского края, представлена традиционной структурой, состоящей из предприятий I и III сфер АПК. Основными характеристиками такой бизнес-структуры можно назвать следующие.

1. Политоварность сельскохозяйственных предприятий и, как следствие, отсутствие долгосрочного сотрудничества между предприятиями сельского хозяйства и пищевой промышленности.

В Пермском крае 86% сельскохозяйственных предприятий имеют комбинированное производство, заключающееся в получении коровьего молока на кормах собственного производства и мяса КРС после забоя выбракованного скота. В структуре

дохода выручка от трех видов бизнеса в среднем по предприятиям края распределяется в следующем соотношении: 78% – молоко, 12% – мясо КРС и 10% – товарное зерно. Это делает практически невозможным или как минимум крайне затруднительным поиск целевого стратегического инвестора.

2. Превалирование в структуре продуктовых подкомплексов мелко- и среднетоварных сельскохозяйственных предприятий и, как следствие, их низкая управляемость. Если давать оценку сельскохозяйственным предприятиям молочно-продуктового подкомплекса Пермского края (основной отрасли специализации в сельском хозяйстве региона), то структура предприятий, в зависимости от масштабов товарного производства, выглядит следующим образом (табл. 1).

Таблица 1. Группировка сельскохозяйственных предприятий в зависимости от объемов реализации молока в Пермском крае по состоянию на 01.01.2017, %

Объемы реализации молока	Количество хозяйств	Структура, %
До 1000 т	197	71,1
От 1000 до 3000 т	66	23,8
Свыше 3000 т	14	5,1
Всего	277	100,0

Источник: [6].

Как видно из данных таблицы 1, большинство сельскохозяйственных предприятий в Пермском крае (71%) являются мелкотоварными, с объемами реализации молока до 1 тыс. т в год. Это, в свою очередь, определяет существующую нестабильность сырьевой базы для переработчиков и завышенные транзакционные издержки в сфере сельского хозяйства и, как следствие, низкий уровень гарантированных поставок готовой и качественной продукции конечному потребителю.

3. Неудовлетворительное имущественно-правовое устройство большей части сельхозтоваропроизводителей.

По мнению большинства опрошенных экспертов, которыми выступили руководители отраслевых органов государственной власти и местного самоуправления, занимающиеся вопросами сельского хозяйства, а также научные сотрудники Пермского ГАТУ, порядка 80% сельскохозяйственных предприятий Пермского края не имеют на сегодняшний день оформленных в соответствии с действующими требованиями законодательства прав на имущественные комплексы и земельные угодья, находящиеся в их пользовании.

Все вышеперечисленные характеристики, по нашему мнению, являются наследием экономики советского периода, когда приветствовалось многоотраслевое сельскохозяйственное производство, при этом сами сельскохозяйственные предприятия были относительно небольшими, сформированными по бригадно-поселенческому принципу. Имущественно-земельные отношения для сельхозтоваропроизводителей в советский период практически не имели никакого значения. Земельные угодья предоставлялись им государством на праве постоянного бессрочного пользования, основные производственные фонды поступали на безвозмездной основе в зачет сдаваемой государству продукции.

Данное положение усугубилось в начале 90-х годов, когда в соответствии с проводимой в России аграрной реформой земельные фонды и имущество колхозов и совхозов были переданы в долевую собственность членам этих хозяйств. Это до настоящего времени является предпосылкой к разукрупнению сельскохозяйственных предприятий, выделу из них отдельных структур (бригад), образованию на этой основе малых форм хозяйствования. В качестве примера можно привести произошедшее в 2014 г. в Ординском районе Пермского края разукрупнение, когда достаточно крупное хозяй-

ство – колхоз «Урал» (на 01.01.2014 дойное стадо насчитывало 520 гол.) разделили на три более мелких: ООО «Надежда», ООО «Русское поле» и ООО УК «Урал».

Вместе с этим уже научно доказано и подтверждается практикой экономически развитых стран, что в сфере организации агропроизводства необходимо отдавать приоритет таким фундаментальным принципам экономики, как специализация, интенсификация, концентрация и капитализация бизнеса. Это говорит о необходимости организации и развития сельскохозяйственного производства на промышленной основе, определения «точек роста», способных не только поддерживать существующий производственный уровень, но и обеспечить его рост.

Как показали проведенные исследования, крупное товарное производство имеет значительные преимущества, так как оно способно предложить продукцию, произведенную с меньшими издержками, лучшего качества и более широкого ассортимента. Определено, что с ростом концентрации поголовья коров на 100 гол. их средняя продуктивность увеличивается на 5,2%. Прямые затраты труда и себестоимость 1 тонны молока снижаются соответственно на 12,6 и 5,5%. Значительно увеличивается рентабельность (табл. 2).

Таблица 2. Влияние масштабов бизнеса на эффективность производства молока на сельскохозяйственных предприятиях молочно-продуктового подкомплекса в Пермском крае (в среднем за период 2016–2017 гг.)

Показатели	Группы хозяйств по численности коров, гол.				В среднем
	1	2	3	4	
	до 300	от 300 до 500	от 500 до 900	свыше 900	
Число хозяйств	11	13	6	4	34
На хозяйство (в среднем):					
поголовье коров	211	377	718	1347	663
валовой надой, т	610	1320	2970	6800	2925
Надой молока на 1 корову, кг	3891	4501	5136	6840	5154
Выход приплода на 100 маток, гол.	82	81	86	97	87
Прямые затраты труда, чел.-ч					
на 1 корову	221	213	206	187	207
на 1 тонну молока	86	81	69	36	68
Полная себестоимость 1 т молока, руб.	16 370	16 090	15 680	14 890	15 758
Прибыль на 1 тонну молока, руб.	(-480)	280	840	2650	823
Рентабельность производства, %	-	2,3	7,2	24,3	8,5

Источник: [6].

Казалось бы, очевидно, что, исходя из экономических предпосылок, большую перспективу развития в аграрном секторе должны получить крупные, технологически развитые предприятия-кластеры, основывающие свой технологический процесс на промышленной основе. Однако, как показывает статистика, существует противоположная тенденция. В Пермском крае за последние 10 лет численность птицефабрик, самых индустриально развитых аграрных предприятий, сократилась в 2 раза. Обанкротились такие крупные флагманы отрасли, как ФГУП «9-й Конезавод» и ФГУП «Племзавод «Верхнемурлинский».

Наряду с этим прослеживается устойчивая государственная политика по поддержке развития малого бизнеса на селе. Малые формы хозяйствования имеют возможность в последние годы получать как «стартовый» капитал (гранты на развитие), так и субсидии на компенсацию части затрат по последующей проектной деятельности, что говорит о двух возможных сценариях развития бизнес-структуры продуктовых подкомплексов аграрного сектора.

Первый, учитывающий существующие тенденции в отрасли, по нашему мнению, должен привести к еще большему разукрупнению аграрного бизнеса, появлению значительного количества малых форм хозяйствования с масштабами товарного производства до 20 миллионов рублей в год. В этом случае сохранится политоварность сельскохозяйственных предприятий. Это в совокупности с малыми масштабами их деятельности оставит, как и сейчас, инвестиционно непривлекательными для стратегических инвесторов предприятия переработки. При данном сценарии, по нашему мнению, качественные изменения в отрасли, повышение производительности труда, конкурентоспособности маловероятны.

При втором сценарии необходимо учитывать, во-первых, особенности конкуренции в условиях ЕАЭС, в частности требования по соблюдению общих стандартов качества, во-вторых, природно-климатические условия хозяйствования в большинстве регионов России, которые относятся к зоне рискованного земледелия, что, в свою очередь, определяет высокую рискованность и капиталоемкость комбинированного аграрного производства, а также принятую Правительством РФ стратегию пространственного развития, которая предполагает для аграрного сектора зонирование.

Учитывая это, второй сценарий развития бизнес-структуры продуктовых подкомплексов аграрного сектора экономики России должен предусматривать разделение сельскохозяйственного производства на пять основных кластеров.

I – инфраструктурный кластер – индустриальное земледелие (земельные фонды);

II – сырьевой кластер – животноводство промышленного типа: 1) производство говядины (технологический откорм); 2) производство молока (генерация спроса); 3) производство ремонтного молодняка (сервис);

III – инновационный кластер – агропродовольственный трейдинг: 1) закупки кормов, управление загрузкой; 2) эмбрионы, молоко, говядина; 3) первичная переработка; 4) агрегирование предложения;

IV – продуктовый кластер – пищевая индустрия (глубокая переработка);

V – потребительский кластер – сфера торговли: 1) оптовые продажи (ритейл); 2) розничные продажи (ключевые клиенты).

При такой кластеризации необходимо отметить, что ключевыми кластерами, формирующими бизнес-доминирующую структуру продуктовых подкомплексов аграрного сектора экономики, являются инфраструктурный, сырьевой и инновационный.

Инфраструктурный кластер (учитывая, что продукция этого кластера имеет узкоцелевой рынок) может быть в большей степени государственно регулируемым, поскольку это не ограничит конкуренцию на рынке продовольственных товаров. В данном кластере должна быть сформирована земельная аграрная инфраструктура, позволяющая организовать стабильное производство кормов для кластера промышленного животноводства.

Сырьевой кластер с рыночными механизмами регулирования должен быть ориентирован на производство товарной продукции отраслей животноводства. Данный кластер предполагает, что в нем будут функционировать как малые формы хозяйствования, так и крупные, в том числе имеющие свои перерабатывающие мощности. Мы полагаем, что именно хозяйствующие субъекты этого кластера будут выступать инициативными интеграторами, способствующими формированию и развитию инновационного кластера. В этом случае инновационный кластер представляется как совокупность интегрированных хозяйствующих субъектов (например, интегрированных агропромышленных формирований), в рамках которых совмещен процесс производства сельскохозяйственной продукции, ее первичной и глубокой переработки.

Безусловно, для создания таких бизнес-структур необходимо проведение большой организационной работы, в том числе и при участии государства.

Библиографический список

1. Буторин С.Н. Моделирование инновационно-производственного агрокластера как перспективной формы организации управления агропроизводством в рамках ЕАЭС / С.Н. Буторин, И.С. Санду // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2017. – № 4. – С. 38–45.
2. Буторин С.Н. Теория и методология инновационно-ориентированного управления в агробизнесе : монография / С.Н. Буторин, под общ. ред. И.С. Санду. – Москва : ВНИИЭСХ, Научный консультант, 2017. – 148 с.
3. Глебов И.П. Влияние размеров отраслей на эффективность сельскохозяйственного производства / И.П. Глебов, С.И. Горбунов, В.В. Бутырин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 10. – С. 22–26.
4. Закшевская Е.В. Концептуальный подход к стратегическому управлению сельскохозяйственным производством на региональном уровне / Е.В. Закшевская, М.В. Загвозкин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2013. – № S2 (32). – С. 43–49.
5. Медеяева З.П. Концептуальные подходы к обоснованию стратегии развития региона / З.П. Медеяева, О.А. Барулева, И.И. Босая // Гуманизация образования: научно-практический журнал. – Сочи : Международный инновационный университет, 2014. – № 4 – С. 40–46.
6. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Пермского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro.permkrai.ru/programs/regionalnye/> (дата последнего обращения: 10.01.2019).
7. Организационные основы формирования стратегических альянсов в предпринимательстве / В.И. Беспятых, А.С. Лукин и др. – Киров : Аверс, 2011. – 151 с.
8. Руцицкая О.А. Специфика конкуренции в аграрном секторе экономики России / О.А. Руцицкая, Т.И. Кружкова, И.П. Чупина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1, ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18328> (дата обращения: 07.01.2019).
9. Савченко Т.В. Социально-экономические задачи совершенствования системы управления аграрным производством / Т.В. Савченко, Е.В. Закшевская // Повышение эффективности АПК в системе социально ориентированного развития сельских территорий : сб. науч. тр. по результатам межрегиональной науч.-практ. конф. – Воронеж : НИИ экономики и организации АПК ЦЧР РФ, 2015. – С. 280–282.
10. Семин А.Н. Концепция управления интеграционными процессами в аграрных и агропромышленных формированиях: особенности разработки и механизм реализации / А.Н. Семин, Н.В. Мальцев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – № 10. – С. 66–70.
11. Устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности сельского хозяйства России в условиях углубления интеграции в ЕАЭС / И.Г. Ушачев, А.Г. Папцов и др. – Москва : ООО «Научный консультант», 2018. – 320 с.
12. Bogoviz A.V. The problem of provision of food security through management of the AIC: transnationalization vs import substitution / A.V. Bogoviz, E.I. Semenova, I.S. Sandu // Advances in Intelligent Systems and Computing. – Vol. 622. – Pp. 83–88.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Сергей Николаевич Буторин – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации аграрного производства ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь, e-mail: butorinsergey@yandex.ru.

Павел Валерьевич Михайлушкин – доктор экономических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства», Россия, г. Москва, e-mail: mikhaylushkinpv@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 20.04.2019

Дата принятия к печати 29.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Sergey N. Butorin, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Organization of Agricultural Production, Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, Russia, Perm, e-mail: butorinsergey@yandex.ru.

Pavel V. Mikhaylushkin, Doctor of Economic Sciences, Docent, Chief Research Scientist, Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Russia, Moscow, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Received April 20, 2019

Accepted May 29, 2019

НАЛОГОВАЯ ПОЛИТИКА РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ

**Ирина Викторовна Оробинская
Ольга Викторовна Улезько
Ирина Николаевна Маслова**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследования налогового бремени Воронежской области, которые отражают воздействие и государственной, и региональной налоговой политики. Учитывая то, что состав налогов, зачисляемых в консолидированный бюджет субъектов РФ, определяется федеральным законодательством, а полномочия региональных властей в области налогообложения сводятся к определению налоговых ставок и налоговых льгот по отношению к региональным и местным налогам, основное внимание уделено мерам налогового воздействия на экономику, и в частности такому показателю, как налоговое бремя региона. На основе анализа и синтеза статистических данных по налоговым отчислениям и налоговой недоимке определены состояние и результаты налоговой политики на региональном уровне, измеримо отражено влияние изменений государственной налоговой политики на налоговую политику региона. В целом за исследуемый период Воронежская область демонстрирует устойчивый рост налоговых поступлений как в федеральный, так и в консолидированный областной бюджет. Однако темпы роста платежей в федеральный бюджет в 2016 г. были выше темпов роста в консолидированный бюджет области на 17%. Авторские расчеты свидетельствуют о росте налогового бремени Воронежской области (на 2,8% в период с 2013 по 2016 г.) при неизменности условий налогообложения в отношении налогоплательщика. При этом наибольшими темпами росла федеральная составляющая налогового бремени (на 14,4%). Региональная составляющая налогового бремени Воронежской области осталась неизменной, что свидетельствует о способности властей удерживать с помощью региональных налогов стабильное воздействие налоговой системы на налогоплательщиков. При выявлении задач по управлению процессом налогообложения, по мнению авторов, необходима разработка системы показателей, уровень и динамика которых позволяла бы наиболее точно оценивать степень реализации управленческих решений в области налогообложения. К таким обобщающим показателям стоит отнести определение налогового потенциала региона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: налоговая политика, уровень налоговой дисциплины, налоговые поступления, задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, налоговое администрирование.

TAX POLICY AT THE REGIONAL LEVEL, ITS CURRENT STATE AND TRENDS

**Irina V. Orobinskaya
Ol'ga V. Ulez'ko
Irina N. Maslova**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of the study of the tax burden of Voronezh Oblast, which reflect the impact of both state and regional tax policy. The main emphasis of the paper was on the measures of the tax impact on the economy, in particular, on such indicator as the tax burden of the region, taking into consideration the fact that the structure of taxes going into the consolidated budgets of the constituent entities of the Russian Federation is provided by Federal legislation, and the power of regional authorities in the field of taxation is reduced to the determination of the tax rates and tax benefits in relation to regional and local taxes. Using the methods of analysis and synthesis of statistical data on tax payments and tax underpayments, the authors determined the current state and the result of tax policy at the regional level, in a measurable way described the impact of changes in state tax policy on the tax policy of the region. As a whole, over the study period, Voronezh Oblast demonstrates a steady increase in tax revenues for both federal and consolidated regional budgets. However, the growth rates of payments for the federal budget in 2016 were higher than the growth rates in the consolidated budget of the region by 17%. The author's calculations show an increase in the tax burden of Voronezh Oblast (by 2.8% for the period from 2013 to 2016) with immutability of terms of taxation against the taxpayer. Further, the federal component of the tax burden grew at the fastest rate (by 14.4%). Regional component of the tax burden of Voronezh Oblast remained unchanged, which indicates the ability of the authorities to maintain a stable impact of the tax system on taxpayers with the help of regional taxes. In the authors' thinking, when identifying the targets of taxation management, it is necessary to develop a system of indicators, the level and dynamics of which would allow best estimating the degree of implementation of management decisions in the field of taxation. Examples of the summarizing indicators may include such as taxable capacity of the region.

KEYWORDS: tax policy, level of tax discipline, tax revenues, tax liabilities, debts for taxes and levies, tax administration.

Налогообложение, являясь процессом, в результате которого формируется материальная основа существования государства, требует к себе особого внимания с точки зрения анализа и выработки управленческих решений. Оценка процесса налогообложения на федеральном, региональном, местном и макроуровнях имеет свои особенности, поскольку порядок формирования доходов бюджетов разных уровней различается и формируется на законодательной основе исходя из стратегических и тактических задач налоговой политики.

Налоговая политика России на современном этапе представляет собой составную часть государственной социально-экономической политики. Цели и задачи налоговой политики проистекают от основных направлений государственной внешней и внутренней политики [3]. Стоит отметить, что на сегодняшний день реализуется ряд направлений налоговой политики, среди которых приоритетным является решение экономических задач, а одной из тактических целей является сохранение уровня налогового бремени в РФ [3]. Региональная налоговая политика определяется органами власти субъектов РФ и не может противоречить действующим нормам федерального законодательства в области налогообложения.

Рассматривая региональный аспект собираемости налогов в Воронежской области, следует обратиться к данным, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Динамика налоговых отчислений Воронежской области в федеральный бюджет, тыс. руб.

Наименование показателя	2013 г.	2014	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темпы роста 2017 г. к 2013 г., %
Налоговые доходы	13 727 967	14 501 487	16 478 674	18 883 625	22 824 954	166
Налог на прибыль организаций	915 056	970 113	1 464 976	1 301 681	1 776 624	194
НДС	11 779 448	12 172 907	13 433 627	15 695 268	18 911 042	161
НДФЛ		68 649	х	х	х	х
Акцизы	60 695	205 040	167 382	212 011	200 031	330
НДПИ	7685	11 006	13 936	9076	8746	114
Водный налог	45 019	45 586	49 463	60 347	66 729	148
Государственная пошлина	137 414	126 001	160 687	154 790	165 965	121
Прочие налоговые доходы	782 650	902 185	1 188 603	1 450 452	1 695 817	217

Источник: расчет выполнен авторами на основании данных форм статистической налоговой отчетности [4, 5, 6].

В целом налоговые отчисления в федеральный бюджет по Воронежской области за исследуемый период увеличились на 66%. Ни по одному налогу, зачисляемому в федеральный бюджет, сокращения не наблюдается.

Наибольшими отмечены темпы роста по следующим платежам (2017 г. к 2013 г.):

- акцизы – 330%
- налог на прибыль организаций – 194%;
- НДС – 161%.

Налог на доходы физических лиц в виде фиксированных авансовых платежей с доходов, полученных физическими лицами, являющимися иностранными гражданами, осуществляющими трудовую деятельность по найму у физических лиц на основании патента в соответствии со статьей 227.1 Налогового кодекса Российской Федерации, в 2014 г. составил 68 649 тыс. руб.

Стоит отметить, что рост налоговых отчислений в федеральный бюджет по акцизам обеспечивается устойчивым ростом ставок по указанному налогу.

Данные таблицы 1 демонстрируют результаты федеральной налоговой политики, которая характеризуется большей частью фискальной направленностью. Это подтверждают устойчивый рост налоговых ставок акцизов и перераспределение в 2016 г. ставки налога на прибыль организаций в сторону увеличения федеральной компоненты ставки налога. Вместе с тем стоит отметить, что рост отчислений по налогу на прибыль организаций как в федеральный, так и в региональный бюджет обеспечивается за счет роста налоговой базы по данному налогу.

Учитывая современные законодательные нормы Налогового кодекса, Бюджетного кодекса, следует обратить внимание, что законами субъектов РФ возможна реализация налоговой политики субъекта РФ в части региональных, а также местных налогов, которые, в свою очередь, могут регламентироваться решениями муниципальных властей в рамках федерального законодательства [1, 9].

На наш взгляд, продемонстрировать направленность и результативность региональной налоговой политики могут данные по динамике и структуре налоговых поступлений в консолидированный бюджет Воронежской области, поскольку муниципальная налоговая политика в целом в реальности определяется региональной властью [2]. В таблице 2 представлена динамика и структура налоговых поступлений в консолидированный бюджет Воронежской области.

**Таблица 2. Динамика и структура налоговых поступлений
в консолидированный бюджет Воронежской области, тыс. руб.**

Наименование показателя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Удельный вес в 2017 г.	Темпы роста 2017 г. к 2013 г., %
Налоговые доходы	57 742 588	61 325 677	62 569 109	69 429 923	74 939 331	100,0	130
Налог на прибыль организаций	14 491 051	14 086 237	15 469 751	18 173 878	19 474 174	25,98	134
НДФЛ	24 894 925	27 087 274	27 472 586	29 188 722	31 183 501	41,61	125
Акцизы	2 975 148	3 776 377	1 770 287	2 366 114	2342 831	3,13	79
НДПИ	132 915	151 352	160 310	150 222	156 865	0,21	118
Сборы за пользование объектами животного мира и за пользование объектами водных биологических ресурсов	877	759	588	754	780	0,01	89
Государственная пошлина	153 764	183 145	260 058	231 757	238 748	0,32	155
Налог на имущество физических лиц	312 331	327 133	341 390	448 723	415 745	0,56	133
Налог на имущество организаций	6 425 765	6 479 386	6 950 443	8 150 247	9 470 371	12,64	147
Транспортный налог	1 965 606	2 135 058	2 417 241	2 431 757	2 607 920	3,48	133
Налог на игорный бизнес	3546	4696	5688	6229	5411	0,01	153
Земельный налог	2 506 642	2 937 480	3 134 459	3 302 365	3 241 187	4,33	129
УСН	2 388 611	2 602 216	2 938 095	3 256 929	4 112 011	5,49	172
ЕНВД	1 363 127	1 410 191	1 483 995	1 440 745	1 399 019	1,87	103
ЕСХН	108 010	103 241	150 073	261 098	254 692	0,34	236
ПСН	2343	6852	10 213	17 301	34 320	0,05	1465
Прочие налоговые доходы	17 927	34 280	3932	3082	1756	0,01	10

Источник: расчет выполнен авторами на основании данных форм статистической налоговой отчетности [4, 5, 6].

Прежде всего, следует обратить внимание, что состав налогов, зачисляемых в консолидированный бюджет субъектов РФ, определяется федеральным законодательством. Полномочия региональных властей в области налогообложения сводятся к определению налоговых ставок и налоговых льгот по отношению к региональным и местным налогам, а также, отчасти, по специальным налоговым режимам. В связи с этим для определения возможностей и размера финансовых полномочий следует отметить, что субъекты РФ могут реализовывать региональную налоговую политику в следующих размерах: в пределах ставки налога на прибыль организаций от 13,5 до 17%, ставки налога на имущество организаций – не более 2,2%, транспортного налога не больше и не меньше чем в 10 раз отклоняющейся от федеральной ставки, а также налога на игорный бизнес [10].

Кроме того, власти на региональном уровне имеют право устанавливать налоговые ставки и налоговые льготы по земельному налогу, налогу на имущество физических лиц и другим. В целом в пределах полномочий региональных властей в области налогообложения просматривается возможность реализовывать стимулирующую функцию налогов путем снижения налоговой ставки и исключения из-под налогообложения части объектов налогообложения и выведения из-под налогообложения налоговой базы в отношении отдельных групп налогоплательщиков.

В рассматриваемом периоде налоговые поступления в консолидированный бюджет Воронежской области выросли на 30%. Рост общего объема налоговых поступлений был обеспечен ростом поступлений налога на прибыль организаций (134%), НДС (125%), госпошлины (155%) и других налогов и сборов.

В период с 2013 по 2017 г. включительно наблюдается сокращение поступлений в консолидированный бюджет Воронежской области по акцизам на 21%, по сборам за пользование объектами животного мира и объектами водных биологических ресурсов – на 11%.

По данным за 2017 г. в Воронежской области удельный вес налогов, на которые распространяются региональные полномочия по изменению отдельных элементов налога, составил 28%, соответственно налогов, зачисляемых в федеральный бюджет, – 72%. При таком соотношении можно говорить о том, что только третья часть налоговых поступлений управляется региональной властью в рамках Налогового кодекса.

В целом за исследуемый период Воронежская область демонстрирует устойчивый рост налоговых поступлений как в федеральный бюджет, так и в консолидированный бюджет Воронежской области. Однако темпы роста платежей в федеральный бюджет в 2016 г. выше темпов роста в консолидированный бюджет области на 17%.

Данные таблицы 3 наглядно демонстрируют рост налогового бремени Воронежской области, которое в период с 2013 по 2016 г. выросло в целом на 2,8% при неизменности условий налогообложения в отношении налогоплательщика. При этом наибольшими темпами растет федеральная составляющая налогового бремени (рост составил 14,4%). Региональная составляющая налогового бремени региона осталась неизменной, что свидетельствует о способности региональных властей удерживать с помощью региональных налогов стабильное воздействие налоговой системы на налогоплательщиков, хотя при этом, например, в 2016 г. выросли ставки налога на имущество организаций для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Таким образом, можно отметить, что регулирующая функция, присущая налогам, может проявляться не только относительно налогоплательщика, но и на уровне регионального налогового бремени, когда при неизменном налоговом окружении на микроуровне может усилиться налоговое давление на уровне субъекта РФ [10].

При рассмотрении регионального налогового бремени уместно провести анализ структуры и динамики налоговой недоимки [11].

Таблица 3. Структура налоговых изъятий в федеральный бюджет и консолидированный бюджет Воронежской области

Наименование показателя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Темпы роста 2016 г. к 2013 г., %
Удельный вес налоговых изъятий по Воронежской области в федеральный бюджет	19,21	19,12	20,85	21,38	137,56
Удельный вес налоговых изъятий по Воронежской области в консолидированный бюджет Воронежской области	80,79	80,88	79,15	78,62	120,24
Удельный вес налоговых изъятий по Воронежской области в структуре ВРП	0,12	0,12	0,13	0,13	102,77
в том числе в федеральный бюджет РФ	0,02	0,02	0,03	0,03	114,40
в консолидированный бюджет Воронежской области	0,10	0,10	0,10	0,10	100,00

Источник: расчет выполнен авторами на основании данных форм статистической налоговой отчетности [4, 5, 6].

Данные таблицы 4 отражают устойчивое увеличение задолженности перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям в структуре ВРП Воронежской области. Указанное увеличение в 2017 г. по сравнению с 2013 г. составило 5,88%, при этом абсолютный рост задолженности составил 20,13%.

Таблица 4. Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по Воронежской области в структуре ВРП

Наименование показателя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темпы роста 2017 г. к 2013 г., %
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям – всего	6 482 943	6 617 302	6 459 554	7 264 091	7 787 811	120,13
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по федеральным налогам и сборам	4 409 440	4 190 052	3 715 626	4 042 448	1 605 915	36,42
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по региональным, местным налогам и сборам, специальным налоговым режимам	2 073 503	2 427 250	2 743 928	3 221 643	3 141 438	151,50
Удельный вес задолженности перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям в структуре ВРП Воронежской области	0,34	0,34	0,34	0,39	0,36	105,88
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по региональным налогам	1 226 490	1 521 585	1 862 922	2 169 987	2 060 476	168,00
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по местным налогам	658 216	729 444	694 727	853 165	826 194	125,52
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям по специальным налоговым режимам	188 797	176 221	186 279	198 491	254 768	134,94

Источник: составлено авторами на основании данных форм статистической налоговой отчетности [4, 5, 6].

Общий рост налоговой недоимки обеспечивается устойчивым ростом задолженности по региональным, местным налогам и сборам, а также по специальным налоговым режимам. Задолженность по федеральным налогам сократилась на 60,3% [10].

Для относительной оценки процесса налогообложения в Воронежской области были рассчитаны аналогичные показатели в целом по России за исследуемый период (табл. 5).

Таблица 5. Динамика задолженности по налогам и сборам, а также пеням, налоговым санкциям в РФ и ее структура в ВВП РФ, тыс. руб.

Наименование показателя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темпы роста 2017 г. к 2013 г., %
Задолженность перед бюджетом по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям – всего	770 308 170	802 681 722	827 494 473	1 031 693 514	1 078 861 496	140,06
Недоимка	384 939 461	430 315 931	461 561 967	614 915 061	812 598 876	159,74
Задолженность перед бюджетом по пеням	255 320 888	259 639 081	230 163 735	269 132 890	237 860 805	211,09
Задолженность перед бюджетом по налоговым санкциям	73 684 945	76 482 103	66 626 227	78 882 654	28 401 815	38,54
Удельный вес задолженности по налогам и сборам, пеням, налоговым санкциям в структуре ВВП, %	1,05	1,10	1,13	1,41	1,48	140,95
Удельный вес задолженности по налогам и сборам в структуре ВВП, %	0,53	0,59	0,63	0,84	1,11	209,43
Удельный вес задолженности по пеням в структуре ВВП, %	0,35	0,36	0,31	0,37	0,33	94,28
Удельный вес задолженности по налоговым санкциям в структуре ВВП, %	0,10	0,10	0,09	0,11	0,04	40,00

Источник: расчет выполнен авторами на основании данных форм статистической налоговой отчетности [4, 5, 6].

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что темпы роста задолженности по налогам и сборам, а также пеням и налоговым санкциям перед бюджетом по РФ выше, чем по Воронежской области, всего на 20%, что отражает более высокий уровень налоговой дисциплины в регионе по отношению к общероссийским показателям.

При выявлении задач по управлению процессом налогообложения, на наш взгляд, необходима разработка системы показателей, уровень и динамика которых позволяла бы наиболее точно оценивать степень реализации управленческих решений в области налогообложения. К таким обобщающим показателям стоит отнести определение налогового потенциала региона.

Говоря о налоговом администрировании в рамках налоговой политики, мы считаем важным определение налогового бремени не только на микроуровне, но и рассмотрение его как макроэкономического показателя в разрезе уровней бюджетов и соответственно на уровне конкретных административных образований для целей комплексной оценки государственного воздействия через налоги субъекта РФ или муниципального образования.

Библиографический список

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 145-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/ (дата обращения: 21.12.2018)
2. Гревцова Т.В. Сравнительный анализ налоговых доходов региональных бюджетов ЦФО Российской Федерации / Т.В. Гревцова // Наука, образование, общество. – 2016. – № 2 (8). – С. 8–18.
3. Гудков А.А. Методика системного анализа совокупной налоговой задолженности на субфедеральном уровне // А.А. Гудков // Экономические и гуманитарные науки. – Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева. – 2014. – № 8 (271). – С. 86–98.
4. Данные по формам статистической налоговой отчетности 2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.nalog.ru/rn36/related_activities/statistics_and_analytics/forms/5432274/ (дата обращения: 21.12.2018).
5. Данные по формам статистической налоговой отчетности 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.nalog.ru/rn36/related_activities/statistics_and_analytics/forms/6040192/ (дата обращения: 21.12.2018).
6. Данные по формам статистической налоговой отчетности 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.nalog.ru/rn36/related_activities/statistics_and_analytics/forms/6772396/ (дата обращения: 21.12.2018).
7. К вопросу об эффективности Российской налоговой политики на современном этапе экономики / Л.В. Брянцева и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (44). – С. 72–78.
8. Налоговое бремя как показатель реализации регулирующей функции налогов / В.И. Нечаев, Н.Н. Тюпакова, О.Ф. Бочарова, Д.Х. Хатуев // АПК: экономика, управление. – 2009. – № 8. – С. 53–58.
9. Налоговый кодекс Российской Федерации от 05.08.2000 № 117-ФЗ. Часть вторая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ (дата обращения: 21.12.2018).
10. Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Кн. 2 ; под научной редакцией В.А. Мау, Я.И. Кузьминова. – Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2013. – 408 с.
11. Улезько О.В. Проблемы оценки и применения налогового потенциала региона / О.В. Улезько, И.Н. Маслова // Финансы и кредит. – 2015. – № 45 (669). – С. 35–43.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ирина Викторовна Оробинская – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия, г. Воронеж, e-mail: orob-irina@yandex.ru.

Ольга Викторовна Улезько – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия, г. Воронеж, e-mail: arle4@rambler.ru.

Ирина Николаевна Маслова – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Россия, г. Воронеж, e-mail: irimslv@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.04.2019

Дата принятия к печати 26.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Irina V. Orobinskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: orob-irina@yandex.ru.

Ol'ga V. Ulez'ko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle4@rambler.ru.

Irina N. Maslova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: irimslv@mail.ru.

Received April 16, 2019

Accepted May 26, 2019

ХАРАКТЕР И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕДУРЫ БИЗНЕС-АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ НАЛОГОВОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК

**Роман Викторович Нуждин¹
Лариса Викторовна Брянцева²
Елена Петровна Борщевская³
Наталья Игоревна Пономарева¹
Марина Михайловна Пухова¹**

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

³Воронежский государственный университет

Сущность бизнес-анализа и контроля налоговой состоятельности проявляется в использовании совокупности параметров, показателей и индикаторов, являющихся аналитическими и контрольными инструментами и дающих возможность идентифицировать результаты деятельности организации с точки зрения ее состояния как добросовестного налогоплательщика. Проанализированы значимые элементы методических процедур, являющиеся целепригодными для бизнес-анализа и контроля различных сторон налоговой состоятельности налогоплательщиков, в том числе перерабатывающих организаций АПК. С использованием индикативного подхода изучены значения пороговых показателей налоговой нагрузки и рентабельности в нормативно-правовых актах и информационно-разъяснительных материалах. Установлено существенное превышение значений пороговой налоговой нагрузки и рентабельности активов по производству пищевых продуктов – соответственно в 2,7 и 1,24 раза за 2012–2017 гг. (аналогично по обрабатывающим производствам). В то же время негативное отклонение фактической налоговой нагрузки по восьми перерабатывающим организациям сахарного производства Воронежской области за этот период было постоянным, в среднем составляло 13,8 пункта и имело тенденцию к увеличению, несмотря на рентабельную деятельность. На основании данных проведенного анализа сделан вывод о недостаточной обоснованности пороговых значений налоговой нагрузки, сравнение с которой дает искажающее представление о налоговой состоятельности перерабатывающих организаций. Применение полученной информации о выявленных недостатках нормативных правовых документов и результатах бизнес-анализа декларируемых в них ключевых показателей дало возможность сформировать ряд рекомендаций, позволяющих повысить уровень налоговой состоятельности перерабатывающих организаций АПК и избежать конфликтов во взаимоотношениях с налоговыми службами. Сущность рекомендаций заключается в незамедлительном приведении в соответствие формул определения пороговых и фактических значений показателей и изменении методического подхода к исчислению их порогового уровня.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: налоговая состоятельность, нормативное правовое регулирование, перерабатывающие организации, бизнес-анализ, контроль, налоговая нагрузка.

NATURE AND PECULIARITIES OF PROCEDURES FOR BUSINESS ANALYSIS AND CONTROL OF FISCAL SOUNDNESS OF PROCESSING ORGANIZATIONS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Roman V. Nuzhdin¹
Larisa V. Bryantseva²
Elena P. Borshchevskaya³
Natalia I. Ponomareva¹
Marina M. Pukhova¹**

¹Voronezh State University of Engineering Technologies

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

³Voronezh State University

The essence of business analysis and control of fiscal soundness is manifested in the use of a set of parameters and indicators, which are analytical and control tools and allow identifying the performance results of an organization from the point of view of its status as a conscientious taxpayer. The authors have analyzed the significant elements

of methodological procedures that are suitable for business analysis and control of various aspects of fiscal soundness of taxpayers, including the processing organizations of the Agro-Industrial Complex (AIC). Indicative approach was used to study the values of threshold indicators of tax burden and profitability in legal regulatory acts and awareness-raising materials. The authors have revealed a significant excess of values of threshold tax burden and return on assets for food production similar by processing industries (by 2.7 and 1.24 times, respectively, in 2012-2017). At the same time, for eight sugar-processing organizations of Voronezh Oblast the negative deviation of the actual tax burden during this period was constant averaging 13.8 points with the tendency to increase despite their profitable operation. On the basis of the obtained information it was concluded that the tax burden threshold values were insufficiently substantiated, and their comparison with the actual tax burden gives a distorted idea of fiscal soundness of processing organizations. The application of the obtained information about the identified shortcomings of legal regulatory documents and the results of business analysis of key indicators declared in them allowed formulating a number of recommendations that would increase the level of fiscal soundness of processing organizations in the AIC and avoid conflicts in relations with tax authorities. The essence of these recommendations is to immediately coordinate the formulas for determining the threshold and actual values of indicators and to change the methodological approach to calculating their threshold level.

KEYWORDS: fiscal soundness, regulation, processing organizations, business analysis, control, tax burden.

Налоговая состоятельность организаций является целевым состоянием субъектов хозяйствования, ведущих свою деятельность с оптимальной реализацией налоговых правоотношений. Сущность бизнес-анализа и контроля налоговой состоятельности, таким образом, проявляется в использовании совокупности параметров, показателей и индикаторов, являющихся аналитическими и контрольными инструментами и дающими возможность идентифицировать результаты деятельности организации с точки зрения ее состояния как добросовестного налогоплательщика. Современная практика государственного регулирования инструментов анализа и контроля деятельности организаций, охватывающая несколько десятилетий, использует множество методических процедур, в разнородных направлениях позволяющих выявить уровень состоятельности системы налогообложения [1–10]. Учитывая жесткость влияния факторов внешней и сопряженной среды на условия и результаты экономической деятельности организаций, целесообразно установить, какие методические процедуры являются ключевыми в ходе бизнес-анализа и контроля налоговой состоятельности этих субъектов хозяйствования.

Эволюционный взгляд на содержательные характеристики действующих в России нормативных правовых актов и информационно-разъяснительных документов (1993–2017 годы), дающих возможность по формальным признакам выполнить отдельные методические процедуры оценки состоятельности налоговых отношений, позволяет сформировать следующий их перечень, приведенный в таблице 1. Безусловный интерес перечисленные акты и документы имеют для целей бизнес-анализа и контроля налоговой состоятельности организаций АПК, несмотря на то, что указанные процедуры относятся, в первую очередь, к компетенции налоговых органов.

Учитывая явно выраженный фискальный характер содержания большинства из этих документов, необходимо отметить, что освоение организациями методических подходов к выполнению бизнес-анализа и контроля приведенных в них параметров, показателей и индикаторов даст возможность менеджменту субъектов хозяйствования превентивно:

- выявлять экономические области, снижающие налоговую состоятельность и нуждающиеся в совершенствовании;
- устанавливать приоритеты действий по устранению фактов и явлений, способствующих в будущем возникновению судебных споров и нежелательных конфликтов с налоговыми службами;
- разрабатывать конкретную и целеориентированную систему мероприятий, направленных на снижение влияния негативного воздействия факторов и условий, препятствующих обеспечению налоговой состоятельности [8–10].

Для этого организациям необходимо, прежде всего, опираясь на отдельные ключевые информационно-аналитические правила, изложенные в перечисленных актах и документах, постоянно (не менее одного раза в квартал) проводить оценку собственной

налоговой состоятельности с тем, чтобы не допустить сокращения ее уровня, приемлемого с точки зрения сбалансированности организационных и государственных интересов.

В таблице 1 приведены значимые элементы методических процедур, являющиеся, по нашему мнению, целепригодными для бизнес-анализа и контроля различных сторон налоговой состоятельности налогоплательщиков, в том числе перерабатывающих организаций АПК.

Все акты и документы рассмотрены нами в следующем контексте: название, ключевые методические процедуры (правила), фискальная цель, возможности для организации. В каждом нормативном правовом акте и информационно-разъяснительном документе имеется определенная методическая информация, включающая процедуры бизнес-анализа и контроля соответствующего числа показателей, как правило, финансового характера, имеющих прямое или косвенное отношение к системе налоговых обязательств организаций. Очевидно, что столь многогранная и многоаспектная, оформленная методически, потребность налоговых служб в удовлетворении своих фискальных запросов вызвана также тем, чтобы налогоплательщики стремились не только легализовать свои налоговые уплаты, тем самым обеспечивая необходимый уровень своей налоговой состоятельности, но и демонстрировали высокий уровень социальной ответственности.

Рассмотрим положения отдельных нормативных правовых актов более детально.

В современных условиях экономическая деятельность перерабатывающих организаций АПК, в том числе сахарного производства, сопряжена с множеством трудностей, вызванных необходимостью своевременного реагирования на изменения, вносимые в Налоговый кодекс РФ, распоряжения и разъяснения Федеральной Налоговой Службы РФ, учитывающие, прежде всего, интересы государственных налоговых органов.

С одной стороны, можно констатировать определенную нестабильность отдельных элементов существующей налоговой системы, противоречивость и непроработанность некоторых элементов распоряжений и разъяснений Федеральной Налоговой Службы (ФНС). С другой стороны, многие методические положения, содержащиеся в нормативных правовых документах, предоставляют организациям экономически выгодные инструменты и подходы к: выбору налоговых режимов; исчислению и уплате налогов; оптимизации налогового бремени и сокращению налоговых рисков, что уменьшает величину налоговых обязательств, не снижая при этом уровень их налоговой состоятельности.

В 2007 г. принята «Концепция системы планирования выездных налоговых проверок», направленная на формирование единой системы планирования выездных налоговых проверок и обеспечение высокого уровня налоговой дисциплины и грамотности налогоплательщиков, совершенствование аналитической и контрольной работы налоговых органов. В концепции представлен новый подход к выбору организаций для проведения выездных налоговых проверок, в соответствии с которым процесс стал открытым и общедоступным, основанным на отборе налогоплательщиков по нормативным критериям налогового риска.

Концепцией предусмотрено четыре группы направлений анализа и контроля показателей и параметров деятельности организаций, включающих следующие:

- 1) суммы исчисленных и уплаченных налоговых обязательств и их изменения;
- 2) основные показатели бухгалтерской/налоговой отчетности;
- 3) факторы, воздействующие на формирование величины налоговой базы;
- 4) самостоятельная оценка налогоплательщиком рисков по результатам своей

экономической деятельности по критериям, в том числе анализ налоговой нагрузки, рентабельности проданной продукции, активов, которые должны быть не ниже их порогового уровня по конкретному виду деятельности.

Таблица 1. Характеристика методических процедур бизнес-анализа и контроля налоговой состоятельности в нормативных правовых актах и информационно-разъяснительных документах

Документ	Ключевые методические процедуры (правила)	Фискальная цель	Возможность для организации
1	2	3	4
1. Письмо Министерства экономики РФ от 16.09.1993, № АШ-598/6-210	Аналитические и оценочные процедуры реализуются в 2 этапа. 1. Анализ и оценка двух критериев несостоятельности – отношения заемных и собственных средств и общего коэффициента покрытия. 2. Анализ и оценка экономического состояния: право собственности, формирование уставного капитала, состояние финансирования, потенциал производства, связь кооперации и сбыта, состав кадров, заработная плата, общественная инфраструктура, штрафные санкции. Аналитические и оценочные процедуры реализуются через группу показателей: 1) коэффициент покрытия, срочная ликвидность, ликвидность при мобилизации средств; 2) соотношение заемных и собственных средств, обеспеченность собственными средствами, маневренность; 3) интенсивность использования ресурсов – рентабельность чистых активов, рентабельность продукции, ресурсоёмкость; 4) деловой активности – оборачиваемость оборотного и собственного капитала.	Определяются бесперспективные предприятия, к которым возможно применение реорганизационных и ликвидационных процедур.	Налогоплательщик может обосновать необходимость оказания государственной поддержки и санкций для повышения уровня налоговой состоятельности.
2. Приказ Министерства экономики РФ от 01.10.1997, № 118	Аналитические и оценочные процедуры реализуются через группу показателей: 1) коэффициент покрытия, срочная ликвидность, ликвидность при мобилизации средств; 2) соотношение заемных и собственных средств, обеспеченность собственными средствами, маневренность; 3) интенсивность использования ресурсов – рентабельность чистых активов, рентабельность продукции, ресурсоёмкость; 4) деловой активности – оборачиваемость оборотного и собственного капитала.	Разрабатываются рекомендации по реформе деятельности предприятия (организации) в целях оказания помощи руководителям по проведению мероприятий, направленных на улучшение управления, повышение эффективности бизнеса, улучшение финансово-экономических результатов.	Налогоплательщик может принять решение о реструктуризации бизнеса, взаимовыяснить финансовую стратегию и тактику, снять противоречия между своими интересами и фискальными интересами государства и повысить уровень налоговой состоятельности.
3. Приказ ФСО РФ от 23.01.2001, № 16	Аналитические и оценочные процедуры предусматривают использование 5 групп показателей: 1) общие – средняя выручка за месяц, доля денежных средств в выручке, средняя численность работающих; 2) показатели платежеспособности; 3) показатели деловой активности, доходности, финансового результата; 4) показатели эффективности использования внеоборотного капитала; 5) показатели использования обязательств перед Пенсионным фондом.	Осуществляется экспертиза и составление заключения о финансовом состоянии организации, в том числе об исполнении обязательств перед бюджетами	Налогоплательщик может выполнить мониторинг своего финансового состояния и установить уровень налоговой состоятельности.
4. Рекомендации Госкомстата РФ от 28.11.2002	Аналитические и оценочные процедуры реализуются в 4 этапа (29 показателей): 1) показатели стоимости имущества и источников его формирования – структура активов, структура источников, изменение активов и их источников; 2) показатели платежеспособности и финансовой устойчивости (ФУ) – соотношение собственных и заемных средств, коэффициенты автономии, маневренности, капитализации, абсолютной и текущей ликвидности, величина чистых активов; 3) показатели финансовых результатов, эффективности использования активов и источников их формирования, продукции, общей, чистой; 4) показатели, оценивающие финансовое состояние.	Органы исполнительной власти обеспечиваются объективной оперативной и достоверной информацией о результатах государственной экономической политики с точки зрения взаимосвязи финансового состояния организаций и формирования бюджета.	Налогоплательщик обеспечивает методологией анализ своей деятельности для контроля и принятия управленческих решений, в том числе относительно уровня налоговой состоятельности.

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
5. Постановление Правительства РФ от 25.06.2003, № 367	Аналитические и оценочные процедуры предусматривают использование различных коэффициентов: 1) платежеспособности – абсолютная и текущая ликвидность, обеспечение обязательств активами, платежеспособность по обязательствам; 2) автономии, обеспеченности собственными оборотными средствами, доли задолженности в совокупных активах; 3) рентабельности активов, нормы чистой прибыли. Аналитические и оценочные процедуры предусматривают использование 5 групп коэффициентов финансовой устойчивости: 1) абсолютной ликвидности; 2) критической оценки; 3) текущей ликвидности; 4) обеспеченности собственными средствами; 5) финансовой независимости. Реструктуризация долгов включает отсрочку в количестве лет, зависящих от отнесения производителя к соответствующей группе финансовой устойчивости.	Арбитражным управлением устанавливается возможность (невозможность) восстановления платежеспособности должника и обосновывается целесообразность введения в отношении должника соответствующей процедуры банкротства. Налоговыми органами устанавливаются базовые условия реструктуризации долгов и списании сумм пеней и штрафов.	Налогоплательщик может выполнить оценку своего финансового состояния, оценив угрозу банкротства и уровень налоговой состоятельности. Налогоплательщик, определив группу своей финансовой устойчивости, может получить право на реструктуризацию долгов по платежам в бюджет, в т. ч. пеням и штрафам за несвоевременное перечисление НДС, и повысить уровень налоговой состоятельности.
7. Приказ ФНС РФ от 23.07.2009, № ММ-8-1/24дсп@	Аналитические и оценочные процедуры реализуются в 5 этапов: 1) сбор информации о налогоплательщике; 2) анализ информационной базы, оценка ее достаточности; 3) анализ доходов и величины имущества организации; 4) анализ пороговых точек налогового контроля и выяснение суммы предполагаемых доначисленных налогов; 5) разработка новых направлений и выработка оптимальной политики действий в случае выездной налоговой проверки.	Осуществляется предпроверочный анализ налоговыми органами как комплекс контрольных процедур, направленных на обеспечение эффективного проведения выездной проверки, сбор и анализ информации.	Налогоплательщик может принять стратегию действий в ходе предстоящей налоговой проверки и повлиять на вектор налоговой состоятельности.
8. Приказ ФНС РФ от 30.05.07, № ММ-3-06/333@	Аналитические и оценочные процедуры предусматривают использование 9 критериальных показателей для обоснования проведения выездных налоговых проверок: 1) налоговая нагрузка – ниже среднего уровня; 2) наличие убытков в нескольких налоговых периодах; 3) наличие значительных сумм налоговых вычетов по данным налоговой отчетности; 4) темпы динамики расходов выше темпов динамики доходов от продаж; 5) среднемесячный размер оплаты труда ниже порогового уровня по соответствующему виду экономической деятельности; 6) система договорных отношений не способствует достижению бизнес-цели; 7) непредставление разъяснений на приостановление налогового органа о нахождении несоответствия показателей деятельности; 8) наличие существенных отклонений показателей рентабельности от уровня нормативных значений; 9) высокие налоговые риски.	Применяются налоговыми органами в ходе отбора субъектов хозяйствования для проведения налоговых проверок (выездных).	Налогоплательщик может предотвратить риски по результатам своей экономической деятельности и осуществить соответствующие мероприятия для обеспечения необходимого уровня налоговой состоятельности.

Окончание табл. 1

1	2	3	4
9. Приказ ФНС от 25.07.2013 №АС-4-2/13622	Аналитические и оценочные процедуры реализуются в 2 этапа. 1. Общий анализ деятельности организации учета, внутреннего контроля. 2. Анализ: - налоговых деклараций, - приказа об учетной политике для целей налогообложения, - движения денежных средств, - документов строгой отчетности, - налоговых последствий и возможностей получения необоснованной налоговой выгоды. При этом выявляются: - внебюджетные доходы, увеличивающие налоговую базу; - нетипичные и нестандартные финансовые операции.	Проводится контроль соблюдения действующего законодательства о налогах и сборах и выносятся решения о проведении налоговой проверки (выездной).	Налогоплательщик может самостоятельно оценить свою деятельность и не допустить выездной налоговой проверки.
10. Приказ Министерства экономического развития РФ от 18.04.2011, № 175	Аналитические и оценочные процедуры реализуются в 2 этапа. 1. Оценивается платежеспособность (C_n). 2. Оценивается коэффициент текущей ликвидности (K_t). Если $C_n \leq 3$ мес. и/или $K_t \geq 1$, то угроза появления признаков несостоятельности отсутствует. Если $C_n > 3$ мес. при $K_t < 1$, то оцениваются: 1) величина налога, которая позволяет предоставить отсрочку или рассрочку; 2) величина краткосрочных заемных средств и кредиторской задолженности; 3) суммы кредиторской задолженности за вычетом величины налога, на которую можно предоставить отсрочку или рассрочку; 4) финансовые результаты отчетного периода; 5) суммы безналичных поступлений за три месяца, предшествующие подаче заявления о предоставлении отсрочки или рассрочки. Если значения по п. 5 $\geq$ п. 2 или п. 5 $\leq$ п. 2 и п. 5 $\geq$ п. 3, то угроза возникновения признаков несостоятельности отсутствует. Во всех остальных случаях существует угроза появления признаков несостоятельности.	Устанавливается наличие угрозы возникновения признаков несостоятельности налогоплательщика в случае единовременной уплаты им налога с целью решения вопроса о предоставлении отсрочки или рассрочки и обеспечения в будущем поступления налогов в полном объеме.	Налогоплательщик может препятствовать возникновению угрозы налоговой несостоятельности, а также имеет право на получение налогового кредита.
11. Письмо ФНС от 25.07.2017, № ЕД-4-15/14490	Аналитические и оценочные процедуры предусматривают проведение анализа 4 групп показателей: 1) показателей (статей) бухгалтерского баланса; 2) показателей уровня зарплат; 3) показателей по страховым платежам; 4) налоговой нагрузки.	Формулируются рекомендации организациям по устранению нарушений, допущенных при формировании налоговой базы, а также принятию мер, направленных на ликвидацию убыточности и привлечение налогоплательщика к уплате налогов.	Налогоплательщик может самостоятельно исправить нарушения в ведении своей деятельности и не допустить включения в план выездных налоговых проверок, тем самым повысить уровень налоговой состоятельности.

В Письме ФНС № ЕД-4-15/14490@ от 25.07.2017 г. «О работе комиссий по легализации налоговой базы и базы по страховым взносам» определена цель работы комиссий – обеспечение роста доходов бюджета в виде сумм НДС и страховых взносов. В качестве предмета выступают вопросы, связанные с правильностью формирования налогооблагаемой базы, полнотой исчисления и уплаты сумм налогов и взносов. Поэтому налоговая нагрузка определяется, анализируется и контролируются только как совокупная. При этом анализируются и контролируются отклонения налоговой нагрузки от максимальных значений аналогичных налогоплательщиков и от порогового уровня по виду деятельности.

Содержание вышерассмотренных документов дает однозначное восприятие понятий «налоговое бремя» и «налоговая нагрузка» (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика понятий «налоговое бремя» и «налоговая нагрузка»

Характеристика	Документы ФНС	
	Приказ ФНС РФ № ММ-3-06/333@ (30.05.2007 г.)	Письмо ФНС № ЕД-4-15/14490@ (25.07.2017 г.)
Содержание понятия «налоговое бремя»	Налоговые обязательства, зависящие от количества налогов, налоговых ставок, ограничений	Не содержится
Содержание понятия «налоговая нагрузка»	Совокупная налоговая нагрузка по видам экономической деятельности	Налоговая нагрузка совокупная по видам экономической деятельности и налоговым режимам
Методика определения налоговой нагрузки	Отношение величины уплаченных налогов (по данным отчетности налоговых органов) и выручки организации (по данным Федеральной службы госстатистики)	Общий режим налогообложения: сумма НДС к уплате, налога на прибыль к уплате, акцизов, платежей за пользование природными ресурсами, налога на имущество, транспортному и земельному налогам (к уплате в бюджет) к выручке по данным бухгалтерской отчетности

Следует отметить, что показатели налоговой нагрузки, анализируемые и контролируемые в соответствии с рассмотренными документами ФНС, учитывают интересы причастных сторон: Минфин РФ, ФНС РФ, ИФНС РФ, налогоплательщиков. При этом организации, самостоятельно рассчитывая значения критериальных показателей и обеспечивая соблюдение их необходимого уровня, могут не подвергаться риску включения в план выездных проверок, если уровень фактических значений соответствует среднеотраслевому.

Таким образом, перерабатывающие организации АПК могут установить вероятность выездной налоговой проверки. Для этого они должны, прежде всего, определить возможные причины низкой налоговой нагрузки и отклонений от средних значений по виду экономической деятельности. Наиболее распространенными причинами являются: предоставление значительных сумм займов другим организациям, изменение конъюнктуры рынка, в том числе рост цен на ресурсы, необходимость больших инвестиционных расходов, наличие стейкхолдеров, имеющих признаки недобросовестности и другие.

Помимо показателя налоговой нагрузки ФНС РФ предусматривается в ходе самостоятельной оценки рисков для налогоплательщиков осуществлять анализ и контроль показателей рентабельности проданной продукции и активов (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика понятия «рентабельность»

Характеристика	Документы ФНС	
	Приказ ФНС РФ № ММ-3-06/333@ (30.05.2007 г.)	Письмо ФНС № ЕД-4-15/14490@ (25.07.2017 г.)
Содержание понятия «рентабельность»	Рентабельность продаж Рентабельность активов	Не содержится
Методика определения рентабельности	Рентабельность продаж – сравнение сальдированного финансового результата от продаж с полной себестоимостью продаж Рентабельность активов – сравнение сальдированного финансового результата со стоимостью активов	Не содержится

Однако в числителе формулы расчета рентабельности проданной продукции рекомендуется использовать показатель сальдированного финансового результата, а в знаменателе – полную себестоимость, что нарушает принцип сопоставимости используемых показателей.

Изложение необходимых способов исчисления налоговой нагрузки и рентабельности проданной продукции в документах ФНС и рассчитанные таким образом средние (нормативные) значения по видам экономической деятельности вызывают некоторые сомнения в их объективности. В частности, имеются определенные различия в методических подходах к расчету налоговой нагрузки в Приказе ФНС № ММ-3-06/333@ и Письме ФНС № ЕД-4-15/14490@. В первом случае она определяется способом «по уплате», во втором – по «отгрузке», то есть фактически определенная налоговая нагрузка должна сопоставляться с пороговым значением по виду соответствующей деятельности, рассчитанным по иной формуле, что нарушает принцип сопоставимости, поскольку полученное отклонение арифметически не будет достоверным. Поэтому мы предлагаем привести в соответствие рассмотренные методические инструменты и внести соответствующие исправления в текст Письма ФНС от 25.07.2017 № ЕД-4-15/14490@, чтобы исключить аналитическую противоречивость для пользователей.

Перечисленные обстоятельства дают нам основание провести соответствующую оценку результатов сравнения:

1) нормативных показателей налоговой нагрузки, рентабельностей проданной продукции и активов по обрабатывающим производствам в целом, в том числе производству пищевых продуктов;

2) фактических и нормативных показателей налоговой нагрузки конкретной группы перерабатывающих организаций.

Нами были проведены специальные расчеты, в ходе которых оценивалась нормативная и фактическая налоговая нагрузка, уровень которой сравнивался с нормативной, рекомендуемой ФНС (табл. 4 и 5).

В 2012–2017 гг. отклонение фактической налоговой нагрузки от нормативной в организациях было отрицательным, причем разрыв, начиная с 2015 г., увеличился в 1,2 раза.

В среднем за 6 лет фактическая налоговая нагрузка организаций возростала более медленными темпами, чем нормативная; негативное отклонение составило 13,8 пункта от норматива, что нужно признать весьма существенным фактом, снижающим уровень налоговой состоятельности организаций сахарного производства Воронежской области.

**Таблица 4. Пороговая налоговая нагрузка организаций РФ
по видам экономической деятельности (2012–2017 гг.)**

Показатель	Годы						Темпы динамики, % (в среднем за 6 лет)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1. Налоговая нагрузка: обрабатывающие производства, всего	7,50	7,20	7,20	7,10	7,90	8,20	101,90
в т. ч. производство пищевых продуктов, %	16,60	19,10	19,40	18,20	19,70	28,20	112,40
2. Рентабельность проданной продукции: обрабатывающие производства, всего, %	11,00	9,50	10,70	12,40	10,50	11,50	101,80
в т. ч. производство пищевых продуктов, %	11,10	10,10	10,20	10,70	9,60	8,40	94,80
3. Рентабельность активов: обрабатывающие производства, всего, %	8,10	4,90	2,30	4,70	6,60	5,50	106,90
в т. ч. производство пищевых продуктов, %	6,80	6,10	5,10	7,00	8,40	7,00	102,80

**Таблица 5. Налоговая нагрузка организаций сахарного производства
Воронежской области (2012–2017 гг.)**

Показатель	Годы						Темпы динамики, % (в среднем за 6 лет)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1. Налоговая нагрузка (фактическая), %	2,26	2,19	2,35	5,49	7,82	8,21	111,52
2. Налоговая нагрузка (нормативная), %	6,60	19,10	19,40	18,20	19,70	28,20	146,10
3. Отклонение фактической налоговой нагрузки от нормативной, %	-4,34	-16,91	-17,05	-12,71	-11,88	-19,99	165,33

Рассмотренная совокупность аналитических и контрольных процедур, предусмотренных основными документами ФНС, безусловно, соответствует требованиям системы налогового мониторинга, в соответствии с разделом V.2 Налогового кодекса РФ и может быть использована для оценки налоговой состоятельности организаций. В то же время мы считаем необходимым отметить некоторые аспекты методического характера, требующие совершенствования, учитывая результаты выполненной нами оценки отклонений от нормативов.

Рекомендуемые Федеральной налоговой службой аналитические и контрольные инструменты не учитывают разнообразные и многоаспектные условия ведения экономической деятельности, в том числе организаций АПК.

Предлагаемые ФНС формулы расчета средних отраслевых и фактических показателей рентабельности проданной продукции некорректны и противоречивы.

Во-первых, используются отдельные термины, не имеющие аналогов в практике налогообложения и бухгалтерского учета, что приводит к нарушению принципа сопоставимости показателей в некоторых формулах.

Во-вторых, методические подходы к расчету отдельных показателей в нормативных документах и разъяснениях к ним различны. Кроме того, установленную в

настоящее время величину средней налоговой нагрузки по видам экономической деятельности нельзя признать действенным инструментом для проведения анализа и самоконтроля налоговой состоятельности перерабатывающими организациями, ввиду агрегированной направленности ее применения: значения приведены для организаций, производящих пищевую продукцию, напитки, табак. Чтобы у организаций появилась реальная возможность эффективно использовать рассмотренные методические инструменты анализа и контроля налогового бремени, налоговой нагрузки, рентабельности продаж и активов, должны быть детализированы уровни средней налоговой нагрузки по видам производств, особенно сезонного характера.

Мы считаем целесообразным скорректировать средние уровни налоговой нагрузки и конкретизировать их в соответствии с содержанием формы 1-НОМ «Начисление и поступление налогов и сборов в консолидированный бюджет Российской Федерации по основным видам экономической деятельности» для обрабатывающих производств, в составе которых целесообразно указать: в том числе производство пищевых продуктов, из них: производство мяса и мясопродуктов; производство молочных продуктов; производство сахара.

Такой подход позволит налоговым органам учесть не только особенности каждого вида перерабатывающих производств (особенно сезонность) для повышения обоснованности и достоверности нормативов, но и даст возможность организациям АПК самостоятельно оперативно оценивать полученные результаты налогообложения и сравнивать их со средними значениями с целью определения уровня своей налоговой состоятельности. Устранение выявленных недостатков методического характера позволит реализовать требования отечественной налоговой системы относительно добросовестного выполнения организациями своих налоговых обязательств.

Библиографический список

1. Аристархова М.К. Характеристика налоговой устойчивости / М.К. Аристархова, М.С. Зуева, А.Ю. Переведенцева // Вестник ЮУрГУ. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 30–37.
2. Варакса Н.Г. Формирование и использование инструментов налогового механизма в рамках стратегии устойчивого развития / Н.Г. Варакса, И.А. Маслова // Управленческий учет. – 2016. – № 5. – С. 40–49.
3. Брянцева Л.В. Управление развитием организации как системы / Л.В. Брянцева, Е.С. Макушников // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 1–2 (42). – С. 847–850.
4. Кирина Л.С. Методические аспекты формирования и функционирования налогового менеджмента в организации / Л.С. Кирина, Н.А. Назарова // Финансовый менеджмент. – 2016. – № 2. – С. 119–132.
5. Оробинская И.В. Методические рекомендации по оптимизации налогообложения горизонтально-интегрированных объединений АПК / И.В. Оробинская // Налоги и налогообложение. – 2013. – № 10 (112). – С. 730–741.
6. Павлова А.Е. Особенности принятия управленческих решений в системе налогообложения промышленного предприятия / А.Е. Павлова // Управленческий учет. – 2015. – № 10. – С. 79–85.
7. Полозова А.Н. Учетная политика организации для целей налогообложения: особенности формирования / А.Н. Полозова, Л.В. Брянцева // Сахар. – 2014. – № 9. – С. 28–31.
8. Тушева О.А. Основы формирования налоговой культуры / О.А. Тушева // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 5. – С. 12–15.
9. Фальшина Н.А. К вопросу о принципах налогового права / Н.А. Фальшина // Налоги. – 2015. – № 5. – С. 5–8.
10. Шадрина М.А. Правовые границы налогового планирования и должная осмотрительность / М.А. Шадрина // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2016. – № 2. – С. 27–39.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**Принадлежность к организации**

Роман Викторович Нуждин – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: rv.voronezh@gmail.com.

Лариса Викторовна Брянцева – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: blv2466@mail.ru.

Елена Петровна Борщевская – кандидат экономических наук, доцент кафедры международной экономики и внешнеэкономической деятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: bogah0578@yandex.ru.

Наталья Игоревна Пономарева – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: ponomareva220387@yandex.ru.

Марина Михайловна Пухова – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: pumochka19@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 06.03.2019

Дата принятия к печати 26.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS**Affiliations**

Roman V. Nuzhdin, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: rv.voronezh@gmail.com.

Larisa V. Bryantseva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: irimslv@mail.ru.

Elena P. Borshchevskaya, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of International Economics and Foreign Economic Activity, Voronezh State University, Russia, Voronezh, e-mail: bogah0578@yandex.ru.

Natalia I. Ponomareva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: ponomareva220387@yandex.ru.

Marina M. Pukhova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: pumochka19@mail.ru.

Received March 06, 2019

Accepted April 26, 2019

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКАЗАНИЯ НЕСВЯЗАННОЙ ПОДДЕРЖКИ В ОБЛАСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА АГРАРНЫМ ФОРМИРОВАНИЯМ РАЗЛИЧНЫХ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ, УЧЕТ, КОНТРОЛЬ

**Наталья Николаевна Волкова
Владимир Григорьевич Ширококов
Ангелина Александровна Судавцова**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Современная система государственной поддержки аграрного сектора экономики после вступления России в ВТО формируется с учетом международных норм и требований. Одним из направлений данной системы, обеспечивающим возмещение части затрат на проведение комплекса агротехнологических работ, повышение уровня экологической безопасности сельскохозяйственного производства, плодородия и качества почв, выступает несвязанная поддержка в области растениеводства. Отличительная особенность такой субсидии состоит в отсутствии контроля за целевой направленностью расходования средств полученной субсидии со стороны государства. Несвязанная поддержка оказывается аграрным формированиям в соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства на 2013–2020 годы. В статье охарактеризована международная практика оказания несвязанной поддержки в области растениеводства и выявлены различия с российскими подходами; проведена оценка объемов предоставления государственной помощи аграрным формированиям в виде субсидии по несвязанной поддержке в области растениеводства в целом по России, а также по анализируемым субъектам Российской Федерации (Воронежской и Тамбовской областям); определены различия в условиях предоставления субсидии и особенности ее документального оформления; проведен анализ организации и методики бухгалтерского учета средств целевого финансирования, представляющих информационную базу для осуществления внешнего финансового контроля; намечены мероприятия по решению выявленных проблем и развитию более рациональной системы организации предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства, а также ее учетного и контрольного обеспечения; сделан вывод о рациональности использования несвязанной поддержки доходов в рамках выплат погектарных субсидий в направлении совершенствования системы государственного регулирования сельского хозяйства после присоединения России к ВТО.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: государственная помощь, несвязанная поддержка в области растениеводства, субсидия, аграрные формирования, бухгалтерский учет, контроль.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DECOUPLED SUPPORT TO CROP-PRODUCING AGRARIAN FORMATIONS IN DIFFERENT TERRITORIAL ENTITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION: CONDITIONS, REPORTING, AND CONTROL

**Natalia N. Volkova
Vladimir G. Shirobokov
Angelina A. Sudavtsova**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The modern Russian system of state support for the agrarian sector of the economy after joining the WTO is formed in accordance with international norms and requirements. Decoupled support in crop production is one of the directions of this system; it provides partial reimbursement of the costs of a complex of agrotechnological works that increase the level of environmental safety of agricultural production, soil fertility and soil quality. The feature that distinguishes such subsidy from those provided earlier is the absence of control over the target orientation of

spending the funds received from the state. Decoupled support is provided to agrarian entities in accordance with the State Program for the Development of Agriculture for 2013-2020. This article describes the international practice of providing decoupled support in crop production and identifies the differences with the Russian approaches. The authors assess the volume of state support provided to agrarian entities in the form of subsidies for decoupled support in crop production in Russia as a whole, as well as in the particular territorial entities of the Russian Federation (Voronezh and Tambov Oblasts). The differences in the conditions for receiving the subsidy and the peculiarities of its legal registration are identified. The authors have analyzed the organization and methodology of accounting for special-purpose financing resources that represent the information base for the implementation of external financial control. The authors have also outlined the measures for solving the identified problems and developing a more rational system of organizing the provision of decoupled support in crop production, as well as its accounting and control. It is concluded that it is reasonable to use decoupled income support in the framework of per-hectare subsidies aimed at improving the system of state regulation of agriculture after joining the WTO.

KEYWORDS: state support, decoupled support in crop production, subsidies, agrarian formations, accounting, control.

Несвязанная поддержка в области растениеводства является одним из направлений современной системы государственной помощи сельскому хозяйству России, целью которой является возмещение части затрат по осуществлению комплекса агротехнологических мероприятий, повышение уровня экологической безопасности сельскохозяйственного производства, плодородия и качества почв. В специальной литературе несвязанную поддержку еще называют «погектарными субсидиями» для развития производства семян: картофеля, овощей открытого грунта, кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы. Субсидия предоставляется по ставкам на 1 га посевной площади, занятой посевами перечисленных культур.

После вступления России в ВТО система государственной поддержки аграрного сектора формируется с учетом международных требований. В Соглашении по сельскому хозяйству ВТО [10] (далее ССХ) меры внутренней поддержки, на которые не распространяются требования по сокращению (их еще называют мерами «зеленой корзины»), «должны отвечать важнейшему требованию: не оказывать или оказывать как можно меньшее неблагоприятное воздействие на торговлю или производство», осуществляться непосредственно из бюджета (включая не востребованные правительством доходы) и не вести к поддержанию цен производителей. При этом сумма выплат по «несвязанной» поддержке доходов не должна быть увязана с объемами производства и ценами на сельхозпродукцию, а также с задействованными факторами производства (то есть для получения таких выплат в предельном состоянии производство вообще не требуется), и «право на такие выплаты определяется четко установленными критериями, такими как доход, статус как производителя или землевладельца, степень загрузки или уровень производства в определенный и фиксированный базовый период» (см. рис.).

В Соглашении по сельскому хозяйству ВТО под «несвязанной» поддержкой дохода подразумевается поддержка фермеров, не связанная с ценами либо с производством. Условиями «несвязанной» поддержки дохода являются:

а) право на такие выплаты определяется четко установленными критериями (например, доход, статус как производителя или землевладельца, степень загрузки или уровень производства в определенный и фиксированный базовый период);

б) сумма в любом данном году не связана: с видом или объемом продукции, произведенной данным производителем после базового периода; с ценами после базового периода; с факторами производства, задействованными в любом году после базового периода; для получения выплат производства не требуется.

Если обратиться к международной практике оказания несвязанной поддержки, можно обнаружить различия с российскими подходами. О.Г. Мелюхина [2] и другие авторы, занимающиеся данной проблемой, приводят следующий пример: «В ЕС агротрансферты вообще не связывают с производством какого-то конкретного продукта – это просто платеж на хозяйство, притом его получатели вовсе не обязаны вести сель-

ское хозяйство. Раньше европейские аграрии получали дотации на голову скота, на гектар и прочее. Но в начале 2000-х годов, опираясь на уровень поддержки в совокупности за три года, определили этот фиксированный платеж на хозяйство – около 1000 евро. Теперь его выделяют аграриям вне зависимости от того, что они делают, – выращивают зерно, держат скот или занимаются еще чем-то».



Меры государственной поддержки в соответствии с требованиями ВТО

В России, как отмечалось выше, погектарные субсидии привязаны к производству текущего года или конкретным культурам, что дает основания считать их мерами «желтой (янтарной) корзины». Если исключить эту привязку, то данная мера будет соответствовать «зеленой корзине», а значит, она не подлежит ограничению». Как показали исследования, отличительной особенностью несвязанной поддержки в России является то, что государство не контролирует целевую направленность расходования средств полученной субсидии, т. е. на что конкретно потрачена субсидия (на выплату зарплаты работникам, на приобретение семян, удобрений или на оплату работ сторонних организаций).

Показателем результативности предоставления субсидии является увеличение уровня интенсивности использования посевных площадей в субъекте РФ. При этом если в отчетном году установленное значение показателя результативности предоставления субсидии достигнуто не будет, на следующий год происходит сокращение размера предоставляемой субсидии [6]. Иными словами, при оказании несвязанной поддержки государство интересуется лишь одно – увеличение плодородия и качества почв. Следовательно, только в этом смысле термин «несвязанная поддержка» означает, что такая поддержка оказывается не в связи с возмещением какого-то конкретного вида затрат.

Несвязанная поддержка оказывается аграрным формированиям в соответствии с Государственной программой развития сельского хозяйства на 2013–2020 годы [6] в рамках подпрограммы «Развитие отраслей агропромышленного комплекса». В Программе предусмотрено замещение основной части мер поддержки поставок ресурсов сельхозпроизводителям (компенсации на закупку минеральных удобрений и средств защиты растений, льготные цены приобретения горюче-смазочных материалов и др.) выплатами, не связанными с производственными показателями в расчете на 1 га посевных площадей.

Проведем сравнительный анализ оказания несвязанной поддержки аграрным формированиям в Воронежской и Тамбовской областях с точки зрения условий и правил предоставления, организации бухгалтерского учета и контроля. Необходимость такого исследования обусловлена тем, что в настоящее время в ЦЧР России функционирует ряд агрохолдингов, которые одновременно ведут производство в различных областях: Воронежской, Тамбовской, Липецкой, Курской и т. д. При подаче заявлений на субсидии специалистам предприятий, входящих в группу компаний, приходится изучать условия, правила, требования предоставления субсидии, действующие в конкретном субъекте РФ, и готовить пакет документов на получение субсидии зачастую по разным требованиям.

В соответствии с Федеральным законом от 05.12.2017 г. № 362-ФЗ «О федеральном бюджете на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов» [7] объемы государственной помощи на оказание несвязанной поддержки были распределены по субъектам РФ. В таблице 1 представлены субъекты с наибольшими и наименьшими объемами финансирования из федерального бюджета, а также анализируемые субъекты – Воронежская и Тамбовская области.

Таблица 1. Объемы субсидирования несвязанной поддержки аграрным формированиям в области растениеводства в разрезе бюджетов субъектов РФ на 2018–2020 гг., тыс. руб.

№ пп.	Наименование субъекта Российской Федерации	2018 г.	2019 г.	2020 г.
1	Алтайский край	880080,7	880627,2	880627,2
2	Омская область	582411,3	583126,8	583126,8
...				
40	Воронежская область	97315,5	97315,5	97315,5
...				
70	Тамбовская область	10618,1	10616,3	10616,3
...				
78	Мурманская область	998,9	1068,4	1068,4
79	Город федерального значения Севастополь	115,5	115,6	115,6
	ВСЕГО	11341671,7	11341671,7	11341671,7

Как видно из приведенных данных, на трехлетие – с 2018 по 2020 г. на оказание несвязанной поддержки в России предусмотрено 11341671,7 млрд руб. Наибольшие объемы финансирования запланированы для Алтайского края и Омской области, наименьшие – для Мурманской области и города Севастополя. Воронежская область в представленном списке занимает 40-е место (97315,5 тыс. руб.), а Тамбовская – 70-е место (10616,3 тыс. руб.)

Заметим, что субсидирование несвязанной поддержки из федерального бюджета осуществляется путем софинансирования расходов субъектов РФ. Таким образом, субсидия состоит из двух частей: одна часть финансируется из федерального бюджета, а другая — из бюджета субъекта РФ (табл. 2). Заметим, что Министерство сельского хозяйства РФ самоустранилось от формирования рациональной аграрной политики в субъектах, ограничившись лишь распределением средств федерального бюджета.

Таблица 2. Объемы несвязанной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям в области растениеводства из консолидированных бюджетов Воронежской и Тамбовской областей в 2018 г.

№ пп.	Наименование субъекта Российской Федерации	Предусмотрено в текущем году, тыс. руб.		
		всего	в т. ч. за счет средств	
			федерального бюджета	бюджета субъекта РФ
1	Воронежская область	114 489	97 316	17 173
2	Тамбовская область	11 668	10 618	1050

По официальным данным за 2018 г. в Воронежской области из консолидированного бюджета Воронежской области на оказание несвязанной поддержки было направлено 114 489 млн руб., в том числе из федерального бюджета 97 316 тыс. руб. (85%), из бюджета Воронежской области 17 173 тыс. руб. (15%). В Тамбовской области всего на несвязанную поддержку было направлено 11 668 тыс. руб., т. е. почти в 10 раз меньше по сравнению с Воронежской областью, в том числе из федерального бюджета 10 618 тыс. руб., из бюджета Тамбовской области 1050 тыс. руб. В процентном отношении доля соответствующих бюджетов составила 91 и 9%. Таким образом, при существующей системе распределения бюджетных полномочий наблюдаются значительные различия в величине поддержки (вплоть до отказа в ее предоставлении), которые, в свою очередь, могут быть обусловлены различными причинами: бюджетнообеспеченностью региона, отношением властей субъекта РФ к аграрному сектору и т. д.

Заметим, что в Минсельхозе России на 2019 г. разработан комплекс мероприятий по стимулированию агрострахования в рамках предоставления субсидии на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства. Нововведения заключаются в том, что в рамках несвязанной поддержки выделяют те земли, которые будут проходить агрохимическое обследование, известкование и страхование, а с 1 января 2020 г. субсидия будет предоставляться при условии оформления права владения (или пользования) земельным участком. Иными словами, в ближайшей перспективе одним из основных требований для получения государственной поддержки, в том числе и несвязанной, станет наличие страховой защиты. Как показали исследования, в нормативные акты Воронежской области уже внесены изменения, отражающие вопросы, связанные с сельскохозяйственным страхованием.

Поскольку функция Министерства сельского хозяйства России при оказании несвязанной поддержки заключается в распределении федеральных средств и принятии нескольких нормативно-законодательных актов, так называемое нормотворчество на уровне регионов, по мнению аграриев-получателей субсидий, позволяет считать «несвязанную поддержку» достаточно специфической, а доступ к ней искусственно осложненным.

В таблице 3 представлено сравнение условий и правил предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства в Воронежской и Тамбовской областях.

Таблица 3. Сравнительная характеристика условий и правил предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства в Воронежской и Тамбовской областях

Воронежская область	Тамбовская область
1	2
Нормативное регулирование предоставления субсидии	
Правительством РФ в качестве Приложения № 7 к Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия разработаны Правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства. Приказами МСХ РФ утверждены формы отчета о посевных площадях, занятых семенными посевами сельскохозяйственных культур в субъекте РФ, за отчетный финансовый год; методика расчета показателя почвенного плодородия; документы и коэффициенты к Правилам и др.	
Отмечаются более обоснованные подходы к формированию нормативно-законодательной базы в области предоставления субсидий, т. к. на каждый конкретный вид субсидий, в т. ч. и оказание несвязанной поддержки в области растениеводства, постановлением правительства Воронежской области утверждается самостоятельный Порядок, в котором также приведены и формы используемых документов. Приказом департамента аграрной политики Воронежской области устанавливаются ставки субсидии.	Постановлением областной администрации утвержден единый документ, содержащий все Порядки и Правила предоставления всех видов субсидий в качестве самостоятельных приложений к документу. В дополнение к этому документу Управление сельского хозяйства Тамбовской области целым «веером» приказов утверждает: единые формы заявлений на предоставление всех видов субсидий; формы справки-расчета на предоставление несвязанной поддержки; формы сведений о приобретении дизельного топлива, о посевных площадях, производстве и реализации с.-х. культур в области несвязанной поддержки и т. д.
Цель предоставления субсидии	
<i>В обоих анализируемых субъектах РФ прослеживается возмещение части затрат</i>	
Сделан акцент на финансовом обеспечении (возмещении) части затрат.	Цель конкретизирована для условий 2018 года и предполагает «приобретение дизельного топлива на проведение агротехнологических работ в целях компенсации возросших затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей с целью не снижения запланированного размера посевных площадей» [4].
Получатели субсидий	
<i>Наблюдаются различия в формулировке категорий получателей субсидий</i>	
Сельскохозяйственные товаропроизводители должны иметь в наличии посевные площади, занятые под соответствующими культурами.	Сельскохозяйственные товаропроизводители должны осуществлять производство соответствующих культур.
Условия и порядок предоставления субсидий	
<i>Отличительная особенность в получателях субсидий компенсируется характеристикой условий и порядка предоставления субсидии (наоборот предыдущему положению).</i> <i>По сути, в нормативных актах обоих субъектов РФ установлен уравнительный подход при доступе к средствам в виде субсидии ко всем аграрным формированиям, что позволяет неэффективным хозяйствующим субъектам вовсе не проводить мероприятий по повышению плодородия почв и совершенствованию технологий.</i>	
Условием предоставления субсидии является производство соответствующих культур.	Наличие у получателя посевных площадей. Для 2018 г. условием получения субсидии было определено приобретение дизельного топлива на проведение агротехнологических работ из расчета не менее 1,62 кг/га.
Документы для получения субсидий	
<i>Документы на предоставление субсидий во многих регионах России, в т. ч. и в исследуемых субъектах, включают в себя солидный перечень различных форм, которые во многом различаются в Воронежской и Тамбовской областях. Отличительной особенностью пакета документов в Воронежской области является, например, наличие договора сельскохозяйственного страхования и платежного документа на уплату получателем 50% страховой премии; наличие определенных форм федерального статистического наблюдения, которые, в принципе, могут быть запрошены органами АПК у органов Росстата и т.д. В этой связи, как показывают исследования [1], большинство сельхозпроизводителей-получателей субсидии отмечают жесткие требования к документам и высказываются за упрощение процедуры их оформления. Представляется, что на федеральном уровне следует установить исчерпывающий перечень документов, которые необходимы для получения субсидий.</i>	

1	2
Для получения субсидий необходимы: - заявление; - справка-расчет (отдельно за счет средств федерального и областного бюджета); - копия договора сельскохозяйственного страхования; - копия платежного поручения или иного документа, подтверждающего уплату сельхозтоваропроизводителем 50% страховой премии, заверенную банком; - сведения о посевных площадях текущего года по форме федерального статистического наблюдения 4-СХ «Сведения об итогах сева под урожай», № 1-фермер «Сведения об итогах сева под урожай» (для крестьянских (фермерских) хозяйств), при застрахованной площади яровых зерновых и (или) зернобобовых, и (или) кормовых сельскохозяйственных культур; - сведения по форме федерального статистического наблюдения № 29-СХ «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур», № 2-фермер «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур» (для крестьянских (фермерских) хозяйств) за год, предшествующий году подачи документов, при застрахованной площади озимых сельскохозяйственных культур; - отчетность о финансово-экономическом состоянии получателей субсидий за финансовый год, предшествующий году предоставления субсидий; опись документов.	Для получения субсидий необходимы: - заявление; - справка-расчет (расчет субсидии в ней осуществляется по общей ставке, включающей средства федерального и областного бюджета). Документ имеет достаточно громоздкую форму, отражая: - сведения о приобретении дизельного топлива; - справку о наличии (отсутствии) задолженности по уплате страховых взносов в государственные внебюджетные фонды на дату не ранее чем за 30 календарных дней до даты подачи заявления; - справку (сведения) о наличии (отсутствии) задолженности по уплате налогов, сборов, пеней и штрафов за нарушение законодательства Российской Федерации о налогах и сборах на дату не ранее чем за 30 календарных дней, до дня подачи заявления; - документ, подтверждающий неполучение средств из соответствующего бюджета бюджетной системы РФ в соответствии с иными нормативными правовыми актами, муниципальными правовыми актами; - копии правоустанавливающих документов на земельный участок, на котором осуществляются агротехнологические работы, или иных документов, подтверждающих право пользования земельным участком на законных основаниях, заверенные получателем; - сведения об итогах сева под урожай 2018 года; - сведения о приобретении дизельного топлива по состоянию на 1 число месяца обращения сельскохозяйственного товаропроизводителя за получением субсидии.
Сроки рассмотрения заявок на предоставление субсидий	
Документы рассматриваются департаментом аграрной политики, который принимает решение о предоставлении субсидии в течение 10 рабочих дней с даты регистрации заявления. Получатель субсидии должен быть проинформирован в течение 5 дней со дня принятия решения.	Документы рассматриваются Управлением сельского хозяйства Тамбовской области в течение 10 рабочих дней со дня поступления заявления.
Ставки предоставления субсидий	
Размер ставок субсидии различен в анализируемых субъектах РФ: по зерновым и зернобобовым культурам в Тамбовской области он явно превышает аналогичные величины по Воронежской области, а, например, по овощам открытого грунта наблюдается противоположная ситуация. Такое положение объясняется разными приоритетами в развитии подотраслей растениеводства в различных субъектах РФ. В Воронежской области ставки установлены в рублях – отдельно за счет средств федерального бюджета, отдельно за счет средств областного бюджета; в Тамбовской области ставка представлена единой величиной в рублях, но в процентном отношении указана пропорция предоставления субсидии за счет соответствующего уровня бюджета:	
Возмещение части затрат на производство: - зерновых и зернобобовых на 1 га посевной площади (56,37 руб. из средств федерального бюджета; 9,95 руб. из средств областного бюджета); - овощи открытого грунта на 1 га посевной площади (108 432 руб. из средств федерального бюджета; 19135 руб. из средств областного бюджета) и т. д.	Возмещение части затрат на производство: - зерновых и зернобобовых на 1 га посевной площади 91,51 руб. (91% из средств федерального бюджета; 9% из средств областного бюджета); - овощи открытого грунта на 1 га посевной площади 76 300 руб. (91% из средств федерального бюджета; 9% из средств областного бюджета) и т. д.

Государственная помощь сельскохозяйственным организациям в системе бухгалтерского учета отражается на счете 86 «Целевое финансирование». В практической бухгалтерской работе исследуемых сельскохозяйственных предприятий Воронежской и Тамбовской областей к счету 86 открывается отдельный субсчет, который называется «Прочее целевое финансирование и поступления» либо «Прочее поступление денежных средств».

В учетных политиках сельскохозяйственных предприятий предусмотрено признание бюджетных средств по несвязанной поддержке при фактическом получении субсидии. Сумма полученной бюджетной субсидии на финансирование расходов отражается корреспонденцией: Дебет счета 51 «Расчетные счета» Кредит счета 86 «Целевое финансирование». Признание субсидии прочим доходом на основании бухгалтерской справки отражается корреспонденцией: Дебет счета 86 «Целевое финансирование» Кредит счета 91-1 «Прочие доходы».

В современной экономической литературе многие исследователи [3, 8 и др.] обсуждают вопрос о введении многоуровневой системы учета целевого финансирования. Мы полностью разделяем эту точку зрения. Считаем целесообразным организовать синтетический и аналитический учет на счете 86 «Целевое финансирование» в соответствии с показателями отраслевой формы отчетности 10-АПК «Отчет о средствах целевого финансирования», что позволит облегчить составление отчетности и усилить контроль за получением и использованием субсидий.

Контроль за соблюдением условий, целей и порядка предоставления субсидии носит, как правило, форму внешнего контроля, который осуществляется департаментом аграрной политики и органами государственного финансового контроля (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительная характеристика порядка осуществления внешнего контроля предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства в Воронежской и Тамбовской областях

Воронежская область	Тамбовская область
1. Департамент аграрной политики, орган государственного финансового контроля Воронежской области контролирует целевой характер использования субсидии.	1. Управление сельского хозяйства, органы государственного финансового контроля Тамбовской области контролируют целевой характер использования субсидии.
2. В соглашении на предоставление субсидии устанавливается показатель результативности, который в процентном отношении пропорционален объему предоставленных средств (сохранение размера посевных площадей, занятых зерновыми, зернобобовыми и кормовыми сельскохозяйственными культурами; валовой сбор овощей открытого грунта в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, включая индивидуальных предпринимателей; объем произведенных семян овощных культур и объем семян овощных культур, направленных на посадку (посев) в целях размножения и др.). При недостижении получателем субсидии показателя результативности субсидия, равная проценту невыполнения показателя результативности, подлежит возврату в бюджет в срок до 1 мая года, следующего за отчетным.	2. В соглашении на предоставление субсидии устанавливается показатель результативности (объем приобретенного дизельного топлива на проведение агротехнологических работ либо размер посевных площадей, занятых зерновыми, зернобобовыми и кормовыми культурами; валовой сбор овощей открытого грунта). Формы сведений утверждены Приказом Управления сельского хозяйства Тамбовской области. При недостижении получателем субсидии показателя результативности к получателю применяются штрафные санкции (сумма возврата субсидии), равные проценту невыполнения показателя результативности. В Порядке приводится подробная формула расчета суммы штрафных санкций. Штрафная санкция подлежит возврату в бюджет в течение 30 календарных дней со дня получения требования.
3. При выявлении фактов нарушения условий, целей и порядка предоставления субсидий получателем субсидия подлежит возврату в бюджет субъекта РФ в течение 30 дней с даты направления требования о возврате.	3. Ответственность за нецелевое использование средств и иные нарушения по исполнению Правил несет Управление сельского хозяйства. При выявлении фактов нарушения условий, целей и порядка предоставления субсидий получателем, субсидия подлежит возврату в бюджет субъекта РФ в течение 30 дней с даты направления требования о возврате.

Проведенная сравнительная оценка порядка осуществления внешнего контроля предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства в Воронежской и Тамбовской областях позволяет сформулировать следующие выводы.

1. В качестве субъектов внешнего контроля (в соответствии с нормативно-законодательными актами) в Воронежской области выступает департамент аграрной политики, а в Тамбовской области – Управление сельского хозяйства и органы государственного финансового контроля.

2. Контроль в целом носит целевой характер. Однако имеют место элементы внедрения аудита эффективности государственных расходов, заключающиеся в оценке результативности как одной из его составляющих.

3. В Тамбовской области четко прописана ответственность за нецелевое использование средств или нарушение правил предоставления субсидии, и возлагается она на Управление сельского хозяйства Тамбовской области.

4. Степень освоения субсидии в обоих субъектах РФ характеризуется достижением либо недостижением показателя результативности, установленного соглашением. В Порядках предоставления субсидии четко прописан механизм возврата субсидии при недостижении показателя результативности. В Тамбовской области сумма возврата субсидии называется штрафной санкцией. Различаются сроки возврата неиспользованной субсидии: в Воронежской области – до 1 мая года, следующего за отчетным; в Тамбовской области – не позднее 30 календарных дней со дня получения требования.

5. Национальное законодательство, в связи с принятием Федерального закона «О бухгалтерском учете» [5], обязывает хозяйствующие субъекты организовать систему внутреннего контроля, в том числе и контроля операций, связанных с получением и использованием бюджетных средств. Право выбора методов и инструментов осуществления контрольной деятельности остается за руководящей структурой. Теоретических и практических разработок по организации и методике внутреннего контроля средств государственной помощи на сегодняшний день явно недостаточно [9].

Таким образом, проведенное исследование позволило:

- оценить объемы предоставления государственной помощи в виде субсидии по несвязанной поддержке в области растениеводства в целом по России, а также по анализируемым субъектам РФ;
- выявить различия и особенности в условиях и документальном оформлении предоставления субсидии;
- проанализировать методику бухгалтерского учета и контроля средств целевого финансирования;
- наметить мероприятия по решению выявленных проблем и развитию более рациональной системы организации предоставления несвязанной поддержки в области растениеводства, а также ее учетно-контрольного обеспечения.

Библиографический список

1. Злочевский А.Л. Вся правда о несвязанной поддержке / А.Л. Злочевский // Агропромышленный портал Agro XXI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/vsja-pravda-o-nesvjazannoi-podderzhke.html> (дата обращения: 20.03.2019).
2. Мелюхина О.Г. Почему поддержка российского АПК достаточна, но неэффективна / О.Г. Мелюхина // Агроинвестор. – 2013. – № 2. – С. 22–24.
3. Нуриева Р.И. Развитие учета и контроля целевого использования бюджетных средств в сельскохозяйственных организациях : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.12 / Р.И. Нуриева. – Казань, 2016. – 223 с.
4. Об утверждении Порядка представления заявок сельскохозяйственными товаропроизводителями, организациями и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими первичную и (или) промышленную переработку сельскохозяйственной продукции, иными организациями, осуществляющими деятельность в сфере развития сельского хозяйства, на включение их в реестр получателей государственной поддержки в 2018 году и правил предоставления субсидий за счет средств федерального бюджета и бюджета Тамбовской области на финансирование мероприятий Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Тамбовской области на 2013–2020 годы : Постановление администрации Тамбовской области от 01.02.2017 № 75 (ред. от 10.10.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lawmix.ru/zakonodatelstvo/2538026> (дата обращения: 28.03.2019).
5. О бухгалтерском учете : Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ (ред. от 23.05.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 28.03.2019).
6. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия : Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 (ред. от 08.02.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 20.03.2019).
7. О федеральном бюджете на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов : Федеральный закон от 05.12.2017 № 362-ФЗ (ред. от 29.11.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_284360/ (дата обращения: 20.03.2019).
8. Прокофьева Н.В. Развитие бухгалтерского учета государственной помощи в сельскохозяйственных организациях : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.12 / Н.В. Прокофьева. – Москва, 2011. – 212 с.
9. Прынцев М.Н. Развитие методики внутреннего контроля государственной помощи в сельскохозяйственных организациях / М.Н. Прынцев // Международный бухгалтерский учет. – 2015. – № 27 (369). – С. 12–24.
10. Соглашение ВТО по сельскому хозяйству [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview> (дата обращения: 20.03.2019).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Николаевна Волкова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: natavolk73@yandex.ru.

Владимир Григорьевич Ширококов – 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.

Ангелина Александровна Судавцова – магистрант кафедры бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: sudavtsova.lina@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 21.05.2019

Дата принятия к печати 26.06.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia N. Volkova, Candidate of Economics Sciences, Docent, the Dept. of Accounting and Audit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: natavolk3@yadex.ru.

Vladimir G. Shirobokov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Accounting and Audit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ssn3@bk.ru.

Angelina A. Sudavtsova, Master's Degree Student, the Dept. of Accounting and Audit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: sudavtsova.lina@mail.ru.

Received May 21, 2019

Accepted June 26, 2019

СУЩЕСТВЕННОСТЬ В АУДИТЕ: ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИОРИТЕТАХ И ОГРАНИЧЕНИЯХ

Алексей Владимирович Петух

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Представлены результаты исследования по разработке теоретико-методологических положений и практических рекомендаций по определению и применению уровня существенности всех этапов аудита, позволяющих обеспечить эффективность планирования проверки и минимизацию риска пересмотра стратегии аудита на завершающем этапе. Предложена методика установления уровней существенности для финансовой отчетности в целом, для отдельных значимых ее статей, для выполнения аудиторских процедур и уровня явно незначительных искажений. Авторский подход, в отличие от опубликованных в трудах научных предшественников, основан на приоритетных информационных потребностях пользователей финансовой информации и ограничениях хозяйственной жизни аудируемого экономического субъекта. Научная новизна исследования заключается в разработке рационального механизма определения и обоснования уровней существенности в аудите. Обосновано установление и применение существенности для отдельных значимых сальдо (групп однотипных операций), формирующих дескрипторы управленческих решений заинтересованных пользователей отчетности. Разработаны алгоритм определения уровня существенности для бухгалтерской (финансовой) отчетности в целом, базирующийся на приоритетных потребностях пользователей финансовой информации, и методика расчета уровней существенности для отдельных сальдо и групп однотипных операций для выполнения аудиторских процедур, а также уровня явно незначительных искажений. Показано место каждого из показателей существенности для стратегии аудита и формирования мнения в аудиторском заключении. Методика также ориентирована на полное и прозрачное документирование процессов установления и применения существенности на всех этапах аудита. Авторский многоуровневый механизм определения существенности является ключевым критерием качества аудита, так как обеспечивает соответствие вида мнения в аудиторском заключении собранным аудиторским доказательствам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: существенность в аудите, уровень существенности, применяемая существенность, уровень явно незначительных искажений, достоверность бухгалтерской (финансовой) отчетности.

MATERIALITY IN AUDITING: APPROACH BASED ON PRIORITIES AND CONSTRAINTS

Aleksey V. Petukh

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

The article presents the results of research on the development of theoretical and methodological provisions and practical recommendations on the definition and application of materiality level of all stages of audit allowing to ensure the efficiency of audit planning and minimization of risks of revision of audit strategy at the final stage. The author proposes a method for determining the levels of materiality for financial statements in general and their individual significant items, as well as for performing the audit procedures and determining the level of obviously minor distortions. The author's approach, in contrast to those published earlier, is based on the priority information needs of users of financial information and the limitations of economic life of the audited economic entity. The scientific novelty of this study is to develop a rational mechanism for determining and justifying the levels of materiality in auditing. The author has substantiated the establishment and application of materiality for individual significant balances (groups of the same types of operations) that form the descriptors of management decisions of interested users of reports. The author has also developed the algorithm for determining the level of materiality for accounting (financial) statements in general based on the priority needs of users of financial information, as well as the method for calculating the materiality levels for individual balances and groups of similar operations for performing audit procedures and the level of obviously minor distortions. The research results indicate the place of each of materiality indicators in audit strategy and the formation of opinion in the audit report. The methodology is also focused on the complete and transparent documentation of the processes of establishing and applying of materiality at all stages of audit. The author's multilevel mechanism for determining the materiality is the key criterion of audit quality, since it ensures the compliance of the opinion in the auditor's report with the collected audit evidence.

KEYWORDS: materiality in audit, level of materiality, applied materiality, level of obviously minor distortions, reliability of accounting (financial) statements.

Одним из важнейших аспектов применения профессионального суждения в ходе выполнения аудиторского задания является установление и применение существенности. Оценка существенности в условиях применения международных стан-

дартов аудита (МСА) становится не только элементом планирования проверки, но и осуществления аудиторских процедур проверки по существу, выработки и обоснования аудиторского мнения.

Методики, изложенные в научных работах отечественных [1, 2, 12] и зарубежных ученых [16], опыт практической работы российских и международных аудиторских компаний [13, 20] значительно различаются в аспекте определения существенности для целей аудита. Волатильность существенности информации для одной и той же отчетности, определяемая разными аудиторами, негативно влияет не только на качество аудита [4], но и на мнение широкого круга пользователей аудиторских заключений, так как неизбежно влечет возможность манипулирования мнением аудитора [15].

Целью проведенного исследования является разработка теоретико-методологических положений и практических рекомендаций по определению и применению существенности на всех этапах аудита, позволяющих оперативно и эффективно планировать, осуществлять аудиторские процедуры и оценивать их результаты, а также контролировать качество аудиторского задания.

Реализация поставленной цели потребовала решения следующих основных задач:

- обосновать ключевые факторы, влияющие на определение существенности в аудите;
- разработать многоуровневую модель определения существенности и применения уровней существенности для финансовой отчетности в целом и для выполнения аудиторских процедур и аудиторской оценки искажений;
- определить условия и базовые ограничения хозяйственной жизни организации, вызывающие необходимость устанавливать уровень существенности для отдельных сальдо (групп однотипных операций), а также уточнить методику реализации этого уровня существенности при формировании аудиторского мнения.

Объектом исследования явились международные стандарты аудита, принятые Международной федерацией бухгалтеров (IFAC), и практика их применения аудиторскими организациями.

При проведении исследования использовались такие общенаучные методы, как наблюдение, абстрагирование, аналогия, дедукция, абдукция, индукция, анализ, синтез, формализация, моделирование, а также группировка данных.

Отличительная особенность авторского метода заключалась в моделировании внутрифирменных аудиторских стандартов определения и применения существенности в различных концепциях подготовки финансовой отчетности, базирующихся на выявлении лабильных областей аудиторского мнения и их нейтрализации посредством установления границ профессионального суждения.

В ходе исследования анкетированию и критическому анализу подверглись:

- внутрифирменные методики аудита двух крупных аудиторских сетей (PwC и Ernst'n'Young);
- инструменты аудита, применяемые в наиболее востребованных российскими аудиторами аудиторских программах (Audit XP, IT-Auditor);
- внутрифирменные правила контроля качества 12 малых аудиторских организаций.

Проведен анализ локальных нормативных документов на соответствие требованиям международных стандартов аудита, теории и практики аналитических процедур оценки совокупных и отдельных искажений, выявленных в ходе аудита сельскохозяйственных организаций, а также механизма их влияния на мнение аудитора в аудиторском заключении.

Существенность признается настолько важным «маркером» качества аудита, что многие международные фирмы раскрывают и обосновывают порядок его определения в ключевых вопросах аудита. Например, аудиторская компания PwC в тексте аудиторского заключения о финансовой отчетности ПАО «Новороссийский комбинат хлебопродуктов» приводит и обосновывает уровень существенности так, как это представлено в таблице 1.

Таблица 1. Раскрытие информации о существенности в аудиторском заключении РwC о бухгалтерской отчетности, составленной по РСБУ (годовая бухгалтерская отчетность ПАО «Новороссийский комбинат хлебопродуктов», 2018 г.)

Существенность на уровне бухгалтерской отчетности в целом	151 млн руб.
Как мы ее определили	5% от прибыли до налогообложения, рассчитанной как среднегодовое значение данного показателя за период с 2016 по 2018 г.
Обоснование примененного уровня существенности	Приняли решение использовать в качестве базового показателя для определения уровня существенности прибыль до налогообложения, потому что мы считаем, что именно этот базовый показатель наиболее часто рассматривают пользователи для оценки результатов деятельности ПАО, и он является общепризнанным базовым показателем. Использовали среднее значение за три последних года с целью снижения потенциального эффекта краткосрочной волатильности цен на зерно и спроса на услуги по перевалке зерновых культур. Установили существенность на уровне 5%, что попадает в диапазон приемлемых количественных пороговых значений существенности, применимых для предприятий, ориентированных на получение прибыли, в данном секторе.

При этом аудирова отчетность ПАО «Газпромнефть», составленную по РСБУ и МСФО, аудиторская компания при установлении и интерпретации существенности искажений руководствовалась уже другими базовыми показателями, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2. Раскрытие информации о существенности в аудиторском заключении РwC о финансовой отчетности ПАО «Газпромнефть»

Консолидированная финансовая отчетность (по МСФО)		Годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность (по РСБУ)	
Существенность на уровне консолидированной финансовой отчетности Группы в целом	13 700 млн руб.	Существенность на уровне бухгалтерской отчетности в целом	20 700 млн руб.
Как мы ее определили	2,5% от скорректированного показателя EBITDA	Как мы ее определили	1% от выручки
Обоснование примененного уровня существенности	Приняли решение использовать в качестве базового показателя для определения уровня существенности скорректированный показатель EBITDA, так как именно этот базовый показатель наиболее часто используется для оценки результатов деятельности Группы. Руководство использует скорректированный показатель EBITDA для оценки операционной эффективности Группы, поскольку он отражает динамику доходов без учета влияния некоторых начислений. Установили уровень существенности на уровне 2,5%, что попадает в диапазон приемлемых количественных пороговых значений существенности в соответствии со стандартами аудита.	Обоснование примененного уровня существенности	Приняли решение использовать в качестве базового показателя для определения уровня существенности выручку, так как именно этот базовый показатель наиболее объективно отражает результаты деятельности Общества, в то время как финансовый результат является более волатильным и не является ключевым показателем для оценки деятельности Общества. Установили существенность на уровне 1%, что попадает в диапазон приемлемых количественных пороговых значений существенности, применимых для публичных предприятий в данном секторе.

Данные примеры иллюстрируют следующие концептуальные аспекты нового этапа применения существенности в аудите, а именно:

1) разумная уверенность пользователей финансовой отчетности в ее достоверности в высокой мере обусловлена аудиторским мнением, которое, в свою очередь, значительно определяется профессиональным суждением аудитора [14]. Угроза субъективного подхода нивелируется достаточно детальным раскрытием обоснования применяемых аудиторами суждений о существенности. Сегодня порядок определения существенности в обязательном порядке не только документируется в аудиторских файлах [13], но и добровольно раскрывается в аудиторском заключении, что повышает понимание сущности проверки и степени доверия широкого круга пользователей как к проаудированной финансовой отчетности, так и к самому аудиторскому заключению [18];

2) ключевыми задачами аудитора при планировании и применении уровня существенности являются установление приоритетного пользователя аудируемой финансовой информации и его информационных потребностей [7]. Именно приоритетный для ключевого пользователя финансовый показатель должен являться базовым для установления аудиторской существенности;

3) выбор базового показателя зависит от концепции (правил, принципов) составления аудируемой отчетности [17];

4) значения долей (процентов), применяемых к базовому показателю, вариabельны. Их выбор также основывается на профессиональном суждении аудитора, но должен лежать в пределах интервала приемлемых значений, установленных стандартами аудита [6, 11].

Рассмотрим методику реализации вышеуказанных ключевых подходов к существенности в аудите на основе международного стандарта аудита 320 «Существенность при планировании и проведении аудита» [6].

Стандарт признает, что дать определение существенности затруднительно, учитывая, что этот термин с разной степенью точности сформулирован в правилах подготовки отчетности по МСФО и по стандартам многих стран. В п. 2 МСА 320 сказано: «...Хотя концепции подготовки финансовой отчетности могут по-разному описывать существенность, как правило, они содержат следующие положения:

- искажения, включая пропуски, считаются существенными, если обоснованно можно ожидать, что они в отдельности или в совокупности повлияют на экономические решения пользователей, принимаемые на основе финансовой отчетности;

- суждения о существенности формируются с учетом сопутствующих обстоятельств и зависят от размера и (или) характера искажения;

- суждения о том, какие именно вопросы являются существенными для пользователей финансовой отчетности, формируются с учетом общих потребностей в финансовой информации среди пользователей как представителей единой группы».

Так, в соответствии с МСФО существенность – один из элементов более широкого понятия «уместность (релевантность, актуальность)» (relevance), в свою очередь, являющейся одной из основных качественных характеристик информации, которые должны быть соблюдены при подготовке отчетности по МСФО [19]. Кроме актуальности, концептуальные принципы МСФО (Framework) также требуют от отчетности следующих качеств: понятности (understandability); надежности (reliability); сопоставимости, сравнимости (comparability) [21]. Анализируя уровень существенности согласно

Концепции МСФО, необходимо учитывать как суммовые, так и качественные характеристики финансовой информации [19].

В концепции подготовки российской бухгалтерской (финансовой) отчетности определенность в отношении существенности бухгалтерской отчетности и ее отдельных элементов отсутствует. Категории существенности отдельных статей бухгалтерской отчетности мы можем увидеть в Положении по ведению бухгалтерского учета и отчетности в РФ (которое практически не применяется), в отдельных ПБУ. Так, понятие «существенность» раскрыто в ПБУ 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации», в целом, аналогично МСФО, но с акцентом на влияние на суждение пользователей о финансовом состоянии и финансовых результатах деятельности организации. ПБУ 4/99 связывает существенность с экономическими решениями пользователей бухгалтерской отчетности.

Отдельные вопросы, касающиеся существенности некоторых учетных объектов, раскрываются в других ПБУ. Например, п. 3 ПБУ 22/2010 «Исправление ошибок в бухгалтерском учете и отчетности» содержит категорию «существенность ошибки, допущенной в бухгалтерском учете и/или отчетности». Указывается, что «...ошибка признается существенной, если она в отдельности или в совокупности с другими ошибками за один и тот же отчетный период может повлиять на экономические решения пользователей, принимаемые ими на основе бухгалтерской отчетности, составленной за этот отчетный период».

Как показывает практика формирования отчетности, уровень существенности должен являться неким суммовым критерием с достаточно конкретным или вариативным подходом к его расчету. Однако, несмотря на это, регламентации рамок и критериев в отношении существенности той или иной статьи в РСБУ, МСФО (IAS) нет [4]. Традиционные концепции подготовки отчетности подразумевают, что определение уровня материальности – это вопрос больше суждения, чем «рамочного» расчета.

Значительное внимание вопросам установления и применения существенности уделено в Международных стандартах аудита, более того, существенность является не только инструментом аудиторского задания, но и критерием качества аудита при внешнем контроле [10]. МСА устанавливают права и обязанности аудитора в отношении установления и применения нескольких уровней существенности (табл. 3).

Таблица 3. Уровни существенности, устанавливаемые в целях планирования и проведения аудита (методика разработана авторами)

Уровень существенности	Применение на различных этапах аудита			Обязанности аудитора по установлению величины уровня существенности	Расчет величины
	планирование	проверка по существу	оценка искажений на завершающем этапе		
1	2	3	4	5	6
Уровень существенности для финансовой отчетности в целом (УС _{ФО})	+	-	Является базовым показателем для принятия решения о существенности совокупных искажений и модификации аудиторского заключения	Обязательный показатель (п. 10 МСА 320)	$УС_{ФО} = \frac{В_{БП} \times У_{С}}{100}$, где $В_{БП}$ – величина базового показателя; $У_{С}$ – уровень существенности для базового показателя, %

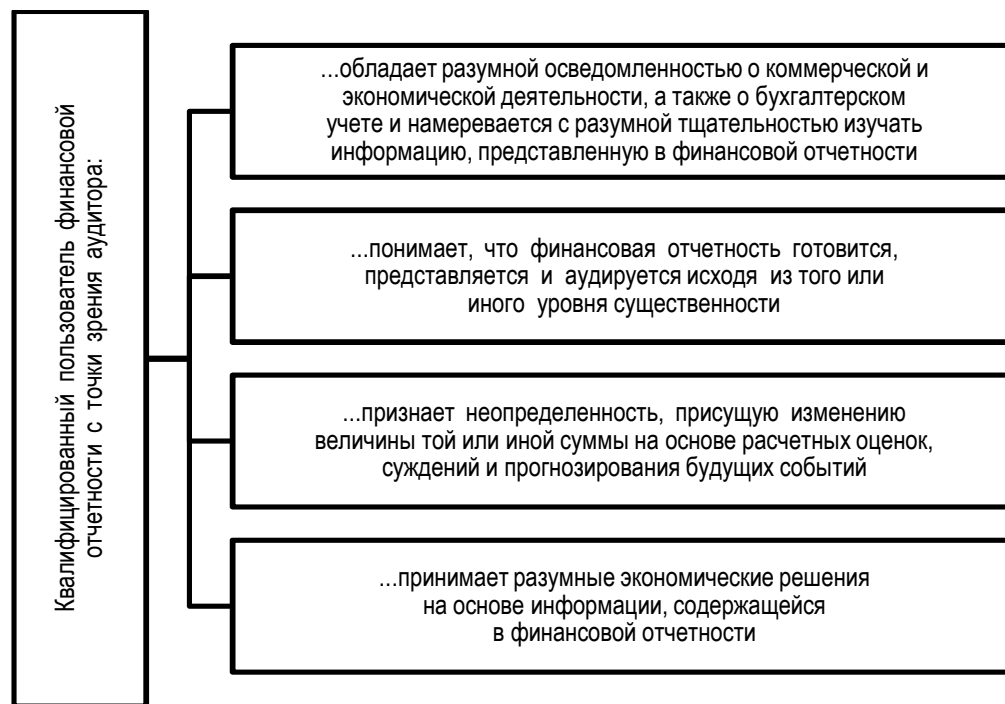
1	2	3	4	5	6
Уровень (уровни) существенности, применяемый (применяемые) к определенным видам операций, остаткам по счетам или раскрытию информации ($У_{СП}$)	+	-	Является базовым показателем для принятия решения о существенности отдельных искажений по значимым статьям финансовой отчетности и модификации аудиторского заключения	Необязательный показатель (п. 10 МСА 320). Определяется, если в конкретных обстоятельствах организации имеется один или несколько определенных видов операций, остатков по счетам или раскрытия информации, в отношении которых искажения на величины, меньшие, чем уровень существенности для финансовой отчетности в целом, могут повлиять на экономические решения пользователей, принимаемые на основе финансовой отчетности	$У_{СП} = \frac{В_{БП} \times У_{С}}{100}$, где $В_{БП}$ – величина конкретного показателя (определенного вида операций, остатков по счетам или раскрытия информации); $У_{С}$ – уровень существенности для показателя, %; $У_{СП} \leq У_{СФ0}$
Уровень существенности для выполнения аудиторских процедур ($У_{СВАП}$)	+	+	Применяется как основной критерий для определения необходимости пересмотра стратегии и плана аудита (в случае выявления существенных искажений)	Обязательный показатель (п. 11 МСА 320)	$У_{СВАП} = \frac{У_{СФ0} \times У_{ОД}}{100}$, где $У_{ОД}$ – уровень ожидаемой достоверности финансовой отчетности, % (обычно устанавливается на уровне 50–80%); $У_{СВАП} \leq У_{СФ0}$
Уровень явно незначительных искажений ($У_{ЯНИ}$)	-	-	Применяется как величина, ниже которой искажения будут оцениваться как явно малозначительные	Обязательный показатель (п. 15 МСА 450). Устанавливает уровень искажений, аккумуляция сумм которых явно не окажет существенного воздействия на финансовую отчетность	$У_{ЯНИ} = \frac{У_{СФ0} \times У_{МС}}{100}$, где $У_{МС}$ – «минимальный» уровень существенности, % (обычно устанавливается на уровне 5–10%)

Большинство уровней существенности устанавливается на этапе планирования, когда еще невозможно предположить, какие корректировки претерпят базовые показатели в процессе проверки. Поэтому МСА 320 устанавливает обязанность аудитора пересматривать существенность в случаях, когда в ходе выполнения аудиторского задания выявляются искажения, новые, неожиданные обстоятельства, риски, которые меняют суждение аудитора о базовом показателе и уровне существенной информации по нему. Если существенность пересматривается в сторону уменьшения, аудитор должен определить, скорее всего, потребуется пересмотр стратегии и плана аудита, так как может измениться уровень существенности для выполнения аудиторских процедур.

Итак, наши исследования показали, что наиболее важным аспектом для обоснования профессионального суждения о существенности для практикующих аудиторов является конкретный сценарий установления отдельных (обязательных) уровней существенности для целей закрепления во внутрифирменных стандартах аудиторских организаций и индивидуальных аудиторов.

Уровень существенности для финансовой отчетности в целом

Сценарий определения уровня существенности для финансовой отчетности базируется на информационных потребностях приоритетных пользователей этой отчетности. При этом МСА 320 признает, что такие пользователи должны иметь достаточно высокий уровень компетентности для использования финансовой информации в своих целях (см. рис.).



Ключевые признаки приоритетного пользователя финансовой отчетности

Как следует из таблицы 1, на величину уровня существенности для финансовой отчетности в целом оказывают влияние выбранный базовый показатель и уровень существенности для этого показателя в процентах.

Алгоритм определения базового показателя должен устанавливаться внутрифирменным стандартом аудиторской организации и может выглядеть, например, таким образом:

1) аудитор должен идентифицировать приоритетного пользователя (пользователей) бухгалтерской (финансовой) отчетности и те показатели отчетности, на которых базируются ключевые управленческие решения. Например:

- для акционеров приоритетным показателем является прибыль (до налогообложения, чистая, разводненная на акцию и др.);
- если приоритетным пользователем является банк или иная кредитная организация, либо отчетность экономического субъекта представляется в банк вместе с кредитной заявкой, важными статьями могут быть величина чистых активов, выручки, текущих обязательств, финансовых результатов;
- для пользователей отчетности некоммерческой организации важны сумма и направления расходов;

2) если базовый показатель существенно колеблется (волатилен) в динамике или отличается от ожидаемого значения (среднеотраслевого, планового и т. д.), необходимо отказаться от него и рассмотреть другие варианты.

Порядок установления уровня существенности в процентах для базового показателя требует закрепления во внутрифирменном стандарте аудиторской организации. При этом следует придерживаться рекомендованных значений, которые изложены в п. А7 МСА 320:

- для объемных показателей (активов, выручки, расходов и т. п.) использовать уровень 1–2%;
- для прибыли – 5%;
- для отдельных структурных элементов активов, пассивов, денежных потоков – 5–10%.

При выборе конкретного уровня из указанных интервалов следует учитывать величину риска существенного искажения финансовой отчетности, следуя правилу обратной взаимозависимости между риском существенного искажения и уровнем существенности. Так, при первичном аудите, когда величина риска высока, целесообразно избирать минимальное значение уровня существенности в интервале (например, 2% от прибыли или 1% от выручки).

Например, отчетные показатели сельскохозяйственной организации с условным названием АО «АгроКубань» за 2018 г. представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Сублимированный бухгалтерский баланс АО «АгроКубань», тыс. руб.

Актив	На 31.12. 2018	На 31.12. 2017	На 31.12. 2016	Пассив	На 31.12. 2018	На 31.12. 2017	На 31.12. 2016
I Внеоборотные активы	50 000	55 000	45 000	III Капитал и резервы	40 000	10 000	(10 000)
II Оборотный активы	150 000	125 000	105 000	В т. ч. уставный капитал	100	100	100
				IV Долгосрочные обязательства	-	-	-
				V Краткосрочные обязательства	160 000	170 000	160 000
Баланс	200 000	180 000	150 000	Баланс	200 000	180 000	150 000

Таблица 5. Сублимированный отчет о финансовых результатах АО «АгроКубань», тыс. руб.

Показатель	За 12 месяцев 2018 г.	За 12 месяцев 2017 г.
Выручка	300 000	250 000
Себестоимость продаж	(250 000)	(225 000)
В т. ч. амортизация	(17 000)*	(15 000)*
Прибыль (убыток) от продаж	50 000	25 000
Проценты к уплате	(5000)	(6000)
Прочие доходы	70 000	30 000
Прочие расходы	(82 000)	(27 000)
Прибыль (убыток) до налогообложения	33 000	22 000
Текущий налог на прибыль	-	-
Прочее (ЕСХН)	(3000)	(2000)
Чистая прибыль (убыток)	30 000	20 000

На этапе планирования при установлении уровня существенности для аудита бухгалтерской (финансовой) отчетности аудитор определяет:

- в качестве приоритетного пользователя данной отчетности – акционеров;
- в качестве наиболее важного для них показателя – прибыль (до налогообложения или чистую). При прочих равных условиях лучше выбирать прибыль до уплаты налогов, так как любые корректировки доходов и расходов могут привести к пересмотру базового показателя. А при использовании чистой прибыли потребуются неизбежно дополнительные расчеты, например, как в данном примере, ЕСХН;

- волатильность прибыли:

- а) в динамике: колеблемость показателя присутствует (рост в 1,5 раза), но этот рост логично повторяет динамику продаж;

- б) в отрасли: рентабельность по прибыли до налогообложения в организации составляет 13,2%, а в целом по сельскохозяйственным акционерным обществам Краснодарского края – 15,8%, то есть отличается незначительно.

Следовательно, использование показателя прибыли до налогообложения в качестве базового для расчета существенности логично и уместно.

МСА 320 предлагает для прибыли использовать уровень 5 %.

Тогда в исследуемом примере уровень существенности для аудита годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности АО «АгроКубань» за 2018 г. составит

$$УС_{ф0} = 33000 \cdot \frac{5}{100} = 1650 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Уровень (уровни) существенности, применяемый (применяемые) к определенным видам операций, остаткам по счетам или раскрытию информации

Данный показатель не является обязательным для каждого аудиторского задания, рассчитывается и применяется для разработки стратегии аудита значимых видов операций, остатков по счетам и раскрытий информации.

Тем не менее можно для большинства аудируемых лиц, в особенности функционирующих в аграрной отрасли, выделить ограничительные факторы и события, которые в неблагоприятных условиях могут существенно изменить экономические решения пользователей отчетности. Например, основываясь на показателях годовой отчетности АО «АгроКубань», можно выделить ключевые риски, присущие многим сельскохозяйственным организациям [3]:

- риск нарушения условий кредитования (так называемых кредитных ковенант) – уместно рассматривать при высокой зависимости от кредитных источников финансирования;

- риск утраты статуса сельхозтоваропроизводителя (снижение выручки от продажи сельхозпродукции в общем объеме начисленных доходов ниже 70% может привести к утрате права применения специального налогового режима в виде ЕСХН, льгот по налогу на имущество организаций, права получения финансирования в рамках Государственных программ поддержки сельхозтоваропроизводителей).

Заметим, что аудитор обязан идентифицировать данные риски, так как оба обстоятельства являются мощными мотивами для преднамеренного искажения исходных данных расчета установленных ограничений.

Для целей «монетизации» уровня возможного искажения показателей рассмотрим сущность каждого ограничения.

1. Ковенант (ковенанта) – это положение кредитного договора, обязывающее заемщика выполнять (или не предпринимать) какие-либо действия, а также соблюдать установленные условия в течение всего срока действия кредитного договора. Если заемщик не соблюдает ковенанты, это дает право банку потребовать вернуть ему весь остаток кредита и проценты по нему, объявить дефолт заемщику [8].

В соответствии с методикой Сбербанка для сельхозтоваропроизводителей наиболее используемым ограничением является соотношение кредиторской задолженности (*Debt*) и прибыли до уплаты налогов, процентов и амортизации (*EBITDA*) [9]. Это соотношение наилучшим образом мотивирует заемщика повышать финансовые результаты, при этом имея не накапливая обязательства [5]. Данное соотношение, согласно методике, не должно превышать 3.

По данным АО «АгроКубань», ковенанта по годовой отчетности за 2018 г. составляет меньше 3

$$\frac{Debt}{EBITDA} = \frac{160}{33 + 5 + 17} = 2,9.$$

Но очевидно, что присутствует высокий риск нарушения ковенанта (*Cov*) при условии, что обязательства занижены на некоторую величину Δ_1 , а *EBITDA* завышена на ту же сумму. Тогда для установления критической величины искажения необходимо составить и решить следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{Debt + \Delta_1}{EBITDA - \Delta_1} &= Cov. \\ \Delta_1 &= \frac{EBITDA \cdot Cov - Debt}{Cov + 1}. \end{aligned} \quad (1)$$

Для отчетности АО «АгроКубань» эта «пороговая» величина искажения составляет

$$\Delta_1 = \frac{55000 \cdot 3 - 160000}{3 + 1} = 1250 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Эта величина ниже, чем уровень существенности для бухгалтерской (финансовой) отчетности в целом (1650 тыс. руб.), и не выполняет функции отделения потенциально неважных для пользователей искажений.

Вывод для рассматриваемого примера: для краткосрочных обязательств (*V* раздел бухгалтерского баланса) и всех их составляющих, для всех компонентов расчета *EBITDA* (финансовых результатов, амортизации, процентов к уплате, налогов) необходимо установить уровень существенности ниже, чем уровень существенности для бухгалтерской (финансовой) отчетности в целом,

$$УС_{\Pi} = 1250 \text{ (тыс. руб.)}.$$

2. Рассмотрим и «монетизируем» риск утраты организацией статуса сельхозтоваропроизводителя.

Пороговый уровень выручки от обычной (сельскохозяйственной) деятельности для идентификации сохранения статуса обычно вычисляют по формуле

$$D_{cx} = \frac{B}{B + ПД} \cdot 100, \quad (2)$$

где D_{cx} – доля реализации сельхозпродукции, %;

B – выручка от реализации сельхозпродукции;

$ПД$ – прочие доходы.

В примере с АО «АгроКубань» этот показатель составляет

$$D_{cx} = \frac{300\,000}{300\,000 + 70\,000} \cdot 100 = 81 (\%).$$

Это значительно выше 70%, риск утраты статуса сельхозтоваропроизводителя низкий.

Однако чтобы удостовериться в этом, рассчитаем предельное отклонение (Δ_2), при котором организация могла не соблюсти это условие, учитывая, что часть прочих доходов могла быть учтена под видом выручки и последняя завышена.

Снова составим и решим уравнение

$$\frac{B - \Delta_2}{B + \text{ПД}} \cdot 100 = 70.$$

$$\Delta_2 = 0,3B - 0,7\text{ПД}.$$

Рассчитаем эту величину для АО «АгроКубань»

$$\Delta_2 = 0,3 \cdot 300\,000 - 0,7 \cdot 70\,000 = 41\,000 \text{ (тыс. руб.)}.$$

В данном случае максимально допустимая величина искажения, чтобы идентифицировать подмену прочих доходов выручкой 41 млн руб., но уровень существенности для бухгалтерской финансовой отчетности в целом уже ограничен величиной 1650 тыс. руб.

Следовательно, в данном случае установление отдельного уровня существенности для выручки и прочих доходов нецелесообразно и неуместно.

Уровень существенности для выполнения аудиторских процедур

Цель – определить «порог» величин в исследуемых совокупностях элементов, которые считаются существенными для данного аудиторского задания.

Практика аудита позволяет привести ситуации, когда уместно применение данного критерия:

- при определении

УС_{ВАП} определяется, как правило, в размере 50–80% от УС_{ФО}.

МСА 320 требует от аудитора устанавливать данный критерий на уровне не выше существенности для финансовой отчетности в целом. Почему же все-таки целесообразно снижать уровень существенности для выполнения аудиторских процедур?

Практика «скидки» к уровню существенности в объеме 20–50% появилась в международных аудиторских компаниях в связи с накопленным опытом пересмотра существенности на этапе оценки выявленных искажений (PwC, 2011). Если базовый показатель подвергается существенной корректировке в результате выявленных искажений в сторону уменьшения, должен быть пересмотрен и уровень существенности для финансовой отчетности в целом. Как следствие, это требует корректировки стратегии аудита, новых аудиторских процедур в отношении совокупностей и элементов, которые ранее оценивались как несущественные, что представляет определенную трудность на этапе завершения аудиторского задания. Если же корректировка уровня существенности для финансовой отчетности в целом попадет в интервал «скидки», то пересмотр стратегии не потребует.

Безусловно, неоправданно высокая «скидка» к существенности для финансовой отчетности в целом приводит к излишней трудоемкости аудита. Поэтому уровень существенности для выполнения аудиторских процедур должен определяться исходя из уровня ожидаемых искажений, а также рисков существенного искажения отчетности по ее качественным (несуммовым) критериям. Чем выше риск, тем больше «скидка» к УС_{ФО}. Например, при первичном аудите целесообразно устанавливать УС_{ВАП} на уровне 50 % от УС_{ФО}.

Например, для аудита годовой отчетности АО «АгроКубань» этот уровень составляет

$$\text{УС}_{\text{ВАП}} = 1650 \cdot \frac{50}{100} = 825 \text{ (тыс. руб.)}.$$

Уровень явно незначительных искажений

Определение данного критерия отсутствует в МСА 320, следовательно, у аудитора, на первый взгляд, отсутствует обязанность устанавливать его на этапе планирования и учитывать при проведении аудиторских процедур. Потребность в понимании ве-

личины явно незначительных искажений появляется еще до этапа накопления и интерпретации выявленных искажений.

Так, в соответствии с п. 5 МСА 450 «Оценка искажений, выявленных в ходе аудита» «...искажения, выявленные в ходе аудита, за исключением тех, которые являются явно незначительными, должны быть накоплены аудитором». Следовательно, еще на этапе выполнения аудиторских процедур проверки по существу и документирования их результатов аудитору или другому исполнителю задания должна быть известна величина порога явно незначительных искажений, что, по сути, делает целесообразным установление $У_{яни}$ на этапе планирования, одновременно с другими уровнями существенности.

Итак, цель расчета $У_{яни}$ – определить «порог» величин в исследуемых совокупностях элементов, которые считаются явно незначительными для данного аудиторского задания. Искажения ниже $У_{яни}$, не связанные с недобросовестными действиями, могут регистрироваться аудитором, однако, очевидно, не требуют ни модификации аудиторского заключения, ни действий по корректировке стратегии и плана аудита (увеличения объема выборки, повышения надежности аудиторских процедур и т. п.), поэтому МСА 450 позволяет вообще не отражать ранее задокументированные ошибки ниже этого критерия в рабочем документе по накоплению выявленных искажений.

$У_{яни}$ определяется, как правило, в размере 5–10% от $УС_{ф0}$. Этот интервал можно обосновать рекомендациями, приведенными в п. А2 МСА 450: «...Явно незначительные суммы имеют совершенно другой (меньший) порядок величины, чем существенность, определенная в соответствии с МСА 320, и однозначно не будут иметь последствий, независимо от того, взяты ли они в отдельности или в совокупности и с применением каких именно критериев размера, характера или обстоятельств они оценены».

Установление уровня явно незначительных искажений является новым показателем для стран, которые ранее не применяли МСА, например России. Однако можно констатировать, что данный критерий значительно повышает рациональность проверки, позволяя аудиторам не акцентировать внимание на ошибках, которые ни по отдельности, ни в совокупности неспособны оказать влияние на достоверность отчетности.

Для отчетности АО «АгроКубань», например, уровень явно малозначительных искажений может составлять не более 165 тыс. руб. (10% от $УС_{ф0}$).

Развивая применение критерия для рационализации аудита, можно рекомендовать использовать его для исключения из проверки отдельных явно малозначительных объектов на этапе планирования аудита, при условиях, что:

- отсутствует или незначителен риск недобросовестных действий при отражении данных объектов учета;
- учетный объект не является «маркером» значимых требований нормативно-правовых актов, нарушение которых может приводить к существенным финансовым санкциям и/или угрозе нарушения принципа непрерывности деятельности организации.

Заключение

Исследования показали, что существенность является ключевым критерием эффективной организации аудита, инструментом формирования мнения в аудиторском заключении и последующей оценки качества выполнения аудиторского задания.

Уровень существенности для финансовой отчетности в целом – наиболее значимый компонент формирования стратегии аудита, так как является базой для расчета других уровней существенности. Кроме того, данный критерий является «порогом» модификации аудиторского мнения на заключительном этапе аудита. Авторский механизм, включающий оценку приоритетных информационных потребностей пользователей финансовой информации, волатильности базовых показателей, обеспечивает объективность выполнения аудиторского задания.

Уровень существенности для применения в отношении отдельных значимых сальдо по счетам и групп однотипных операций предлагается определять как обязательный показатель в ситуациях, когда хозяйствующий субъект функционирует в условиях жестких ограничений и имеет высокий риск нарушения этих величин. В сельскохозяйственных организациях обосновано применение в качестве ограничительных факторов для установления этого уровня существенности, как минимум, превышение кредитных ковенант и риск утраты статуса сельхозтоваропроизводителя.

Уровень существенности для выполнения аудиторских процедур – базовый показатель для идентификации значимых маркеров достоверной финансовой отчетности и объектов выборочного тестирования. Авторский механизм установления «скидки» к уровню существенности при определении данного показателя направлен на реализацию риск-ориентированного подхода к планированию и получению достаточных аудиторских доказательств.

В многоуровневую систему показателей существенности авторами вводится уровень явно незначительных искажений, установление которого снижает трудоемкость аудита без снижения его качества.

Резюмируя результаты исследования, считаем разработанную многоуровневую модель существенности наиболее рациональной для реализации следующих аспектов аудита:

- для целей формирования стратегии аудита, выбора значимых элементов для выборочного детального тестирования, исключения явно малозначительных элементов;
- для формирования достаточно полного и прозрачного аудиторского досье;
- для обоснования соответствия аудиторского заключения на этапе оценки существенности искажений собранным аудиторским доказательствам.

Библиографический список

1. Богопольский А.Б. Существенность в МСФО / А.Б. Богопольский // Корпоративная финансовая отчетность. Международные стандарты. – 2013. – № 3 (71). – С. 38–47.
2. Жминько С.И. Существенность в аудите: многоуровневый подход / С.И. Жминько, А.В. Петух // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 39 (189). – С. 2–8.
3. Козлобаева Е.А. Комплексная оценка экономической безопасности сельскохозяйственных организаций / Е.А. Козлобаева, С.И. Яблоновская // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 175–182.
4. Колобаева Ю.Б. Опыт новых аудиторских заключений в Великобритании: примеры ключевых вопросов аудита и подходы к расчету существенности / Ю.Б. Колобаева, Н.Д. Бровкина // Аудиторские ведомости. – 2017. – № 3. – С. 4–22.
5. Котова О.В. Применение показателя EBITDA в оценке кредитоспособности заемщиков коммерческого банка / О.В. Котова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 5–1. – С. 186–190.

6. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов Министерства финансов Российской Федерации : приказ Минфина России от 09.01.2019 № 2н [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317185/ (дата обращения: 28.08.2018).
7. Орлов А. Как определить уровень существенности / А. Орлов // Актуальная бухгалтерия. – 11.04.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://actbuh.ru/msfo/uchet-i-otchetnost/kak-opredelit-uroven-suschestvennosti> (дата обращения: 28.08.2018).
8. Пашута А.О. Совершенствование условий кредитования сельского хозяйства / А.О. Пашута, М.П. Солодовникова // Финансы и кредит. – 2016. – № 13 (685). – С. 2–13.
9. Петух А.В. Развитие методики определения уровня существенности в аудите сельскохозяйственных организаций / А.В. Петух // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 10. – С. 33–43.
10. Пилюк Р.А. Развитие методики оценки вероятности искажений показателей бухгалтерской (финансовой) отчетности / Р.А. Пилюк, З.И. Кругляк // Проблемы и перспективы развития экономического контроля и аудита в России : сб. статей по материалам VII Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – С. 123–128.
11. Сборник Международных стандартов контроля качества, аудита, обзорных проверок, прочих заданий, обеспечивающих уверенность, и заданий по оказанию сопутствующих услуг. Издание 2016–2017 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ifac.org/publications-resources/2015-2016> (дата обращения: 28.08.2018).
12. Соколов В.Я. Существенность в аудите / В.Я. Соколов // Аудиторские ведомости. – 2014. – № 6. – С. 12–18.
13. Шильдер А. Новые требования международных стандартов аудита (Москва, 14.10.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pwc.ru/ru/events/2015/assets/1-schilder-kamp-rus.pdf> (дата обращения: 28.08.2018).
14. Cohen J. How Does the Strength of the Financial Regulatory Regime Influence Auditors' Judgments to Constrain Aggressive Reporting in a Principles-Based Versus Rules-Based Accounting Environment? / J. Cohen, G. Krishnamoorthy, M. Peytcheva, A.M. Wright // Accounting Horizons. 2013. – Vol. 27 (3). – Pp. 579–618. DOI: 10.2139/ssrn.1817684.
15. Cohen J.R. CSR and Assurance Services: A Research Agenda / J.R. Cohn, R. Simnett // Auditing: A Journal of Practice & Theory. – 2015. – Vol. 34 (1). – Pp. 59–74.
16. Curtis M.B. Materiality and Audit Adjustments / M.B. Curtis, T. Hayes // The CPA Journal. – 2002. – Vol. 72, No. 4. – P. 69.
17. Hoffman Ch.W. Revising the Conceptual Framework of the International Standards: IASB Proposals Met with Support and Skepticism / Ch.W. Hoffman // World Journal of Business and Management. – 2016. – Vol. 2, No. 1. DOI: 10.5296/wjbm.v2i1.8868. Available at SSRN: <http://www.macrothink.org/journal/index.php/wjbm/article/download/8868/7503>.
18. Hollingsworth C.W. Investors' Perceptions of Auditors' Economic Dependence on the Client: Post-SOX Evidence / C.W. Hollingsworth, Ch. Li // Journal of Accounting, Auditing & Finance. – 2012. – Vol. 27. – Pp. 100–122.
19. International Accounting Standards Board (IASB) and the US Financial Accounting Standards Board (FASB) Conceptual Framework for Financial Reporting (September 2010). IFRS Foundation. Available at SSRN: <https://sso.ifrs.org/auth/realms/IFRS/protocol/openid-connect>.
20. Materiality in Audits. The PwC Audit Committee Guide. Available at SSRN: <http://www.pwc.com.au/assurance/assets/audit-committee-guide/ac-guide-dec11-ch-11.pdf>.
21. The Conceptual Framework for Financial Reporting. IFRS Foundation, 2010. – Available at SSRN: <http://muhasib-az.narod.ru/ifrs/framework/framework.pdf>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ
Принадлежность к организации

Алексей Владимирович Петух – кандидат экономических наук, проректор по учебной работе, доцент кафедры аудита ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: petuh.a@kubsau.ru.

Дата поступления в редакцию 15.03.2019

Дата принятия к печати 28.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Aleksey V. Petukh, Candidate of Economic Sciences, Vice Rector for Academic Affairs, Docent, the Dept. of Audit, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: petuh.a@kubsau.ru.

Received March 15, 2019

Accepted April 28, 2019

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Наталья Александровна Медведева¹
Нина Ивановна Прока²**

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

²Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

В исследовании на основе выявления тенденций развития человеческого капитала в сельском хозяйстве доказана необходимость повышения образовательного потенциала с учетом цифровизации аграрного производства. Отсутствие нормативно-правовых актов, регулирующих долгосрочное прогнозирование развития аграрного производства, а также достаточного числа специалистов на региональном отраслевом рынке труда, способных эффективно работать с инновационными технологиями, не позволяет обеспечить выполнение программы «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой обозначено преобразование сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий. Это требует изменения подходов к стратегии развития человеческого капитала в аграрном секторе в увязке с другими документами стратегического прогнозирования. Авторами предложен методологический подход к обоснованию прогнозных сценариев его развития в системе цифрового сельского хозяйства. Разработанная система показателей позволяет выявить влияние отдельных элементов на развитие человеческого капитала, учитывать цели сельскохозяйственного производства, сформировать единую стратегию инновационного развития отрасли и аграрного образования. Приводятся результаты прогнозных расчетов развития человеческого капитала в сельском хозяйстве региона по целевому сценарию на примере Вологодской области на основе использования экономико-статистических методов, спектрального анализа, экспертных оценок и сценарного прогнозирования. Реализация целевого сценария обеспечивается совершенствованием механизма государственной поддержки, развитием научного и образовательного потенциала, подготовкой квалифицированных кадров, способных реализовывать инновационные проекты в соответствии с перспективными потребностями цифрового сельского хозяйства. Результаты исследования могут быть полезны как специалистам органов власти при стратегическом планировании аграрной отрасли, так и представителям бизнес-сообщества, научным сотрудникам, занимающимся проблемами человеческого капитала в сельском хозяйстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: человеческий капитал, сельское хозяйство, цифровые технологии, сценарии развития, прогнозирование.

SCENARIOS OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN AGRICULTURE

**Natalia A. Medvedeva¹
Nina I. Proka²**

¹Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin

²Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

This study is based on identifying the trends in the development of human capital in agriculture and proves the necessity of increasing the educational potential taking into account the digitization of agricultural production. The implementation of the Digital Economy Program of the Russian Federation introducing the digital technologies in agriculture is impeded by the absence of legal acts regulating the long-term forecasting of development of agricultural production, as well as a lack of specialists at the level of the regional industry labor market able to work efficiently with innovative technologies. This requires certain changes in approaches to the strategy of human capital development in the agrarian sector in conjunction with other strategic forecasting documents. The authors have proposed a methodological approach to substantiating the forecast scenarios of development in the system of digital agriculture. The developed system of indicators allows identifying the impact of individual elements on the development of human capital with the account of goals of agricultural production, and forming a unified strategy for innovative development of the whole industry and single agricultural entity. The article provides the results of prediction calculations of development of human capital in agriculture of the region according to the target scenario on the example of Vologda Oblast based on the use of economic and statistical

methods, spectral analysis, expert assessments, and scenario forecasting. The implementation of the target scenario is ensured by the improvement of the mechanism of state support, development of scientific and educational potential, and training of qualified personnel able to implement the innovative projects in accordance with future needs of digital agriculture. The results of this study might be useful for authority specialists in the strategic planning of the agricultural sector, representatives of the business community, and scientific researchers working on the issues of human capital in agriculture.

KEYWORDS: human capital, agriculture, digital technologies, development scenarios, forecasting.

Тенденции становления российской экономики, связанные с долговременными системными вызовами в условиях функционирования изменения международных отношений и внутренними барьерами, требуют новых подходов к управлению аграрной отраслью. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года» для осуществления научно-технологического прорыва в агропромышленном комплексе необходимо создание высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспечения высококвалифицированными кадрами [6]. К основным факторам, определяющим стратегическое развитие российской экономики, можно отнести усиление глобальной конкуренции, технологические изменения, человеческий капитал [8]. Мировой опыт и эффективное функционирование ряда отечественных сельскохозяйственных производителей показывают, что применение в современных условиях цифровых технологий позволяет повысить результативность аграрного производства при оптимизации затрат. Однако в связи с низким уровнем инвестиционной активности в аграрном производстве и имеющимся на сегодняшний день недостаточным уровнем обеспеченности современными информационными технологиями в АПК сложно достигать уровень производительности труда, продуктивности животных, урожайности сельскохозяйственных культур, себестоимости продукции ведущих стран с развитым АПК.

Прогнозирование, основанное на согласовании целей, задач и показателей достижения запланированных критериев как на федеральном, так и региональном уровнях, должно позволять стратегически предвидеть не только количественные, но и качественные характеристики хозяйствующих субъектов в сельском хозяйстве с учетом цифровизации отечественного аграрного производства [1]. Реализация форсированного сценария развития аграрной отрасли, в основе которого лежит интенсивное использование инноваций, повышает значимость человеческого капитала, являющегося основой динамического экономического роста. Здоровье, знания, образование, практические навыки владения цифровыми технологиями в аграрном производстве, качество жизни населения и ведущих специалистов организации, определяющих возможность реализации предпринимчивости и инновационного развития отрасли, как убедительно показывает опыт стран с развитой аграрной экономикой, являются интенсивными факторами развития человеческого капитала, создают условия для развития науки и формирования информационного общества [2].

При всей очевидной значимости человеческого капитала для повышения эффективности функционирования сельского хозяйства в настоящее время отсутствует комплексная стратегия его развития в увязке с другими документами стратегического прогнозирования. Обобщение научной литературы и оценка практической деятельности хозяйствующих субъектов предопределили значимость социально-экономических прогнозов на региональном уровне, учитывающих природно-климатические особенности и отражающих интересы и возможности проживающего населения.

Необходимость повышения образовательного и интеллектуального потенциала в сельском хозяйстве с учетом цифровизации аграрного производства является объективно необходимым условием повышения экономической эффективности функционирования отрасли в долгосрочном периоде.

Прогноз развития человеческого капитала сельского хозяйства на примере Вологодской области выполнен на основе использования экономико-статистических методов, спектрального анализа, экспертных оценок и сценарного прогнозирования.

Теория и практика развития человеческого капитала, на наш взгляд, в настоящее время являются обобщением экономических теорий развития, системно совмещая их между собой.

Особенности формирования рынка труда в сельском хозяйстве рассмотрены в трудах современных зарубежных ученых, в частности: П. Каски (P. Caskie), Д. Димов с соавт. (D. Dimov et al.), Б. Херрендорф с соавт. (B. Herrendorf et al.), Ш. Инвуд (S. Inwood), М. Кноп с соавт. (M. Knoop et al.), К.Х. Ли с соавт. (K.H. Lee et al.), М. Марвел (M. Marvel), Р. Рой с соавт. (R. Roy et al.) и др. [10–16, 18]. Инвестиции в образование, как считают многие исследователи, позволяют повысить конкурентоспособность предприятия [14]. Содержание теории человеческого капитала, по мнению ученых, заключается в том, что инвестиции в образование и здоровье создают человеческий капитал, и подобно финансовым вложениям в основные производственные фонды, способствуют росту технического капитала [16, 17]. Повышение уровня интеллектуального и психофизического потенциалов способствует ускорению окупаемости затрат на трудовые ресурсы, повышая конкурентоспособность системы [15, 18].

На основе изучения трудов российских и зарубежных авторов и тенденций развития хозяйствующих субъектов сельского хозяйства выделены основные элементы человеческого капитала: здоровье, образование, мотивация.

Обобщение специальной литературы позволило сгруппировать определения по двум направлениям. Первое – это совокупность способностей и качеств человека, применяемых в производственном процессе; второе – с точки зрения инвестиционных вложений – это объем их накопления в результате вложений в человеческие ресурсы. По нашему мнению, «человеческий капитал» как экономическую категорию не следует ограничивать характеристикой совокупности здоровья, способностей, знаний и финансовых вложений в человека, не затрагивая закономерные процессы урбанизации и повышение сложности аграрного труда в условиях инновационного типа развития экономики. Результативность от использования человеческого капитала во многом зависит от комплекса экономических и социальных факторов, определяющих его соответствие потребностям общественного производства. При этом важно учесть соответствие производительных способностей человека и его культуры воспитания уровню технологического развития сельскохозяйственного производства, а также конкретные условия формирования и реализации человеческого капитала. Противоречие между несоответствием характеристик человеческого капитала и потребностями производства на региональном и федеральном уровнях способствует углублению структурных деформаций и ограничивает экономический рост аграрного сектора. Считаем целесообразным рассматривать категорию «человеческий капитал» как совокупность здоровья, знаний, умений, опыта, коммуникационного и психофизического потенциалов, используемых в производственной деятельности, обеспечивающих получение дохода человеку, организации и обществу в целом.

Умение адаптироваться к изменяющейся ситуации, высокая квалификация, уникальные навыки и способности человека становятся определяющими критериями развития системы в условиях реализации инновационного прорыва в аграрном секторе.

Тенденции развития человеческого капитала аграрного сектора региона

Агропромышленный комплекс Вологодской области является стратегически значимой частью экономики региона. Оценка потенциальных возможностей аграрного сектора региона, как важной составной части Европейского Севера РФ, позволила получить объективную информацию для разработки долгосрочных сценариев его становления (табл. 1).

Таблица 1. Социально-экономические показатели развития аграрной экономики Европейского Севера РФ в 2017 г.

Показатели	Вологодская область	Архангельская область	Республика Коми	Республика Карелия	Мурманская область
Произведено продукции сельского хозяйства в действующих ценах 2017 г., млн руб.	30 822	13 706	11 160	5414	1770
Рентабельность производства продукции сельского хозяйства с субсидиями, %	6,0	0,2	0,2	2,6	-2,6
Удельный вес убыточных сельскохозяйственных организаций, %	25,7	25,6	26,9	22,6	23,4
Среднегодовая численность населения, тыс. чел.	1184	1122	850	627	757
Доля сельского населения в общей численности населения, %	27,8	22,2	22,0	19,8	7,6
Удельный вес трудоспособного населения в сельской местности, %	49	51	49	54	51
Уровень безработицы в сельской местности, %	9,0	13,1	12,2	11,4	9,5
Средняя месячная номинальная начисленная заработная плата в сельском хозяйстве, руб.	22 219	27 615	32 327	24 312	33 250

Сельскому хозяйству регионов Европейского Севера России присуща особая уязвимость ведения сельскохозяйственного производства, поскольку они расположены в зоне рискованного земледелия, что неизбежно повышает финансовые затраты. За анализируемый период результативность производства в сельскохозяйственных организациях на Европейском Севере России имеет тенденцию к снижению. Вологодская область специализируется на молочном скотоводстве, что связано с историческими традициями и биоклиматическими факторами, и занимает 2-е место по поголовью крупного рогатого скота, валовому надою молока в Северо-Западном федеральном округе. Сельхозтоваропроизводители обеспечивают население основными продуктами питания (молоко, картофель, яйца) в соответствии с рекомендуемыми медицинскими нормами потребления.

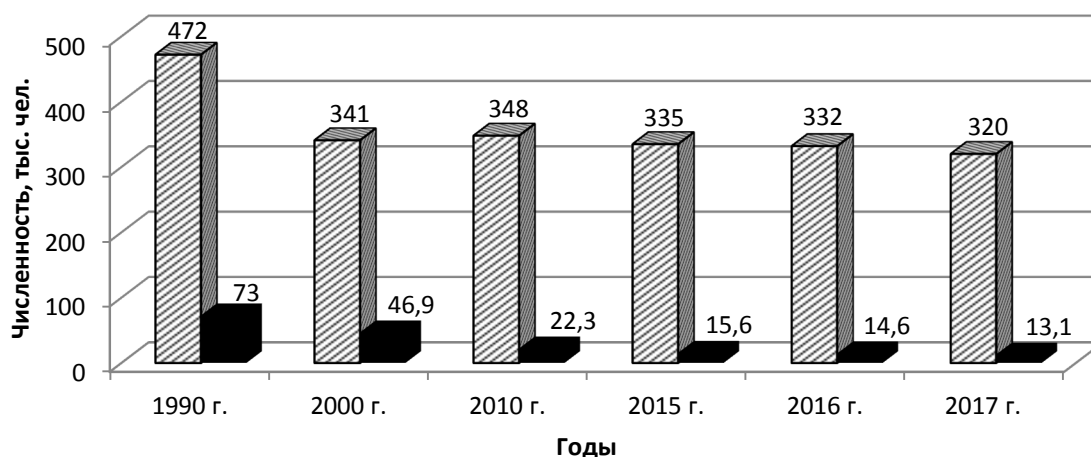
Анализируя промежуточные итоги реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., можно заметить характерный рост основных экономических показателей, который позволяет с большой долей оптимизма судить о потенциале сельского хозяйства региона в долгосрочной перспективе при достижении конкурентных преимуществ [4]. С 2017 г. в государственную программу входят 6 подпрограмм, определяющих функционирование агропромышленного комплекса и устойчивого развития территорий. Однако изучение отечественного и зарубежного опыта убедительно доказывает, что инновационный прорыв в развитии аграрной отрасли региона реально осуществим только при комплексном развитии человеческого потенциала, в том числе в сельской местности.

Экономико-статистический анализ использования человеческого капитала в регионе позволил выявить следующие закономерности. С 90-х годов прошлого века в Вологодской области наблюдается тенденция ухудшения демографической ситуации (табл. 2).

Таблица 2. Динамика демографического развития Вологодской области

Показатели	Годы						
	1990	2000	2010	2014	2015	2016	2017
Изменение численности населения (прирост за год, %)	-0,05	-0,6	-0,5	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3
Коэффициенты демографической нагрузки на конец года	830	685	640	721	753	789	812
Коэффициент рождаемости (общий)	13,4	8,7	11,4	12,9	13,5	13,6	13,2
Коэффициент смертности (общий)	12,1	16,2	16,8	15,2	14,9	14,9	15,0
Коэффициент естественного прироста населения	1,4	-7,3	-4,4	-1,3	-1,1	-1,2	-1,6
Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет	65,65	66,1	67,2	68,1	69,74	70,0	70,0

Численность сельского населения Вологодской области имеет тенденцию к снижению, что характерно и для России в целом. Наблюдается тенденция уменьшения удельного веса работников сельского хозяйства и общей численности сельского населения исследуемого региона (см. рис.).



■ Среднегодовая численность сельского населения Вологодской области, тыс. чел.

■ Среднегодовая численность работников, занятых в сельском хозяйстве, тыс. чел.

Динамика численности сельского населения и работников, занятых в сельском хозяйстве Вологодской области, тыс. чел.

Достаточно динамично происходит процесс старения населения, что подтверждает повышение темпов роста населения старше трудоспособного возраста, и снижения численности молодежи, что отрицательно влияет на экономику региона. Однако с 2000 г. наметилась положительная тенденция изменения рождаемости.

Исследование миграционных процессов в сельской местности показывает, что наибольшее влияние на миграцию населения на сельских территориях оказывают: обеспеченность тракторами на 100 га пашни, уровень жилищного строительства, амбулаторно-поликлинических учреждений, разница между денежными доходами в городе и селе и т. д. Наибольшая миграционная активность наблюдается в трудоспособном возрасте (коэффициент корреляции – 0,76). Высокая степень износа основных фондов в аграрном секторе снижает уровень производительности труда, что отрицательно сказывается на его оплате. Однако в последние годы при росте инвестиций в основные фонды данный показатель имеет тенденцию к снижению (коэффициент корреляции – 0,86).

Эндогенные факторы x_j , влияющие на показатель «прибыло всего мигрантов в сельскую местность на 1 тыс. чел. населения», отбирались в процессе проведения корреляционно-регрессионного анализа методом включения с учетом показателей частной корреляции, всех ограничений и интеркорреляции (формула 1).

$$Y = -22,69 + 2,89 \cdot x_1 - 0,672 \cdot x_2 + 0,39 \cdot x_3 - 0,12 \cdot x_4, \quad (1)$$

где x_1 – количество тракторов на 1000 га пашни, ед.;

x_2 – обеспеченность жильем, кв. м общей площади на одного жителя;

x_3 – разница между денежными доходами в городе и селе на одного члена семьи, %;

x_4 – число женщин на 100 мужчин трудоспособного возраста.

На показатель «выбыло всего из села на одну тысячу населения» факторы отбирались методом включения с учетом показателей частной корреляции, всех ограничений и интеркорреляции (формула 2).

$$Y = -11,9 + 2,39 \cdot x_1 - 0,498 \cdot x_2 + 0,049 \cdot x_3 - 1,11 \cdot x_4. \quad (2)$$

где x_1 – количество тракторов на 1000 га пашни, ед.;

x_2 – разница между денежными доходами в городе и селе на одного члена семьи, %;

x_3 – число женщин на 100 мужчин трудоспособного возраста;

x_4 – обеспеченность жильем, кв. м общей площади на одного жителя.

Результаты демографического анализа исследуемого региона свидетельствуют об отрицательном влиянии факторов на качество человеческого капитала в сельском хозяйстве.

Для оценки влияния изменения демографических показателей на производство сельскохозяйственной продукции в действующих ценах в Вологодской области с использованием корреляционно-регрессионного анализа в качестве факторов приняты:

- x_1 – индекс демографической старости;

- x_2 – специальный коэффициент смертности мужчин;

- x_3 – специальный коэффициент смертности женщин (формула 3).

При снижении индекса старости на 1% объем производства продукции сельскохозяйственного назначения на территории региона увеличивается на 434,5 млн руб., при сокращении смертности мужчин на единицу – снижается на 12,38 млн руб., уменьшается на 28,1 млн. руб. из-за увеличения смертности женщин.

$$Y = -236,7 + 434,48 \cdot x_1 + 12,38 \cdot x_2 - 212,2 \cdot x_3. \quad (3)$$

Во второй модели при оценке влияния демографических факторов на объемы производства сельскохозяйственной продукции независимыми признаками выступали: x_1 – суммарный коэффициент рождаемости; x_2 – средняя продолжительность жизни; x_3 – общий коэффициент разводимости (формула 4). Объем производства продукции при снижении рождаемости сокращается на 121,2 млн руб., увеличивается на 49,6 млн руб. при росте средней продолжительности жизни на 1 год, возрастает на 144,02 млн руб. при сокращении количества разводов.

$$Y = -1216,1 - 121,2 \cdot x_1 + 49,6 \cdot x_2 + 144,2 \cdot x_3. \quad (4)$$

Выявленные закономерности подтверждают взаимовлияние и взаимообусловленность экономических, демографических и социальных процессов в регионе.

Использование и развитие человеческого капитала в аграрной экономике связано с отраслевыми особенностями и конкурентными преимуществами на рынке труда других отраслей, что отрицательно сказывается на количественных и качественных характеристиках трудовых ресурсов. За анализируемый период численность сельскохозяйственных работников сократилась в 2,4 раза. Более 45% составляет доля специалистов организаций пенсионного и предпенсионного возраста.

Данные опроса руководителей сельскохозяйственных организаций Вологодской области, проведенного в 2017 г., свидетельствуют о наличии значительного спроса на специалистов в разрезе отдельных направлений подготовки «Агрономия», «Зоотехния», «Агроинженерия». Более 80% опрошенных отмечают, что организации постоянно испытывают нехватку квалифицированных кадров. Наиболее значимыми факторами, влияющими на данный процесс, являются:

- отсутствие опыта работы (30%),
- непривлекательность сельскохозяйственных профессий (27%),
- отсутствие на сельских территориях инфраструктуры, обеспечивающей необходимый уровень жизни населения (23%) и др.

По данным департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Вологодской области, количество предложений на рынке труда существенно выше численности квалифицированных специалистов на должности ветеринарных врачей, агрономов, зоотехников, механизаторов, скотников, операторов машинного доения и т. д. На рынке труда региона существует определенный структурный дисбаланс предложения и спроса рабочей силы по профессионально-квалификационному составу. Внешний приток трудовых ресурсов незначительный в связи с непривлекательностью сельского хозяйства в материальном и карьерном плане по сравнению с другими отраслями народного хозяйства.

Условия развития человеческого капитала в сельском хозяйстве

В условиях цифровизации качество трудовых ресурсов в сельском хозяйстве невозможно изменить в краткосрочном периоде, что, несомненно, является значительным препятствием устойчивого развития отрасли посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.

Целесообразно отметить, что реализация системного подхода к формированию человеческого капитала в аграрной экономике на долгосрочный период должна учитывать следующие особенности:

- отсутствие благоприятных условий для развития человеческого капитала на сельских территориях;
- ограниченные возможности формирования и развития из-за достаточно низкого уровня и качества жизни сельского населения;
- усиление требований к качественным составляющим человеческого капитала;
- ухудшение демографической ситуации и возрастной структуры сельского населения;
- достаточно невысокий уровень становления сельской инфраструктуры;
- низкая заинтересованность аграрных организаций в инвестициях в человеческий фактор;
- отсутствие единой стратегии взаимосвязанного инновационного развития и аграрного образования, что отрицательно влияет на структуру и параметры прогнозирования кадровых потребностей отрасли на долгосрочный период.

В этих условиях наличие на уровне региона системы прогнозирования человеческого капитала становится главным индикатором инновационного развития аграрного сектора. Анализ динамики развития научно-технического прогресса свидетельствует о том, что циклы роста и развития человеческого капитала являются определяющими элементами в реализации инновационного прорыва в сельском хозяйстве.

Анализ официальных стратегий, программ и других документов, регламентирующих прогнозы развития на федеральном и региональном уровнях, свидетельствует о том, что прогнозированию и формированию человеческого капитала в агропромышленном комплексе не уделяется должного внимания (табл. 3). В основном речь идет об инвестициях в образование, здравоохранение, улучшение инфраструктуры в сельской местности.

Таблица 3. Анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих развитие человеческого капитала в сельском хозяйстве Вологодской области

Нормативно-правовые акты	Критерии анализа				
	Определение приоритета развития человеческого капитала	Оценка факторов на долгосрочный период	Показатели достижения целей	Сроки и этапы реализации	Ожидаемые результаты
Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [8]	Определены	Оценка проведена в целом по следующим направлениям: развитие рынка труда, здравоохранение, образование, культура и жилищное строительство	Производительность труда, рабочие места, денежные доходы населения, расходы на образование, численность обучающихся в СПО, ВО, смертность, рождаемость, объем ввода жилья, площадь жилых помещений на 1 чел. и др. без отраслевой увязки	I этап – 2016–2020 гг. II этап – 2021–2025 гг. III этап – 2026–2030 гг.	Определены
Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 года [5]	Определены	Оценка проведена в целом как фактора экономического развития	Производительность труда, доходы населения, расходы на образование, здравоохранение и др. без отраслевой увязки	I этап – 2008–2012 гг. II этап – 2013–2020 гг.	Определены
Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [4]	Определены	Оценка проведена в целом по сельскому хозяйству	Ввод в действие жилья, уровень жилищфикации, обеспеченность жильем, обеспеченность организаций АПК специалистами, в том числе молодыми, и т. д.	I этап – 2013–2017 гг. II этап – 2018–2020 гг.	Определены
Государственная программа «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» [3]	Определены	Оценка проведена в целом по сельскому хозяйству региона	Ввод в действие жилья, уровень жилищфикации, обеспеченность жильем, обеспеченность организаций АПК специалистами, в том числе молодыми, и т. д.	Этапы реализации не выделены	Определены
«Стратегия развития агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на период до 2020 года» [7]	Определены	Оценка проведена в целом по сельскому хозяйству региона	Затраты на повышение квалификации специалистов АПК, количество учебно-методических центров, консультационных служб, уровень занятости и доходы сельского населения, развитие инфраструктуры и др.	I этап – 2011–2013 гг. II этап – 2014–2017 гг. III этап – 2018–2020 гг.	Определены

Прогнозные сценарии развития человеческого капитала

При прогнозировании развития экономических систем в долгосрочной перспективе с точки зрения синергетического подхода на практике возникают сложности в расчете возможных траекторий развития событий. С позиции предмета исследования под категорией «прогнозирование человеческого капитала» нами понимается: научное обоснование количественных и качественных характеристик его развития в долгосрочной перспективе [1]. При этом его измерение будет полезнее и точнее, если будет понятна суть измеряемого и то, ради чего проводится измерение.

Методологический подход к прогнозированию человеческого капитала в аграрной отрасли должен обеспечивать сопоставимость прогнозных сценариев как на федеральном, так и региональном уровнях. На долгосрочную перспективу авторами разработаны три сценария развития человеческого капитала – консервативный, инновационный и целевой, что также не противоречит прогнозу долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2030 г. (табл. 4).

Таблица 4. Целевой сценарий развития человеческого капитала в системе цифрового сельского хозяйства региона

Критерии оценки	Характеристика
Рынок труда	Снижение численности экономически активного населения до 9%. За счет мобильности населения и роста профессионального соответствия снижение уровня безработицы до 4%. Развитие инновационных направлений деятельности. Увеличение спроса на высококвалифицированные кадры.
Уровень жизни населения	Дополнительное финансирование приоритетных направлений. Рост денежных доходов населения в 2,5 раза, снижение уровня бедности до 6%. Модернизация социальной и инженерной инфраструктуры на селе, высокие стандарты жизни сельского населения. Снижение дифференциации доходов.
Образование	Увеличение расходов на аграрное образование на 30%. Модернизация содержания и технологий профессионального образования для обеспечения их соответствия требованиям современным технологиям аграрного производства и изменяющимся запросам населения. Обучение пройдут более 2000 специалистов отечественных сельскохозяйственных предприятий в регионе компетенциям цифровой экономики.
Здравоохранение	Создание эффективной системы здравоохранения, способной конкурировать с европейскими странами и обеспечить население своевременными профилактическими мероприятиями, доступной и качественной медицинской помощью. Рост расходов на здравоохранение к 2030 г. до 9,4% ВВП.
Культура и массовые коммуникации	Обеспечение доступа населения к ценностям отечественной и мировой культуры и использование его в качестве ресурса духовного и экономического развития и др. Увеличение расходов до 1,6% ВВП. Внедрение механизмов государственно-частного партнерства.
Жилищное строительство и рынок жилья	Финансирование мероприятий по развитию жилищного строительства. Повышение доли ипотечного кредитования до 50% в 2030 г. Улучшение жилищных условий граждан, проживающих в сельской местности.
Технологии и инновации	Инновационный прорыв в развитии сельского хозяйства, в том числе на основе использования наилучших доступных технологий. Рост производительности труда в 2 раза к 2030 г. Достижение критериев продовольственной безопасности.
Цифровые технологии	Будет создана федеральная цифровая платформа АПК на основе модели PAAS, интегрированная с региональными цифровыми платформами АПК, включающими субплатформы. Все контракты с получателями субсидий будут заключаться в электронном виде. Создание отраслевой электронной образовательной системы «Земля знаний». Разработан контент для ЭОС, а также внедрены технологии чатботов, онлайн консультантов. Интеграция с базами Росгидромета, Агрохимцентров позволит сделать точный прогноз урожаев и сроков уборки сельскохозяйственных культур. Будет внедрен механизм прогнозирования и планирования производства сельскохозяйственной продукции.

Необходимым условием, на наш взгляд, определяющим процесс формирования и становления человеческого капитала аграрной отрасли, является качество населения региона. Первостепенное значение имеют доходы населения, уровень социального обеспече-

ния, потребление материальных благ и др., что позволяет создать условия не только для восстановления физических и интеллектуальных сил человека, но и всестороннего его развития. Улучшение данных факторов будет способствовать росту уровня и качества трудового потенциала, производительности труда и динамичному развитию сельского хозяйства в целом. Модернизация аграрного сектора будет сопровождаться увеличением спроса на высококвалифицированные кадры, что не только потребует формирования квалифицированной рабочей силы и создания эффективной системы профессионального образования, профессиональной подготовки и переподготовки кадров, но и обуславливает необходимость существенного изменения политики оплаты труда, в том числе в аграрном секторе экономики [9]. Повышение профессиональной мобильности трудовых ресурсов позволит привлечь дополнительные человеческие ресурсы на сельские территории.

Исследование существующих методик по оценке и прогнозированию развития человеческого капитала позволяет констатировать, что в настоящее время имеет место ряд противоречий между информационными ресурсами, инструментарием, непрерывным развитием человеческого капитала, целями и задачами прогнозирования с учетом взаимосвязи с другими элементами сельского хозяйства как экономической системы.

В процессе исследования разработана система показателей, которую можно использовать в прогнозировании развития человеческого капитала на перспективу с учетом основных стратегических критериев социально-экономического развития России. Формирование структурированной системы показателей позволяет прогнозировать не только конечные показатели развития человеческого капитала в сельском хозяйстве, но и условия и предпосылки, обеспечивающие повышение его качества в долгосрочной перспективе.

Предложенная система показателей включает данные, содержащиеся в статистической отчетности, а также новые, отражающие современные тенденции развития трудового потенциала, и позволяет учитывать:

- 1) различные информационные источники, способствующие комплексной оценке количественных параметров развития человеческого капитала в рамках разрабатываемых прогнозов;
- 2) динамику развития исследуемых процессов на основе макроэкономических показателей, представляемых в официальных прогнозах социально-экономического развития на федеральном уровне;
- 3) тенденции изменения исследуемых показателей, определенные на основе использования статистических методов;
- 4) влияние факторов, определяющих динамику развития отрасли в прогнозном периоде, на развитие цифрового сельского хозяйства.

Разработанный инструментарий прогнозирования развития системы целесообразно использовать как на федеральном, так и региональном уровнях.

На наш взгляд, система показателей прогнозирования развития человеческого капитала аграрной отрасли должна включать следующие разделы:

- основные характеристики субъекта РФ;
- демографические показатели;
- уровень жизни населения;
- занятость и безработица;
- здравоохранение;
- образование;
- культура и отдых;
- жилищное строительство;
- сельское хозяйство;
- технологии и инновации;
- цифровые технологии.

Разработанная система показателей позволяет выявить влияние отдельных элементов на развитие человеческого капитала, учитывать цели сельскохозяйственного производства, сформировать единую стратегию инновационного развития отрасли и аграрного образования (табл. 5).

**Таблица 5. Прогноз развития человеческого капитала в сельском хозяйстве
Вологодской области по целевому сценарию (фрагмент)**

Показатели	Годы		
	2020	2025	2030
Демографические показатели			
Среднегодовая численность населения региона, чел.	1 191 564	1 174 845	1 152 240
Удельный вес сельского населения в общей численности населения, %	26,2	27,3	28,1
Коэффициент миграционного оборота в сельской местности, промилле	95	100	104
Уровень жизни населения			
Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб.	29 430	35 786	52 781
Реальные денежные доходы, % к предыдущему году	96,3	100	108,3
Средняя месячная номинальная начисленная заработная плата в сельском хозяйстве, руб.	32 442	41 223	57 876
Образование			
Средний балл ЕГЭ студентов, поступивших в аграрные вузы	61	63	68
Количество консультационных служб в регионе, шт.	5	8	10
Удельный вес сотрудников сельскохозяйственных организаций, прошедших повышение квалификации и (или) переподготовку, %	50	65	75
Сельское хозяйство			
Продукция сельского хозяйства в фактически действующих ценах, млн руб.	46 896	72 998	98 712
Индексы производства продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах, % к предыдущему году	106	109	115
Надой молока на одну корову, кг	6116,2	7460,1	8212,3
Технологии и инновации			
Затраты на технологические инновации в сельском хозяйстве, тыс. руб.	5075	7210	9870
Удельный вес продукции сельского хозяйства, произведенной на основе инновационных технологий, %	30	58	70
Цифровые технологии			
Доля землепользователей, внедривших использование интеллектуальной цифровой системы планирования и оптимизации агроландшафтов, % (до 50% в 2024 г.)	30	60	80
Количество центров компетенции по внедрению адаптивно-ландшафтных систем в цифровом формате, ед.	3	12	15
Количество специалистов, прошедших обучение и повышение квалификации, чел.	15	25	58
Доля полностью оцифрованного планово-картографического материала в регионе, %	50	100	100

В исследовании учтены и скорректированы условия формирования системы профессионального образования, науки, здравоохранения, оказывающие различное по характеру влияние на долгосрочное развитие человеческого капитала в аграрном секторе.

Реализация целевого сценария обеспечивается совершенствованием механизма государственной поддержки, развитием научного и образовательного потенциала, подготовкой квалифицированных кадров, способных реализовывать инновационные проекты в соответствии с перспективными потребностями цифрового сельского хозяйства.

Библиографический список

1. Медведева Н.А. Системный подход к прогнозированию сельского хозяйства: механизмы и инструменты / Н.А. Медведева // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 3 (23). – С. 100–110.
2. Медведева Н.А. Формирование человеческого капитала как условие инновационного развития региональной системы сельского хозяйства / Н.А. Медведева // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4 (24). – С. 151–159.
3. О Государственной программе «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» (с изменениями на 8 апреля 2019 г.) : постановление правительства Вологодской области от 22 октября 2012 г. № 1222 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/422404072> (дата обращения: 08.01.2019).
4. О Государственной программе «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» (с изменениями на 8 февраля 2019 г.) : Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 08.01.2019).
5. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года : Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р (ред. от 28.09.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/ (дата обращения: 08.01.2019).
6. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года : Указ Президента РФ от 07 мая 2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1195467> (дата обращения: 08.01.2019).
7. О стратегии развития агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на период до 2020 года (с изменениями на 30.05.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/424083333> (дата обращения: 08.01.2019).
8. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года : разработан Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/ (дата обращения: 08.01.2019).
9. Прока Н.И. Оценка основных положений политики оплаты труда в аграрном секторе экономики / Н.И. Прока // Экономика сельского хозяйства России. – 2018. – № 8. – С. 46–51.
10. Caskie P. Human Capital and the CAP: The Case for Radical Policy Reform / P. Caskie // Euro-Choices. – 2018. – Vol. 17. – Pp. 31–36. DOI: 10.1111/1746-692X.12205.
11. Dimov D.P. Human Capital Theory and Venture Capital Firms: Exploring «Home Runs» and «Strikeouts» / D.P. Dimov, D.A. Shepherd // Journal of Business Venturing. – 2005. – Vol. 20. – Pp. 1–21.
12. Herrendorf B. Wages, Human Capital, and Barriers to Structural Transformation / B. Herrendorf, T. Schoellman // American Economic Journal: Macroeconomics. – 2018. – Vol. 10 (2). – Pp. 1–23.
13. Inwood S. Agriculture, Health Insurance, Human Capital and Economic Development at the Rural-Urban Interface / S. Inwood // Journal of Rural Studies. – 2017. – Vol. 54. – Pp. 1–14. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2017.05.009.
14. Knoop M. Human Resources Management Illustrated with Special Crops as an Example / M. Knoop, L. Theuvsen // Conference: International Scientific and Practical Conference «AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture» (AgroSMART 2018). January 2018. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.93.
15. Lee K.H. Human Capital Relatedness and Mergers and Acquisitions / K.H. Lee, D.C. Manuer, E.Q. Xu // Journal of Financial Economics. – 2018. – Vol. 129 (1). – Pp. 111–135. DOI: 10.1016/j.jfineco.2018.03.008.
16. Marvel M. Human Capital and Search-Based Discovery: A Study of High Entrepreneurship / M. Marvel // Theory and Practice. – 2013. – Vol. 37 (2). – Pp. 403–419.
17. Personnel potential of the agrarian sector of the economy of the southern Russia: regularities and prospects of development / N.A. Kulagina, A.N. Bobryshev, S.K. Sulumov, L.A. Chaykovskaya, A.V. Smirnova // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2018. – Vol. 9. – Pp. 1321–1328.
18. Roy R. Dissecting Anomalies and Dynamic Human Capital: The Global Evidence / R. Roy, S. Shijin // Borsa Istanbul Review. – 2018. – Vol. 18 (1). – Pp. 1–32. DOI: 10.1016/j.bir.2017.08.005.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Наталья Александровна Медведева – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Россия, г. Вологда, e-mail: named35@mail.ru.

Нина Ивановна Прока – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента в АПК ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: niproka@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 05.03.2019

Дата принятия к печати 26.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Natalia A. Medvedeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economics and Management, Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin, Russia, Vologda, e-mail: named35@mail.ru.

Nina I. Proka, Doctor of Economic Sciences, Professor, 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 March 05, 2019

Accepted May 26, 2019

МЕХАНИЗМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Лилия Олеговна Макаревич¹
Андрей Валерьевич Улезько²**

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Обеспечение сбалансированности развития экономических систем относится к компетенции регулирования как одной из основных функций управления. Иерархия экономических систем как объектов управления требует раскрытия содержания и особенностей реализации функций регулирования на макро- и микроэкономическом уровнях. Под механизмом обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы предлагается понимать совокупность политических, институциональных, правовых, экономических, организационных и экологических регуляторов, позволяющих за счет применения различных методов и инструментов целенаправленно воздействовать на развитие системы и ее элементов в контексте реализации стратегии развития. Наряду с регуляторами, являющимися базовыми элементами механизма, в качестве вспомогательных элементов целесообразно рассматривать подсистемы нормативно-правового, финансового, инфраструктурного, информационного и других видов обеспечения. В качестве основных целей регулирования процессов развития макроэкономической системы предлагается выделять: обеспечение устойчивости и сбалансированности развития, поддержание оптимальной структуры, формирование условий, необходимых для реализации целей развития и сглаживания внутрисистемных противоречий, на уровне микроэкономических систем – адаптацию системы к изменениям условий развития, поддержание оптимальных структурных пропорций, поддержание оптимальных ресурсных пропорций и обеспечение баланса интересов субъектов системы. Существенное влияние на специфику задач механизма обеспечения сбалансированности развития микроэкономических систем оказывают отраслевые особенности хозяйствующих субъектов, их тип, наличие интеграционных и кооперационных связей, степень вовлечения в систему разделения труда, уровень территориальной рассредоточенности, уровень концентрации производства и капитала, сложность технологических процессов, количество развиваемых отраслей, уровень развития инфраструктурного обеспечения, сложность внутрисистемных взаимодействий и др.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: развитие, сбалансированное развитие, регулирование, механизм регулирования, регуляторы.

THE MECHANISM FOR ENSURING THE BALANCED DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS

**Lilia O. Makarevich¹
Andrey V. Ulez'ko²**

¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Ensuring the balanced development of economic systems falls within the competence of regulation as one of the main management functions. The hierarchy of economic systems as objects of management requires the disclosure of the essence and features of implementation of regulatory functions at the macro- and microeconomic levels. It is proposed to view the mechanism for ensuring the balanced development of the macroeconomic system as a set of political, institutional, legal, economic, organizational, and environmental regulators, which allow using various methods and tools to influence the development of the system and its elements in the context of implementation of the development strategy. Alongside with the regulators that are the basic elements of the mechanism, it is advisable to consider the subsystems of regulatory, financial, infrastructural, informational, and other types of support as supporting (auxiliary) elements. It is proposed to distinguish the following main objectives of regulating the development of the macroeconomic system: ensuring the sustainability and balance of development; maintaining the optimal structure; creating the conditions necessary for realizing the development goals and smoothing the internal contradictions; at the level of microeconomic systems: adapting the system to changes in the development conditions; maintaining the optimal resource proportions; and ensuring the balance of interests of the subjects of the system. The specifics of tasks of the mechanism of ensuring the balanced development of microeconomic systems is greatly influenced by specific sectoral features of economic entities, their type, the presence of integration and

cooperation, the degree of involvement in the system of labor division, the level of territorial dispersion, the level of concentration of production and capital, the complexity of technological processes, the number of industries being developed, the level of development of infrastructure support, the complexity of intrasystem interactions, etc.

KEYWORDS: development, balanced development, regulation, regulation mechanism, regulators.

Обеспечение сбалансированности развития социально-экономических систем относится к компетенции регулирования как одной из основных функций управления. Под функцией управления при этом понимается набор управленческих действий, характеризующихся общностью целей и используемых инструментов.

Основная цель регулирования заключается в удержании системы в пределах оптимальной траектории развития (оптимальной считается траектория, обеспечивающая достижение поставленных целей с минимальными затратами) и обеспечении ее сбалансированности (оптимальной структуры и баланса интересов субъектов, формирующих систему) [3, 5, 7, 8, 12–14].

Иерархия социально-экономических систем как объектов управления требует выделения систем государственного и хозяйственного управления, а соответственно и раскрытия содержания и особенностей реализации функций регулирования на этих уровнях.

В общем смысле государственное регулирование принято рассматривать как систему законодательных, исполнительных и контролирующих мер, реализуемых государством с целью целенаправленного воздействия на развитие макроэкономической системы и ее отдельных элементов и системы межсубъектных отношений.

В современной экономической литературе существует множество подходов к раскрытию сущности и функционала механизмов регулирования экономических систем. В рамках этих подходов акцент делается на регулировании рыночной экономики через оптимальное сочетание использования механизмов саморегулирования рынка, механизмов общественных институтов и гражданского общества, механизмов государственного регулирования и механизмов самоорганизации и саморазвития экономических систем различного уровня [9], на комбинировании механизмов прямого и косвенного государственного регулирования [2], на системе методов и рычагов воздействия государства на экономические системы различного уровня и экономические процессы [11], на отождествлении механизма государственного регулирования с фискальной (бюджетно-налоговой) и монетарной (денежно-кредитной) политиками [1], на обеспечении согласования взаимодействия механизмов, реализующих конкретные регулирующие функции [10], на рассмотрении механизма государственного регулирования как совокупности множественных состояний и разнообразных процессов, определяемых органами государственного управления в рамках целевой ориентации [4], на доминирующей роли механизма политико-государственного регулирования и рассмотрении в качестве его подсистем политико-организационных, политико-правовых, политико-институциональных и государственно-корпоративных механизмов [6], на формах участия государства в экономических процессах, протекающих в системе общественного производства [16], на способах и инструментах обеспечения соответствия уровня развития производственных отношений уровню развития производительных сил [15] и др.

Поскольку регулирование является одной из основных функций управления, то механизм регулирования должен рассматриваться в качестве функционального элемента механизма управления. Под механизмом обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы предлагается понимать совокупность политических, институциональных, правовых, экономических, организационных и экологических регуляторов, позволяющих за счет применения различных методов и инструментов целенаправленно воздействовать на развитие макроэкономической системы и ее элементов в контексте реализации стратегии развития общества. Состав данного механизма в разрезе отдельных видов регуляторов приведен на рисунке 1.

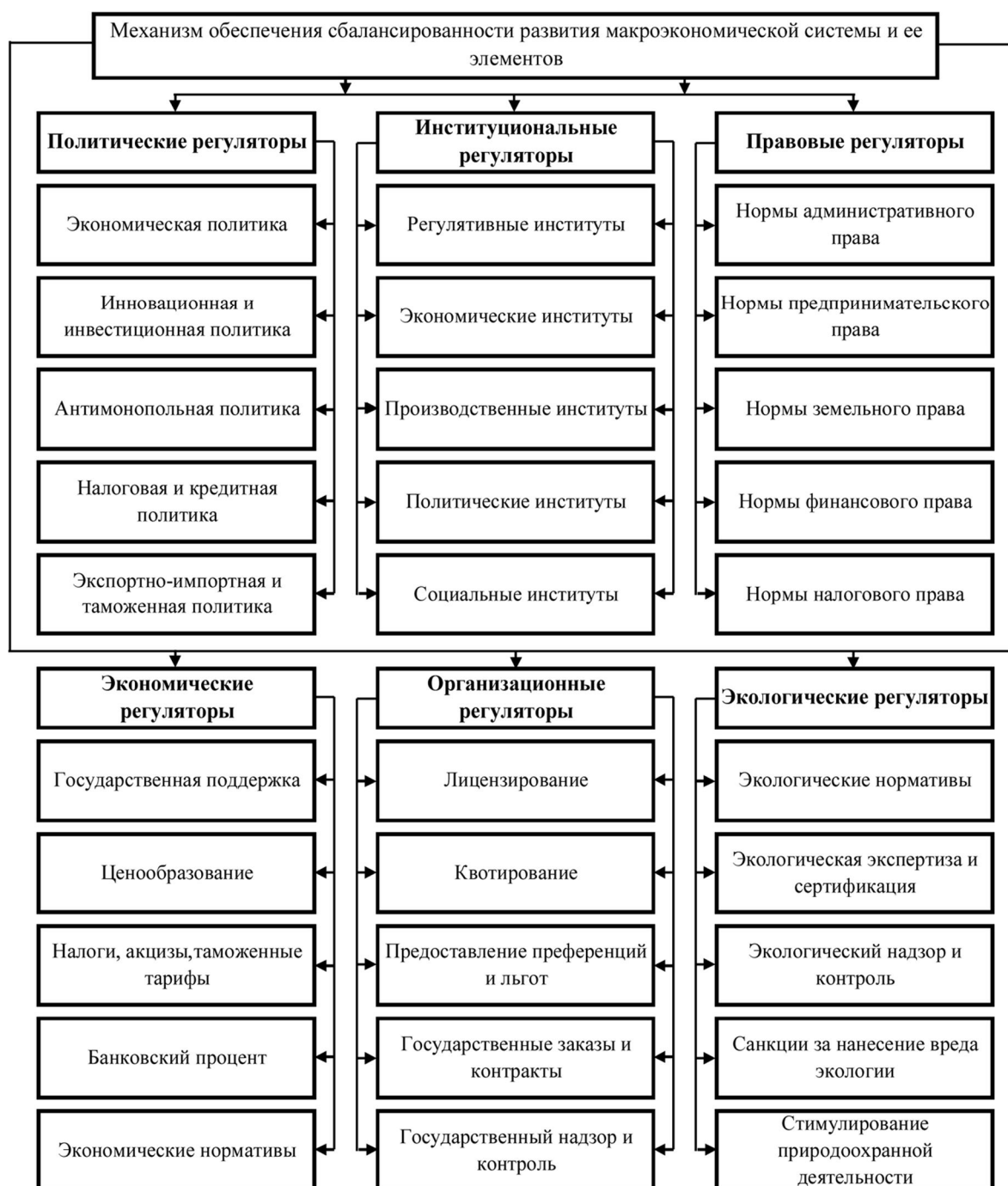


Рис. 1. Механизм обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов

С помощью политических регуляторов государство демонстрирует свое отношение к различным аспектам процессов общественного развития и позицию государства по управлению этими процессами с целью достижения экономических и социальных целей развития. В качестве предметных областей политического регулирования выступают различные сферы и аспекты экономической деятельности.

Институциональные регуляторы обеспечивают формирование институциональной среды, определяющей совокупность условий регулирования структурных пропорций системы и поддержания баланса интересов субъектов внутрисистемных отношений. Они создают условия самоорганизации систем различного уровня и возможностей их саморазвития.

Правовые регуляторы обеспечивают целенаправленное воздействие государства на систему общественных отношений через использование совокупности правовых (юридических) средств и методов, позволяющих обеспечить снижение остроты существующих противоречий и достижение баланса интересов взаимодействующих субъектов. Предметом правового регулирования является система устойчивых однородных межсубъектных отношений в рамках установленных государством границ его вмешательства в экономическую жизнь.

Экономические регуляторы представляют собой совокупность экономических рычагов, позволяющих опосредованно воздействовать на субъекты экономических процессов через влияние на их экономические интересы и согласование частных интересов с интересами общества и государства. Экономические регуляторы относятся к базовым инструментам регулирования развития элементов макроэкономической системы и управления структурными изменениями системы.

Организационные (административные) регуляторы предполагают непосредственное прямое воздействие государства на экономические процессы, включая меры принуждения, запрета, разрешения и т. п. Научно обоснованное применение организационных регуляторов позволяет нивелировать «провалы» рынка и формировать нужный государству стиль поведения всех экономических агентов.

Экологические регуляторы представляют собой совокупность инструментов, позволяющих повышать экономическую и экологическую эффективность природопользования, повышать качество среды обитания и всей экосистемы.

Наряду с регуляторами, являющимися базовыми элементами механизма обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов, в качестве вспомогательных элементов в составе механизма можно выделять подсистемы нормативно-правового, финансового, инфраструктурного, информационного и других видов обеспечения.

К сущностным характеристикам механизма обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов предлагается относить цели, объекты, принципы и методы регулирования.

В качестве ключевых целей регулирования процессов развития можно выделить: обеспечение устойчивости и сбалансированности развития макроэкономической системы, поддержание ее оптимальной структуры, формирование условий, необходимых для реализации целей развития, и сглаживание внутрисистемных противоречий.

Основными объектами государственного регулирования предлагается считать: саму макроэкономическую систему и ее элементы, процессы общественного воспроизводства, производительные силы общества, производственные отношения, отрасли экономики и сферы деятельности, территориальные образования, внутрисистемные взаимодействия, механизмы взаимодействия с мировой экономикой.

К числу базовых принципов системы государственного регулирования развития макроэкономической системы и ее элементов можно отнести:

- принцип сбалансированности (предполагает выделение в качестве одной из ключевых целей регулирования поддержание оптимальных структурных пропорций макроэкономической системы и баланса интересов всех взаимодействующих экономических агентов);
- принцип однородности экономического пространства (обеспечивает единство экономических условий и институциональной среды на всей территории страны);
- принцип прозрачности экономической политики (обеспечивает понимание экономической политики государства всеми экономическими агентами и открытость ее содержания);
- принцип последовательности (гарантирует сохранение логики развития системы государственного регулирования и ее преемственности на длительном временном горизонте);

- принцип рационального протекционизма (связан с поддержанием рационального уровня поддержки отечественных производителей в рамках обеспечения необходимого уровня экономической безопасности страны);
- принцип равного доступа к ресурсам и средствам государственной поддержки (гарантирует равную доступность ресурсов и средств государственной поддержки для хозяйствующих субъектов одного и того же типа);
- принцип обязательности (гарантирует исполнение государством всех взятых на себя обязательств и выполнение обязательств, возникших у экономических субъектов перед государством);
- принцип эффективности (обеспечивает экономическую целесообразность государственного воздействия на процессы развития макроэкономической системы и ее элементов) и др.

Совокупность методов регулирования предлагается рассматривать в разрезе правовых, экономических и административных методов, реализуемых через использование различного рода регуляторов.

Основные сущностные характеристики механизма обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов представлены на рисунке 2.

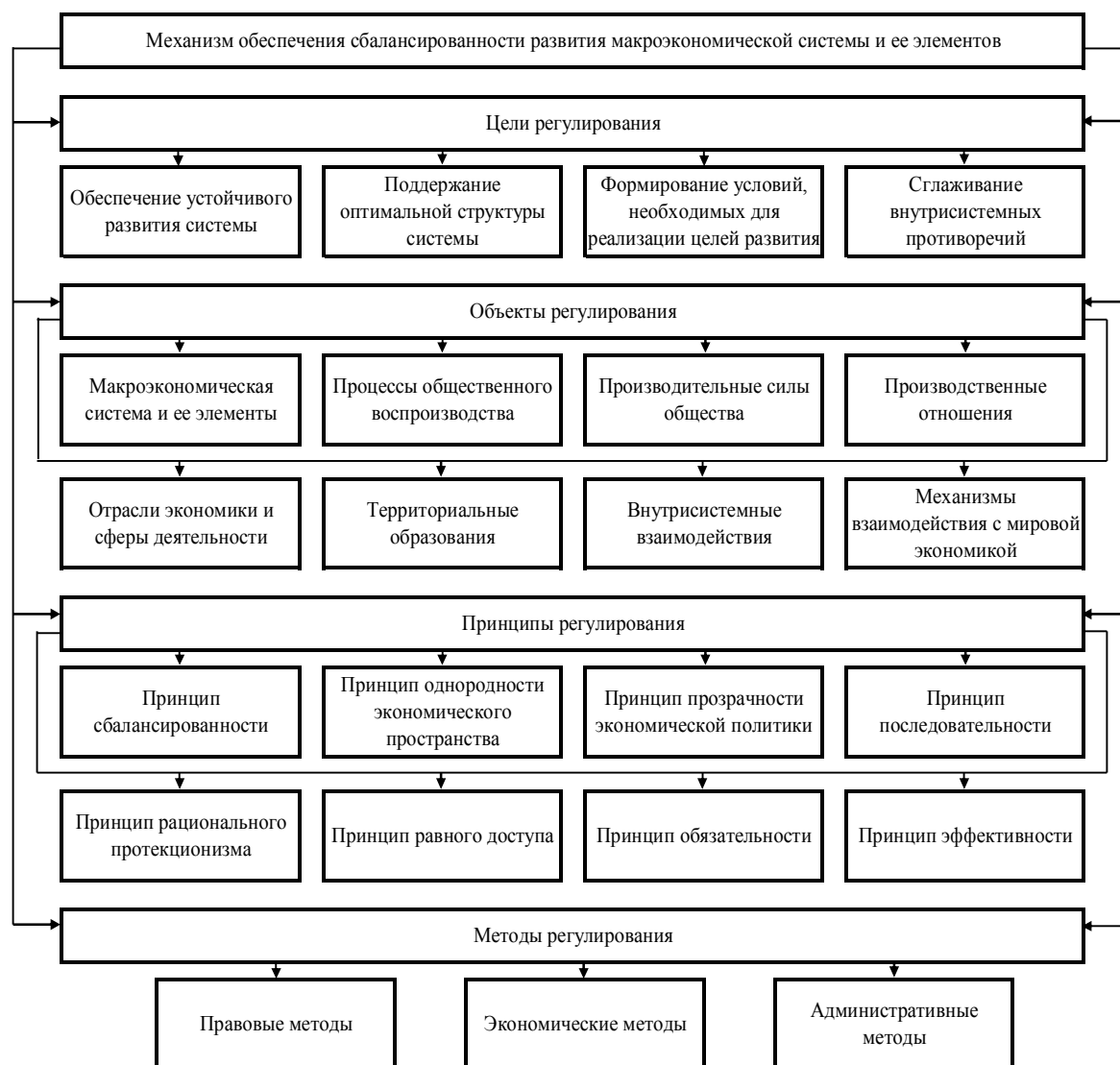


Рис. 2. Сущностные характеристики механизма обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов

Формирование механизма государственного регулирования экономических процессов и обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов, по мнению О.А. Соловьевой [15], целесообразно рассматривать как последовательность определенных этапов, основными из которых являются:

- обоснование совокупности объектов государственного регулирования и формализация целей регулирования через разработку системы количественных критериев и индикаторов;
- установление факторов развития объектов регулирования, на которые следует оказывать регулирующее воздействие;
- обоснование рациональных методов воздействия на объекты регулирования, конкретизация инструментов, способов и технологий оказания регулирующего воздействия;
- формирование адекватных условий материально-технического, финансового, социального, институционального и других видов обеспечения, требуемых для реализации целей государственного регулирования.

Следует отметить, что механизм обеспечения сбалансированности развития макроэкономической системы и ее элементов формирует общесистемные условия реализации функций государственного регулирования, которые, в свою очередь, определяют особенности формирования механизмов обеспечения сбалансированности развития отдельных хозяйствующих субъектов, имеющих собственные сущностные характеристики.

Так, на уровне хозяйствующих субъектов (микроэкономических систем) в качестве базовых целей регулирования можно выделить: адаптацию системы к изменениям условий развития, поддержание оптимальных структурных пропорций, поддержание оптимальных ресурсных пропорций и обеспечение баланса интересов субъектов системы.

В роли объектов регулирования при этом будут выступать структура производственной системы, ее технико-технологическая база, инфраструктурное обеспечение, межсубъектные взаимоотношения, механизмы взаимодействия с внешней средой, отдельные элементы и параметры системы.

Формирование механизма обеспечения сбалансированности развития микроэкономических систем должно исходить из соблюдения следующих принципов:

- принцип системности (изменение одного элемента системы влечет за собой изменения взаимосвязанных элементов);
- принцип целевой ориентации (все корректирующие и регулирующие воздействия подчинены единой цели развития);
- принцип эффективности (корректирующие и регулирующие воздействия должны быть эффективны с точки зрения эффективности развития системы);
- принцип оптимальности (из множества альтернативных вариантов корректирующих и регулирующих воздействий должно выбираться наилучшее для системы);
- принцип сбалансированности (корректирующие и регулирующие воздействия не должны нарушать баланса интересов субъектов, формирующих систему, и оптимальных соотношений между элементами);
- приоритетности (в условиях ограниченности ресурсов приоритет должен отдаваться корректирующим и регулирующим воздействиям, обеспечивающим получение максимального мультипликативного эффекта);
- принцип рациональности (все корректирующие и регулирующие воздействия должны быть рациональны с точки зрения затрат ресурсов);
- результативности (все последствия корректирующих и регулирующих воздействий должны приводить к измеряемому результату).

На уровне микроэкономических систем регулирующие и корректирующие управленческие воздействия будут осуществляться в рамках экономических и административных методов регулирования.

Основные сущностные характеристики механизма обеспечения сбалансированности развития микроэкономических систем приведены на рисунке 3.

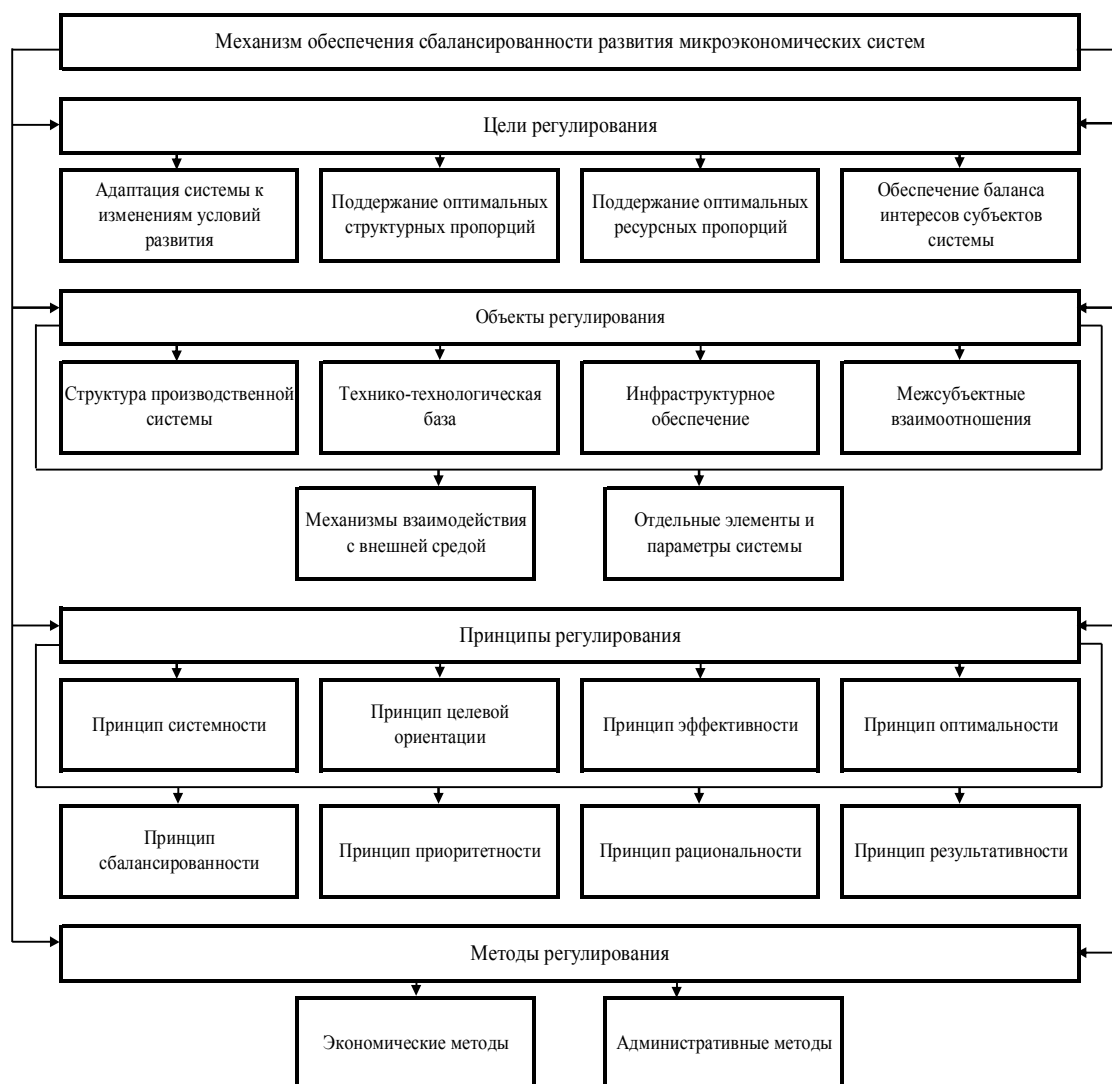


Рис. 3. Сущностные характеристики механизма обеспечения сбалансированности развития микроэкономических систем

Очевидно, что чем сложнее по структуре и функционалу микроэкономическая система, тем существеннее масштабность задач обеспечения сбалансированности ее развития. Дополнительные факторы, оказывающие влияние на специфику задач механизма обеспечения сбалансированности развития микроэкономических систем, определяются отраслевыми особенностями хозяйствующих субъектов, их типом, наличием интеграционных и кооперационных связей, вовлечением в систему разделения труда, уровнем территориальной рассредоточенности, уровнем концентрации производства и капитала, сложностью технологических процессов, количеством развиваемых отраслей, уровнем развития инфраструктурного обеспечения, сложностью внутрисистемных взаимодействий и др.

В качестве специфического объекта управления сбалансированным развитием предлагается выделять агропродовольственные системы, в рамках которых происходит интеграция процессов производства сельскохозяйственной продукции, ее хранения и промышленной переработки. Интеграция отдельных звеньев технологических цепочек, с одной стороны, позволяет существенно повысить эффективность производства конечной продукции агропродовольственного комплекса, но, с другой стороны, порождает ряд проблем и противоречий, обусловленных усилением межсубъектных связей взаимодействий и ростом числа субъектов интеграционных отношений, каждый из которых пытается реализовать собственные задачи развития и экономические интересы.

Библиографический список

1. Балакин Е.В. Механизмы государственного регулирования экономики: от А. Смита до Е.М. Примакова / Е.В. Балакин, И.А. Нурмухаметов // Вестник Челябинского государственного университета. – 2017. – № 5 (401). – С. 172–178.
2. Воронина Я.В. Необходимость организационно-экономических механизмов государственного регулирования аграрной сферы экономики и развития фермерских хозяйств / Я.В. Воронина // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 12–2 (167). – С. 5.
3. Ефимочкина Н.Б. Управление социально-экономическими системами – понятие, классификация, виды / Н.Б. Ефимочкина // Экономические исследования и разработки. – 2017. – № 4. – С. 200–217.
4. Жахов Н.В. Механизм государственного регулирования системного развития аграрного сектора экономики региона / Н.В. Жахов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2018. – Т. 8, № 3 (28). – С. 37–44.
5. Калякина И.М. Управление социально-экономической системой / И.М. Калякина, А.Я. Номерчук // Естественные и математические науки в современном мире. – 2013. – № 8. – С. 36–40.
6. Колобова Г.А. Специфика политико-государственных механизмов регулирования экономики в современной России / Г.А. Колобова // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). – 2016. – № 1–2 (30). – С. 7–23.
7. Макаревич Л.О. Сбалансированное развитие экономических систем: сущность и принципы обеспечения / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 141–147.
8. Маньковский С.В. Управление сложными социально-экономическими системами в условиях неопределенности / С.В. Маньковский // Этносоциум и межнациональная культура. – 2018. – № 5 (119). – С. 16–23.
9. Мартынов В. Механизмы регулирования рыночной экономики / В. Мартынов, Н. Мартынова, Е. Степанова // Актуальные проблемы российского менеджмента : сб. науч. тр. – Тамбов : ТГТУ, 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finlit.online/management-obschie-voprosyi/mechanizmyi-regulirovaniya-rynочноy.html> (дата обращения: 20.02.2019).
10. Радзиевская Т.В. Эволюция государственного регулирования экономики, его особенности и механизм в условиях модернизации и инновационного развития в современной России / Т.В. Радзиевская // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2016. – № 3. – С. 18–23.
11. Розанов Д.А. Совершенствование механизмов государственного регулирования экономики / Д.А. Розанов // Экономика устойчивого развития. – 2016. – № 3 (27). – С. 344–350.
12. Северина Ю.Н. Особенности агропродовольственного комплекса как объекта управления / Ю.Н. Северина, А.В. Улезько // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 9. – С. 54–61.
13. Северина Ю.Н. Управление социально-экономическими системами: сущность и специфика организации / Ю.Н. Северина, Т.В. Савченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (54). – С. 167–178.
14. Сироткина Н.В. О доминантах подходов к управлению региональными экономическими системами / Н.В. Сироткина, Я. Шан // Регион: системы, экономика, управление. – 2018. – № 1 (40). – С. 24–32.
15. Соловьева О.А. Особенности механизма государственного регулирования экономики / О.А. Соловьева // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 4 (40). – С. 72–76.
16. Тюкавкин Н.М. О механизме государственного регулирования экономики / Н.М. Тюкавкин, А.В. Бадирова // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2011. – № 9 (90). – С. 54–57.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Лилия Олеговна Макаревич – кандидат экономических наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: paragon_lily@mail.ru.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.03.2019

Дата принятия к печати 12.04.2019

AUTHOR CREDENTIALS

Affiliations

Lilia O. Makarevich, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: nata1982@inbox.ru.

Andrey V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Received March 16, 2019

Accepted April 12, 2019

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКЛАДКИ САДА И ПРОИЗВОДСТВА ЯБЛОК В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Зинаида Петровна Меделяева
Раиса Григорьевна Ноздрачева**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В последние годы в Воронежской области, как и в других регионах страны, взят курс на развитие садоводства и овощеводства. Во многом это стало возможным благодаря усилению поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей со стороны государства в виде дотаций, субсидий при закладке плодовых садов и питомников. Однако закладка плодовых садов интенсивного типа требует большого количества высококачественного посадочного материала, который, во-первых, не всегда можно приобрести, во-вторых, стоимость привозных саженцев очень высока, в-третьих, нередки случаи реализации нерайонированного посадочного материала. В плодовых питомниках области возможно выращивание надежных районированных сортов плодовых культур, способных давать высокие урожаи. На примере технологии размножения саженцев яблони в садоводческих предприятиях Воронежской области проведены расчеты по обоснованию эффективности выращивания двухлетних саженцев на вегетативно размножаемых подвоях, свидетельствующие о целесообразности производства посадочного материала в плодовых питомниках региона, в том числе и в плодородческих предприятиях. Организация производства посадочного материала в плодовых питомниках региона позволит увеличить выход качественных саженцев, уменьшить затраты, ускорить закладку садов интенсивного типа надежными сортами. В то же время расчеты свидетельствуют о трудоемкости выращивания саженцев и больших затратах на производство посадочного материала. Ассигнования из бюджетов позволяют покрыть далеко не все необходимые затраты, исчисляемые в размере до 3500 тыс. руб./га. Субсидирование осуществляется по двум направлениям: на закладку многолетних плодовых и ягодных кустарниковых насаждений, садов интенсивного типа (не менее 800 деревьев на 1 гектар), плодовых и ягодных кустарниковых питомников при условии наличия у сельскохозяйственных товаропроизводителей проекта на закладку сада; на уход за многолетними плодовыми и ягодными кустарниковыми насаждениями, садами интенсивного типа до начала периода их товарного плодоношения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: отрасль садоводства, плодовой питомник, субсидии, клоновые подвои, производство саженцев яблони, себестоимость, рентабельность.

ECONOMIC EFFICIENCY OF ORCHARD ESTABLISHMENT AND APPLE PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF VORONEZH OBLAST

**Zinaida P. Medelayeva
Raissa G. Nozdracheva**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In recent years Voronezh Oblast, like other Russian regions, has laid a course for developing horticulture and vegetable production. In many respects this became possible due to the increased support of agricultural producers from the state in the form of grants and subsidies at the stage of establishment of orchards and nurseries. However, the orchards of intensive type require a large amount of high-quality planting material, which is not always available, the cost of imported seedlings is also very high, and there is a risk of purchasing azonal planting material. Fruit crop nurseries of Voronezh Oblast allow growing reliable recognized varieties of fruit crops capable of producing high yields. The authors use the example of propagation technology of apple seedlings in horticultural enterprises of Voronezh Oblast and provide the calculations to substantiate the efficiency of growing two-year-old seedlings on clonal rootstocks. These calculations indicate the feasibility of planting material production in fruit nurseries of the region, including fruit-growing enterprises. The organization of production of planting material in fruit nurseries of the region will increase the yield of high-quality seedlings, reduce costs, and accelerate the laying of intensive-type orchards with reliable varieties. At the same time, the calculations indicate the labor intensity of growing seedlings and high costs of production of planting material. Allotments from the budgets make it possible to cover not all the necessary expenses that amount up to 3,500 thousand rubles/ha. Subsidies are provided for two directions of

activity: (i) laying of perennial fruit and berry shrub plantings, intensive-type gardens (with at least 800 trees per 1 hectare), fruit and berry shrub nurseries on condition that agricultural producers have a project for laying the garden; (ii) care for perennial fruit and berry shrub plantings and intensive-type gardens before the beginning of their commercial fruiting.

KEYWORDS: horticulture industry, fruit nursery, subsidies, clonal rootstocks, production of apple seedlings, cost, profitability.

В последние годы государство уделяет отрасли садоводства повышенное внимание. В 2017 г. в стране получен валовой сбор порядка 600 тыс. т фруктов и ягод при целевом показателе 680 тыс. т., в 2018 г. – около 950 тыс. т. Плановые показатели на 2019 г. составляют 1,1 млн т, а к 2020-му – 1,3 млн т плодов. Прогноз рассчитан на основании данных, предоставленных субъектами РФ об имеющихся площадях многолетних плодовых и ягодных насаждений в плодоносящем возрасте, сроках вступления садов в плодоносящий возраст и планируемых площадях закладки садов, а также урожайности.

По оценкам специалистов [1] для полного самообеспечения населения России фруктами в ближайшие годы необходимо заложить дополнительно 242,4 тыс. га садов, из них:

- яблоневых – 139,5 тыс. га;
- грушевых – 24,2;
- косточковых – 60,3;
- ягодников – 18,4 тыс. га.

По оценке специалистов Министерства сельского хозяйства России закладка 1 га традиционных садов обходится в среднем в 180–200 тыс. руб., садов интенсивного типа – более чем в 1 млн руб., а суперинтенсивного сада – 2–3 млн руб. Особое внимание уделяется увеличению темпов закладки интенсивных садов. Если господдержка по закладке 1 га традиционного сада составляет 54 тыс. руб., то субсидии на закладку садов интенсивного типа (более 800 деревьев на 1 га) – 250 тыс. руб. Отдельно из федерального и регионального бюджетов выделяются субсидии на раскорчевку старых, вышедших из эксплуатации садов в возрасте более 30 лет, и рекультивацию раскорчеванных площадей [10]. В 2016 г. старые сады раскорчеваны на площади 7,2 тыс. га, и на эти цели выделены субсидии в объеме 89,4 млн руб. [1].

В Воронежской области садоводство не является лидирующей отраслью сельского хозяйства, но в настоящее время находится на пути возрождения. Производством плодово-ягодной продукции в области занимается 21 специализированное предприятие. В регионе функционируют пять наиболее крупных сельскохозяйственных предприятий по производству плодов и ягод, три из них (ЗАО «Острогожсксадпитомник» Острогожского района, ЗАО «Центрально-Черноземная плодово-ягодная компания» Новоусманского района и ООО «Новонадеждинское» Аннинского района) входят в десятку крупнейших производителей фруктов в Российской Федерации [1, 2, 3].

Для удовлетворения потребностей населения области плодовой продукцией в соответствии с медицинскими нормами необходимо производить 220 тыс. т плодов и ягод. Фактическое производство фруктов и ягод в настоящее время не обеспечивает население региона в объемах, предусмотренных нормами потребления (табл. 1).

Таблица 1. Площадь плодовых насаждений, валовой сбор и урожайность яблони в садах Воронежской области

Годы	Площадь насаждений всего, га	Площадь насаждений в плодоносящем возрасте, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, т
2013	9410,0	6631,8	117,0	77561,9
2014	9499,2	6307,8	114,5	72225,6
2015	9702,5	5740,6	121,0	69488,5
2016	9730,1	5015,6	129,0	64724,2

Источник: по данным департамента аграрной политики администрации Воронежской области [8].

В Воронежской области за последние десять лет заложено 5494 га садов, из них 4170 га – интенсивного типа, в которых применяется полный комплекс современных технологий выращивания многолетних насаждений (табл. 2).

Таблица 2. Закладка садов и питомников в Воронежской области по годам

Годы	Закладка всего, га	Площадь, га		
		плодовых и ягодных кустарниковых насаждений	садов интенсивного типа	плодовых и ягодных кустарниковых питомников
2008	309	265	17	27
2009	297	158	104	35
2010	177	138	11	28
2011	422	214	191	17
2012	710	113	597	-
2013	579	42	537	-
2014	593	26	559	8
2015	420	37	365	18
2016	701	103	548	49
2017	915	239	638	38

Источник: по данным департамента аграрной политики администрации Воронежской области [8].

Департаментом аграрной политики Воронежской области разработаны меры государственной поддержки производителей плодов и ягод. Они предусматривают выделение субсидий на закладку плодовых и ягодных кустарниковых питомников, многолетних плодовых и ягодных кустарниковых насаждений, а также садов интенсивного типа [5, 6, 7].

В соответствии с постановлением правительства Воронежской области от 07.02.2018 № 111 «Об утверждении Порядка предоставления субсидий из областного бюджета сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство) на возмещение части затрат на закладку и уход за многолетними плодовыми и ягодными кустарниковыми насаждениями» [6] и постановлением правительства Воронежской области от 13.12.2013 № 1088 «Об утверждении государственной программы Воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка» [5] приказом департамента аграрной политики администрации Воронежской области утверждены ставки для предоставления в 2018 г. субсидий из областного бюджета на возмещение части затрат на закладку и уход за многолетними плодовыми и ягодными кустарниковыми насаждениями. При этом самые высокие ставки субсидий определены по возмещению затрат на закладку плодовых питомников (1275,0 тыс. руб. из федерального и 225,0 тыс. руб. из регионального бюджета). При закладке многолетних плодовых насаждений субсидии определены в сумме 250 тыс. руб. на 1 га из федерального и 22,3 тыс. руб. – из регионального бюджета [6, 9].

Выращивание яблонь по интенсивным технологиям требует использования новой техники, оборудования для полива, производство которых уже в основном налажено на отечественных предприятиях [6].

Одной из важных проблем в садоводстве является недостаток качественного собственного, районированного посадочного материала, который соответствовал бы требованиям государственных стандартов. В этих условиях важная роль отводится плодовым питомникам как уже действующим, так и вновь организуемым, которые должны обеспечивать садоводческие предприятия, крестьянские (фермерские) хозяйства, хозяйства населения высококачественным посадочным материалом. Отдельные

предприятия области (ЗАО «Острогожсксадпитомник», ООО «Россошанская плодово-ягодная станция», ЗАО «Центрально-Черноземная плодово-ягодная компания», ООО СХП «Донские сады», ООО «Красинское», ИП «Родионов И.О.» (Бабяковский питомник) существенно увеличили объемы производства посадочного материала плодовых культур.

По мнению специалистов, в настоящее время важно способствовать:

- сохранению научных заделов, при этом важно не растерять созданные сорта;
- цивилизованному развитию рынка посадочного материала.

Также необходимо отсеять от садоводов недобросовестных производителей и продавцов некачественного посадочного материала, наладить рентабельное производство посадочного материала на отечественных питомниководческих предприятиях [11].

Использование различных технологий размножения семенных и клоновых подвоев и выращивания саженцев семечковых, косточковых, ягодных и декоративных растений позволит рациональнее организовать производство, уменьшить сезонность в отрасли [3, 9].

Одним из требований субсидирования является наличие проектов на закладку сада у сельскохозяйственных производителей. При обосновании проектов, разрабатываемых группой специалистов Воронежского ГАУ, проведены расчеты на основе разработанных технологических карт по видам закладки питомников (размножение семенных и клоновых подвоев), многолетних плодовых насаждений. Затраты во многом определяются технологией выращивания саженцев, при разных способах размножения они составляют более 3 млн руб. в расчете на 1 га. Так, стоимость клоновых подвоев определяется затратами на покупку подвоев для закладки маточника, размножением подвоев горизонтальными отводками для получения собственных подвоев, их посадкой в первое поле питомника и затратами на выращивание двухлетних саженцев на клоновых подвоях.

Затраты на выращивание саженцев плодовых культур по определенной технологии складываются из затрат по производству подвоев и двухлетнего посадочного материала, используемого на закладку сада, который в зависимости от сорто-подвойных комбинаций вступит в плодоношение на 3-5-й год после посадки.

Таким образом, общие затраты, определяющие себестоимость плодов, складываются из затрат по трем периодам: затраты на выращивание посадочного материала в питомнике, затраты по уходу за молодым садом и затраты по уходу за плодоносящим садом. Для получения субсидий необходимо обоснование затрат отдельно по каждому периоду, так как ставки субсидий различны.

При закладке сада может быть использован посадочный материал как собственного производства, так и закупленный в питомниководческих хозяйствах по примерной цене на сегодняшний период 230–250 руб. за саженец.

В статье представлены расчеты по обоснованию эффективности производства яблок при условии закупки посадочного материала на стороне.

Затраты по закладке плодового сада яблони определяются затратами по подготовке почвы и посадке сада, которые по времени проведения работ могут составлять 1–2 года. Для закладки одного гектара сада, возделываемого по интенсивной технологии (шпалера, капельное орошение), необходимо вырастить или закупить 3200 штук саженцев. Затраты на приобретение саженцев составят 800,0 тыс. руб. (250 руб. за саженец).

При посадке саженцев предусмотрен полив из расчета 10 л/дер., а затем полив из расчета 7 л/дер. через каждые две недели. Всего потребуется для полива около 40 т воды. Затраты на закладку одного гектара сада яблони, куда входят затраты на воду, удобрения и другие затраты по подготовке почвы и посадке сада, отражены в таблице 3.

Таблица 3. Затраты на закладку 1 га сада, тыс. руб.

Статьи затрат	Сумма		
	Подготовка почвы	Посадка сада	Всего
Стоимость саженцев		800,0	800,0
Заработная плата	3,9	78,8	82,7
Отчисления на социальное страхование	1,2	25,2	26,4
Удобрения	90,5	-	90,5
Средства защиты растений	3,6	15,4	19,0
Нефтепродукты	7,2	139,2	146,4
Вода	0,5	3,1	3,6
Содержание основных средств:			
- амортизация	2,7	14,5	17,2
- текущий ремонт	2,1	11,3	13,4
Электроэнергия	0,2	0,1	0,3
Прочие затраты	0,9	13,4	14,3
Итого	112,8	1101,0	1213,8

Затраты на подготовку почвы в расчете на 1 га составят 112,8 тыс. руб., посадку сада – 1101,0 тыс. руб., из них большая сумма затрат приходится на стоимость саженцев – более 70%. Общие затраты на посадку 1 га сада составят 1213,8 тыс. руб.

Уход за молодым садом будет продолжаться 2–3 года, в зависимости от возраста посадочного материала (табл. 4). В этот период ежегодно планируется внесение минеральных удобрений из расчета 13,5 ц/га, обработка молодого сада средствами защиты. В настоящее время на рынке представлено множество средств защиты для сада. В молодом саду предусматривается ежегодное проведение пяти обработок (малообъемное и многообъемное опрыскивание) деревьев препаратами Хорус, ВДГ; Косайд, ВДГ; Скор, КЭ и др., где общие затраты на средства защиты составят 9,4 тыс. руб.

Технология ухода по годам отличается тем, что один раз в 2 года проводится удаление дикой поросли. Вспашка междурядий проводится один раз в два года, на другой год – дискование междурядий. Все остальные агроприемы в молодом саду по годам одинаковы.

Таблица 4. Определение затрат по уходу за молодым садом в течение двух лет в расчете на 1 га

Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
Оплата труда	132,4
Отчисления на социальное страхование	42,4
Удобрения	81,0
Средства защиты растений	50,3
Содержание основных средств:	
- амортизация	5,8
- текущий ремонт	4,5
Нефтепродукты	10,0
Вода	19,2
Электроэнергия	0,2
Прочие затраты	9,8
Итого затрат	355,6

Затраты по уходу за садом составят около 178 тыс. руб. в расчете на 1 год и за 2 года – 355,6 тыс. руб. Затраты по закладке сада и уходу за молодым садом должны учитываться нарастающим итогом на отдельном счете и в последующие годы распределяться на полученную продукцию, получаемую с сада. Суммарные затраты по закладке сада и уходу за молодым садом отражены в таблице 5.

Таблица 5. Затраты по закладке сада и уходу за молодым садом в расчете на 1 га, тыс. руб.

Статьи затрат	Периоды		Всего
	Закладка сада	Уход за молодым садом (2 года)	
Стоимость саженцев	800,0		800,0
Оплата труда	82,7	132,4	215,1
Отчисления на социальное страхование	26,4	42,4	68,8
Удобрения	90,5	81,0	171,5
Средства защиты растений	19,0	50,3	69,3
Содержание основных средств:			
- амортизация	146,4	5,8	152,2
- текущий ремонт	3,6	4,5	8,1
Нефтепродукты	17,2	10,0	27,2
Вода	13,4	19,2	32,6
Электроэнергия	0,3	0,2	0,5
Прочие затраты	14,3	9,8	24,1
Итого прямых затрат	1213,8	355,6	1569,4

Общие затраты по закладке и уходу за молодым садом составят 1569,4 тыс. руб. Наибольшая сумма затрат приходится на посадочный материал – 51%, а на приобретение удобрений – 11%.

Срок использования плодоносящего сада – 15 лет, в течение которых указанные затраты в виде амортизационных отчислений будут распределяться на себестоимость полученной продукции. В течение 15 лет в плодоносящем саду будут осуществляться работы по уходу, защите, внесению удобрений, сбору урожая. Затраты рассчитаны на основе составленной технологической карты и отражены в таблице 6.

Таблица 6. Сводные данные по определению затрат по уходу за плодоносящим садом в расчете на 1 га

Статьи затрат	В среднем на год, тыс. руб.
Оплата труда	86,1
Отчисления на социальное страхование	27,5
Удобрения	17,0
Средства защиты растений	27,2
Содержание основных средств:	
- амортизация	10,6
- текущий ремонт	8,2
Нефтепродукты	84,6
Электроэнергия	0,2
Вода	13,0
Прочие затраты	10,9
Итого прямых затрат	285,3

В плодоносящем саду планируются обработки насаждений следующими препаратами: Калипсо, КС; Фатрин, КЭ; Децис эксперт, КЭ; Мовенто Энерджи, КС; жидкими микроэлементными удобрениями. Общие затраты на средства защиты составят 27,2 тыс. руб. в расчете на 1 га в год. Полив предусмотрен из расчета 60 л на одно дерево в течение года.

Технология ухода по годам в основном одинаковая. Так как в саду применяется система содержания почвы – черный пар, то технология возделывания отличается лишь тем, что один раз в 3 года проводится вспашка, а в годы без вспашки осуществляется дискование междурядий.

Расчет себестоимости яблок проведен с учетом текущих затрат по уходу за плодоносящим садом и с учетом амортизационных отчислений по закладке сада. Амортизационные отчисления определяются затратами на посадку, уход за молодым садом и в расчете на 1 год они составят 104,6 тыс. руб. (1569,4 тыс. руб. : 15 лет).

Общие затраты по уходу за плодоносящим садом, с учетом амортизационных отчислений на 1 год, определены в сумме 389,9 тыс. руб. (285,3 + 104,6).

Средняя урожайность яблони за годы плодоношения планируется на уровне 300 ц/га, а за годы плодоношения прогнозируется следующая урожайность, ц/га:

- 1-й год плодоношения – 100;
- 2-й год – 150;
- 3-й год – 200;
- 4-й год – 300;
- с 5-го по 12-й годы – 350;
- до конца плодоношения – соответственно 300, 200 и 100.

Расчет себестоимости полученной продукции с учетом запланированной урожайности и текущих затрат на производство яблок с учетом амортизации по закладке сада представлен в таблице 7. При определении себестоимости по стандартным и нестандартным яблокам затраты распределяются пропорционально стоимости продукции каждого вида по реализуемым ценам.

Таблица 7. Расчет затрат на 1 ц продукции (в среднем на год)

Продукция	Количество продукции, ц	Цена реализации, ц/руб.	Стоимость продукции, руб.	Распределение затрат, %	Затраты на продукцию, тыс. руб.	Себестоимость 1 ц продукции, руб.
Яблоки стандартные	285	4500	1282,5	99,4	387,6	1360,0
Падалица	15	450	6,8	0,6	2,3	153,33
Итого			1289,3	100,0	389,9	X

Расчетная себестоимость по прямым затратам за один центнер яблок будет составлять 1360 руб., к этим затратам будут добавляться затраты на организацию производства и управление на предприятии в размере 20% от прямых затрат (76,7 тыс. руб.) и затраты на хранение плодов (25%, или 95,9 тыс. руб.). С учетом вышеназванных затрат себестоимость 1 ц яблок вырастет до 2040 руб.

Реализация яблок также сопровождается затратами, связанными с транспортировкой, погрузкой, оплатой труда, арендой торговых помещений, рекламой и др. Увеличение производственной себестоимости на коммерческие затраты определяет полную себестоимость продукции. По нашим расчетам коммерческие затраты составят 20% от производственной себестоимости и полная себестоимость одного центнера будет составлять в сумме 2448 руб.

При расчетной себестоимости и запланированной цене реализации (4500 руб./ц) производитель яблок получит положительный финансовый результат.

Проведенные расчеты свидетельствуют, что закладка сада, при стабильной макроэкономической ситуации в стране, обеспечит получение товаропроизводителями прибыли, достаточной для расширенного воспроизводства. Производство посадочного материала яблони в условиях Центрального Черноземья, как показали ранее произведенные расчеты [3, 4], также рентабельно и обеспечивает получение прибыли до 150 руб. за саженец.

Предоставление субсидий позволит повысить доходность производителей и заинтересовать их в увеличении площадей как для посадочного материала в питомниках Воронежской области, так и для ежегодной закладки садов с целью увеличения производства высококачественных плодов в регионе.

Библиографический список

1. Итоги работы отрасли растениеводства в 2017 году и задачи на 2018 год // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2018/02/agronomycheskoe-soveschanye-ytogy-2017.pdf> (дата обращения: 20.01.2019).
2. Кружилин Г.В. Состояние, развитие и проблемы отрасли садоводства в Воронежской области / Г.В. Кружилин // Актуальные вопросы садоводства ЦЧР в современных условиях России : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения А.С. Салманова (г. Воронеж, 28–29 сентября 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 18–23.
3. Ноздрачева Р.Г. Эффективность производства посадочного материала яблони в условиях ЦЧР / Р.Г. Ноздрачева, З.П. Медеяева, Ю.С. Микулина // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орел : ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 2018. – Т. 5, № 1. – С. 82–86.
4. Обоснование проектов закладки питомников и реализации посадочного материала / З.П. Медеяева, Р.Г. Ноздрачева, И.Г. Жарковская, Ю.С. Микулина // Актуальные вопросы устойчивого развития АПК и сельских территорий : матер. Всероссийской науч.-практ. конф., посвященной 50-летию образования кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 282–286.
5. Об утверждении государственной программы Воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка» (с изменениями на 20 марта 2019 года) : постановление правительства Воронежской области от 13 декабря 2013 г. № 1088 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/410802468> (дата обращения: 22.11.2019).
6. Об утверждении Порядка предоставления субсидий из областного бюджета сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство) на возмещение части затрат на закладку и уход за многолетними плодовыми и ягодными кустарниковыми насаждениями : постановление правительства Воронежской области от 07 февраля 2018 г. № 111 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446652202> (дата обращения: 20.01.2019).
7. Об утверждении порядков предоставления в 2017 году субсидий сельскохозяйственным товаропроизводителям (кроме граждан, ведущих личное подсобное хозяйство) на поддержку садоводства : постановление правительства Воронежской области от 15 февраля 2017 г. № 126 (с изменениями на 18 декабря 2017 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446263989> (дата обращения: 22.11.2019).
8. Официальный портал департамента аграрной политики администрации Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.govrn.ru/organizacia/-/id/844324> (дата обращения: 20.01.2019).
9. Питомниководство садовых культур : учебник ; под ред. Н.П. Кривко. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 368 с.
10. Сенчихин С.В. Состояние, развитие и государственная поддержка отраслей плодоводства и овощеводства в Воронежской области / С.В. Сенчихин // Инновационные технологии в плодоводстве, овощеводстве и декоративном садоводстве : сб. науч. трудов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 28–35.
11. Тенденции развития садоводства в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agbz.ru/articles/tendentsii-razvitiya-sadovodstva-v-rossii> (дата обращения: 20.03.2019).

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.

Раиса Григорьевна Ноздрачева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: r.nozdracheva@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 28.03.2019

Дата принятия к печати 12.05.2019

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.

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

Received March 28, 2019

Accepted May 12, 2019

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

**Александр Александрович Харитонов
Максим Андреевич Черных**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных с целью выявления технологических проблем, связанных с процедурой кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. На основании анализа технологических процедур, регламентирующих проведение кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, выявлены проблемы, возникающие в процессе оценочной деятельности. Установлены этапы развития оценочной деятельности в Российской Федерации. Анализ результатов четырех туров кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения позволил выявить стабильное и достаточно равномерное увеличение стоимости от этапа к этапу (за исключением стоимости четвертого этапа в Белгородской области) при выполнении принципа сопоставимости результатов. В Центральном Черноземье увеличение стоимости одного гектара сельскохозяйственных земель с первого по четвертый этап в среднем составило 32 000 руб., то есть стоимость увеличилась в среднем на 129,5%. В разрезе Воронежской области кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения увеличилась во всех муниципальных районах. Сельскохозяйственные земли Аннинского, Верхнехавского, Каширского, Панинского и Эртильского районов являются самыми плодородными и, как следствие, самыми «дорогими» во всей Воронежской области: пиковые значения их кадастровой стоимости на сегодняшний день достигают 88 100 руб. за 1 гектар, а ежегодный земельный налог – 264,30 руб./га. В процессе исследования выявлены факторы, способствующие увеличению кадастровой стоимости. К числу основных из них относятся: инвестиционный климат, рынок долгосрочных кредитов, уровень доходов населения, тенденции развития территориальных образований, наличие инвесторов из более богатых регионов, изменение методики оценки, в том числе классификаторов объектов недвижимости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление земельными ресурсами, земли сельскохозяйственного назначения, кадастровая стоимость, оценочная деятельность, земельная недвижимость.

STATE CADASTRAL APPRAISAL OF AGRICULTURAL LANDS: RESULTS, PROBLEMS, AND PROSPECTS

**Alexander A. Kharitonov
Maksim A. Chernykh**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies conducted in order to identify the technological problems associated with the procedure for cadastral appraisal of agricultural lands. Based on the analysis of technological procedures governing the cadastral appraisal of agricultural lands, the problems arising during the appraisal activities were identified. The authors have established the stages of development of appraisal activities in the Russian Federation. The analysis of results of four rounds of cadastral appraisal of agricultural lands revealed a stable and fairly uniform increase in the cost from stage to stage (with the exception of the cost of the fourth stage in Belgorod Oblast) provided that the principle of comparability of results is observed. In the Central Chernozem region the increase in the cost of one hectare of agricultural lands from the first to the fourth stage averaged to 32,000 rubles, i.e. the cost has increased on average by 129.5%. As for Voronezh Oblast, the cadastral value of agricultural lands has increased in all municipal districts. The agricultural lands in Anninsky, Verkhnekhavsky, Kashirsky, Paninsky, and Ertilsky districts are the most fertile and, as a result, the most expensive in the whole Voronezh Oblast: their peak cadastral value currently reaches 88,100 rubles per 1 hectare, and the annual land tax is 264.30 rubles/ha. In the course of this study the authors have identified the factors contributing to the increase in cadastral value. The main ones include the investment climate, the market for long-term loans, the level of household income, the trends in the development of territorial entities, the presence of investors from richer regions, and changes in the appraisal methodology, including the classifiers of real estate objects.

KEYWORDS: land resource management, agricultural lands, cadastral value, appraisal activities, land immovables.

Одним из регуляторов, используемых в управлении земельными ресурсами, является размер кадастровой стоимости земельной недвижимости [13]. Определение достоверной стоимости недвижимости и справедливое налогообложение в современной России являются актуальными и в то же время болезненными вопросами. Несмотря на то что в Российской Федерации без малого 30 лет провозглашено и активно применяется положение «о платности землепользования» [1, 2, 3, 11], в настоящее время в стране так и не сформировался по-настоящему справедливый механизм налогообложения.

На сегодняшний день в Российской Федерации существует два основных вида оценки недвижимости – рыночная и государственная (кадастровая).

Рыночная оценка недвижимости представляет собой процедуру определения величины рыночной стоимости, то есть возможной стоимости товара на свободном рынке в условиях конкуренции. Формирование такой стоимости происходит на основе сведений о сделках с недвижимостью на всем рыночном пространстве. Основная и главная проблема описываемого вида оценки заключается в несовершенстве рынка, его «юности», а следовательно, и «бедности», особенно в отношении земель сельскохозяйственного назначения. Если с точки зрения рыночной оценки земель России мы имеем скудный по товарообороту земельной недвижимости рынок со сроком существования менее 20 лет, то в отношении кадастровой оценки земель этого сказать нельзя.

Вообще государственная кадастровая оценка есть процедура определения кадастровой стоимости объектов недвижимости методами массовой оценки с использованием сведений, полученных из информационной базы ЕГРН, и сведений о рыночной стоимости. Процесс, методика, подходы, даже сама служба, осуществляющая этот вид деятельности, периодически менялись и трансформировались на протяжении последних 18 лет [14].

Первые упоминания и разъяснения понятия кадастровой оценки появились в федеральном законе РФ от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» [5], который стал первым нормотворческим актом, положившим начало оценочной деятельности в России. В исполнение Постановления Правительства РФ от 25.08.1999 № 945 «О государственной кадастровой оценке земель» во всех регионах страны начался так называемый «первый этап» кадастровой оценки (1998–2001 гг.) всех категорий земель, выполнение которого поручили независимым оценщикам.

Второй этап кадастровой оценки (2003–2006 гг.) характеризуется совершенствованием, расширением и уточнением системы оценки при помощи разработанных правил и методических рекомендаций земель различных категорий.

Начиная с 2010 г. большие изменения претерпела методика проведения кадастровой оценки, изменилась система группировки удельных показателей кадастровой стоимости (УПКС) объектов недвижимости, система формирования перечня оценки земельных участков. В это время появляются обновленные методические указания для всех существующих категорий земель, совершенствуется программное обеспечение и алгоритм расчета кадастровой стоимости. Итогом преобразований явились третий и четвертый этапы (2010–2016 гг. в зависимости от субъектов РФ) кадастровой оценки объектов недвижимости.

Концептуальные преобразования в оценочной деятельности произошли в 2017 г. с введением в силу федерального закона № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» [9]. На смену независимым оценщикам, проводившим ранее кадастровую

оценку, пришли Государственные бюджетные учреждения по государственной кадастровой оценке (ГБУ), созданные в каждом субъекте Российской Федерации. Изменилась система группировки земельных участков всех категорий [8].

Если в ранее действующей методике группировка объектов оценки зависела от категории земель, вида разрешенного использования (по землям сельскохозяйственного назначения устанавливалось 6 групп), то на сегодняшний день земельные участки группируются в соответствии с кодами расчета видов использования, уже независимо от категории земель. При этом выделяют четырнадцать основополагающих сегментов, имеющих собственный неповторяющийся код. Код объекта присваивается согласно следующему правилу: AA:BBB.CC...DD, где AA:BBB – сегмент первого уровня и группа второго уровня, CC – обязательный номер подгруппы, DD – номер подгруппы по порядку наибольшего уровня.

Здесь можно согласиться с решением государства передать полномочия по кадастровой оценке ГБУ, вследствие чего должно последовать улучшение качества самих работ, а также качество взаимодействия оценщика с Росреестром, органами власти и всеми заинтересованными лицами. Однако, на наш взгляд, ввиду отсутствия опыта работы и проработанной системы взаимодействия, в ближайшем будущем не стоит ждать от ГБУ более точных и достоверных результатов.

Считаем, что передача полномочий в «государственные руки» должна быть реализована не только в сфере кадастровой оценки, но и в сфере землеустроительной деятельности. В связи с этим возлагаем большие надежды на новый закон «О землеустройстве», хотя, по нашему мнению, его проект [10] еще очень далек от совершенства [12]. Решение данной проблемы позволит формировать актуальные сведения для целей кадастровой оценки земель.

Как известно, кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения проводится с соблюдением следующих принципов: методического единообразия, технологической преемственности, сопоставимости результатов [4].

С 2001 г. в Российской Федерации прошло четыре тура оценки земель всех категорий. В частности, земли сельскохозяйственного назначения Центрально-Черноземного региона не стали исключением (табл. 1, 2, рис. 1).

Таблица 1. Динамика изменения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в ЦЧР, руб./га

№ п/п	Субъекты РФ	I тур	II тур	III тур	IV тур
1	Воронежская область	21 549	40 890	51 067	57 600
2	Курская область	18 940	35 150	42 100	46 700
3	Липецкая область	16 010	29 930	41 740	52 100
4	Орловская область	15 440	26 730	37 200	**
5	Тамбовская область	16 200	30 030	35 600	40 040
6	Белгородская область	20 490	38 540	56 820	113 100*

Примечание: * – кадастровая стоимость определена по «новым» методическим указаниям от 12 мая 2017 г. № 226 [8];

** – на территории Орловской области проведение государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения запланировано на 2019 г.

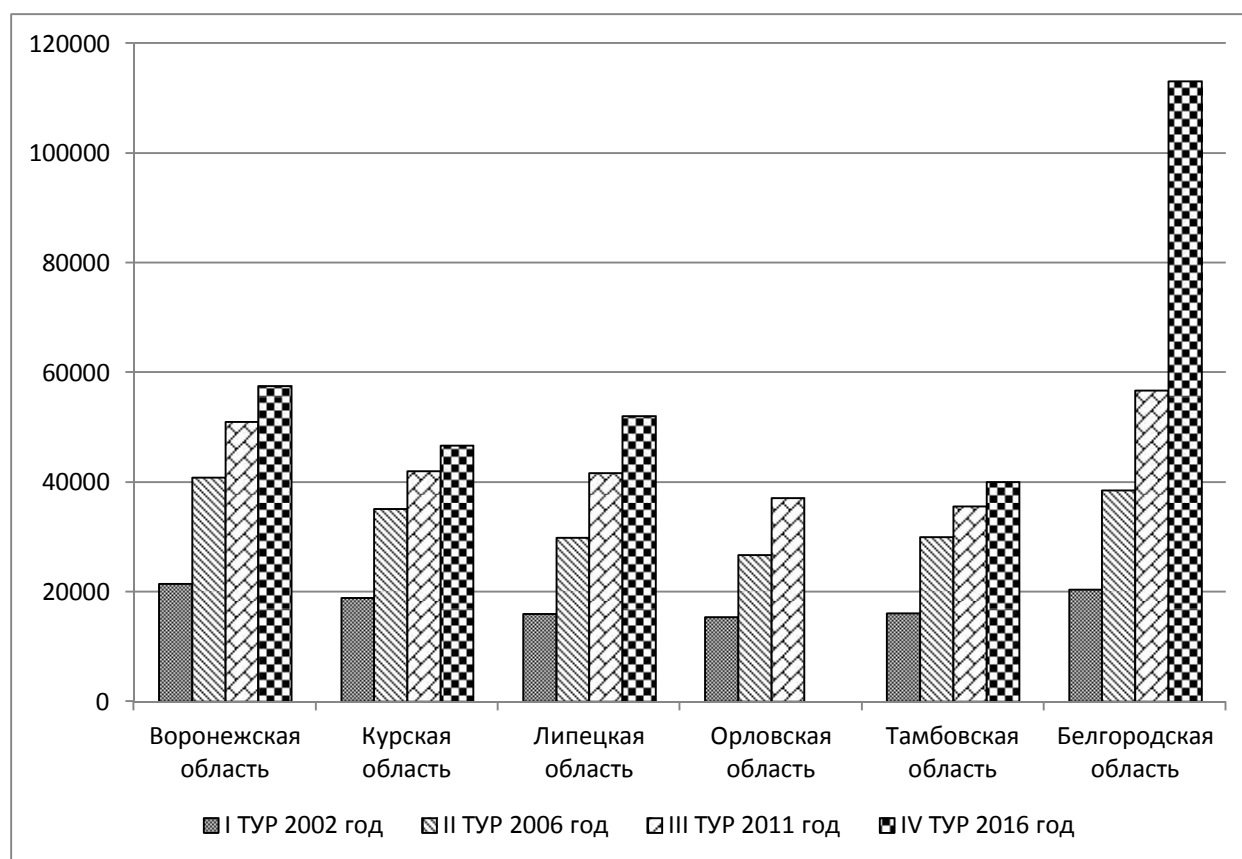


Рис. 1. Динамика изменения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в ЦЧР, руб.

Таблица 2. Динамика изменения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в ЦЧР, %

№ п/п	Субъекты РФ	I тур	II тур	III тур	IV тур
1	Воронежская область	-	+89,7	+24,8	+12,7
2	Курская область	-	+85,5	+19,7	+10,9
3	Липецкая область	-	+86,9	+39,4	+24,8
4	Орловская область	-	+73,1	+39,1	-
5	Тамбовская область	-	+85,3	+18,5	+12,4
6	Белгородская область	-	+88,0	+47,4	+99,0

Динамика изменений кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения в пределах областей Центрального Черноземья отражает стабильное и достаточно равномерное увеличение стоимости от этапа к этапу (за исключением стоимости четвертого этапа в Белгородской области). Вместе с этим выполняется принцип сопоставимости результатов. В среднем изменение стоимости одного гектара рассматриваемых земель с первого по четвертый этап составило +32 000 руб. (+129,5%).

В разрезе Воронежской области кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения увеличилась во всех муниципальных районах (рис. 2).

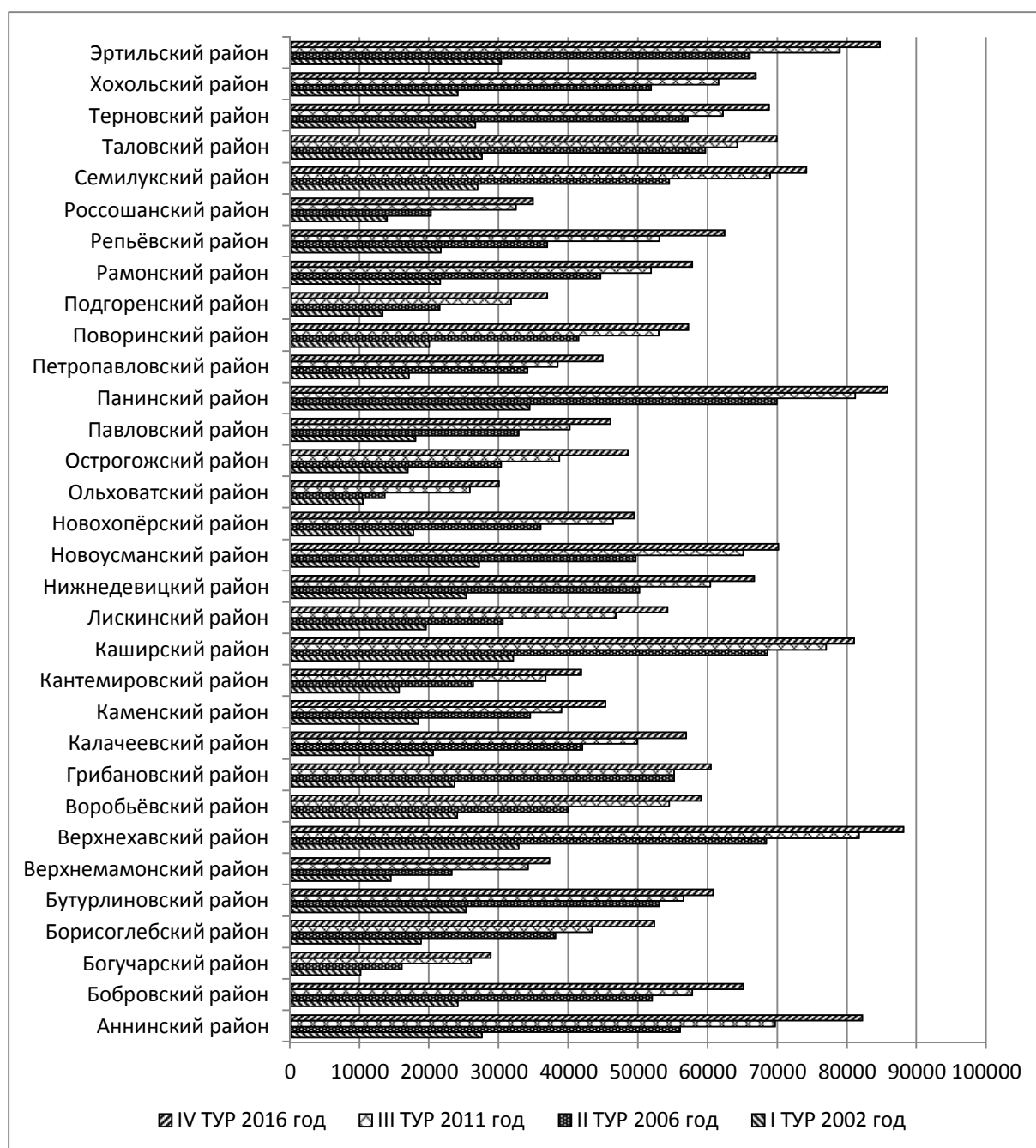


Рис. 2. Динамика изменения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения на территории Воронежской области, руб.

Сельскохозяйственные земли Аннинского, Верхнехавского, Каширского, Панинского и Эртильского районов являются самыми плодородными и, как следствие, самыми «дорогими» во всей Воронежской области, что делает их экономически привлекательными на рынке земельной недвижимости. Пиковые значения их кадастровой стоимости на сегодняшний день достигают 88 100 руб. за гектар. При этом ежегодный земельный налог с таких земель пропорционально самый высокий и достигает 264,30 руб./га.

Представленная выше информация о размерах кадастровой стоимости свидетельствует о резком повышении кадастровой стоимости земель всех районов после проведения второго этапа оценки. Это в первую очередь связано с корректировкой технологии (методики) оценки, в том числе корректировкой УПКС. Остальным же этапам характерно плавное увеличение кадастровой стоимости.

Изменению кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения способствуют следующие факторы.

1. Государственная экономическая ситуация – экономическая ситуация в стране и регионе, инвестиционный климат, рынок долгосрочных кредитов; уровень доходов населения, тенденции развития территориальных образований.

2. Наличие инвесторов из более богатых регионов (Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону). Основными покупателями такого актива, как сельскохозяйственные земли, на сегодняшний день являются агрокомпании, которые применяют стратегию по формированию земельных банков в виде территориальных кластеров в размере от 15–20 тыс. га и выше. Такие земельные банки позволяют формировать наиболее эффективное агропроизводство в секторе растениеводства.

3. Скупка недвижимости в валюте.

4. Изменение востребованности земель в рамках государственного развития.

5. Государственные, муниципальные программы спонсирования и развития отдельной отрасли – сельского хозяйства.

6. Создание объектов, косвенно связанных с землями сельскохозяйственного назначения (например, строительство сельскохозяйственного перерабатывающего предприятия).

7. Изменение, доработка методики оценки, в том числе классификаторов оценки объектов недвижимости.

Следует добавить, что оценочная деятельность в РФ последовательно и весьма динамично развивается, но при этом из-за существующих общих и конкретных проблем страдает качество и логичность результатов.

В преддверии запланированного на 2021 год пятого этапа кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в Воронежской области с учетом сведений предыдущих лет оценки можно предположить, что грядущий этап также повлечет за собой увеличение кадастровой стоимости.

Библиографический список

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 23.05.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 15.01.2019).
2. Конституция РФ: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 15.01.2019).
3. Налоговый кодекс Российской Федерации от 31.04.1998 № 146-ФЗ. Часть первая (ред. от 01.05.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fzrf.su/kodeks/nk-1/> (дата обращения: 15.01.2019).
4. Носов С.И. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения: тур II, этап I / С.И. Носов, И.А. Садыков, Б.Е. Бондарев // Имущественные отношения в РФ. – 2006. – № 10 (61). – С. 18–25.
5. Об оценочной деятельности в Российской Федерации : федеральный закон от 29.07.1998 г. № 135-ФЗ (ред. от 29.07.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/ (дата обращения: 15.01.2019).
8. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке (с изменениями и дополнениями) : приказ министерства экономического развития Российской Федерации от 12 мая 2017 г. № 226 (ред. от 09.08.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71686152/> (дата обращения: 15.01.2019).
9. О государственной кадастровой оценке : федеральный закон от 03.07.2016 г. № 237-ФЗ (ред. 29.07.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/ (дата обращения: 15.01.2019).
10. О землеустройстве : проект федерального закона от 31.10.2018 № 99092123-2 (внесен Правительством РФ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/3111611/> (дата обращения: 15.01.2019).
11. О плате за землю : закон РФ от 11.10.1991 № 1738-1 (ред. от 26.06.2007) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/3958314/> (дата обращения: 15.01.2019).
12. Проект федерального закона «О землеустройстве» нуждается в доработке / А.А. Харитонов, С.С. Викин, Н.В. Ершова, Е.В. Панин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2019. – № 4 (171). – С. 76–80.
13. Харитонов А.А. Выбор оптимального метода расчета площади, выделяемой в счет земельной доли / А.А. Харитонов, М.А. Жукова, Е.С. Ефимова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – Вып. 3 (54). – С. 247–251.
14. Харитонов А.А. Земельная реформа в России. Анализ состояния и перспективы / А.А. Харитонов, М.А. Жукова // Актуальные проблемы землеустройства и кадастров на современном этапе : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию факультета землеустройства и кадастров Воронежского ГАУ. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – Ч. 1. – С. 266–274.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

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.

Максим Андреевич Черных – аспирант кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: MaxAndrCher@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.04.2019

Дата принятия к печати 26.05.2019

AUTHOR CREDENTIALS
Affiliations

Aleksandr 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.

Maksim A. Chernykh, Postgraduate Student, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: MaxAndrCher@yandex.ru.

Received April 16, 2019

Accepted May 26, 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 – Агibalов 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 – Афони́чев 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.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция принимает ранее не опубликованные и не направленные для публикации в другие издания материалы, содержащие результаты законченных экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственных, технических и экономических наук, а также сообщения о незавершенных, но уже давших определенные результаты, научных работах.

Предлагаемые к опубликованию материалы должны соответствовать научным специальностям и отраслям наук, по которым журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий.

Статьи принимаются объемом до 20 страниц и 6 рисунков, краткие сообщения – до 5 страниц и 3 рисунков. В журнале могут быть представлены тематические или целевые публикации по материалам круглых столов и конференций, а также обзорные статьи.

Рукописи статей должны быть тщательно выверены и отредактированы, текст должен быть изложен ясно и последовательно, оригинальность текста – не менее 75% по 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 абзачным отступом 1,25 см, кегль 12, через одинарный интервал, выравниванием по ширине и иметь следующий размер полей: левое, правое, верхнее, нижнее – 2,5 см (формат А4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. Полутоновые 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 15.07.2019 г.

Подписано в печать 30.06.2019 г. Формат 60х84^{1/8}
Бумага офсетная. Объем 29,13 п.л. Гарнитура Times New Roman.
Тираж 1100 экз. Заказ № 19626
Цена свободная; 12+

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Отпечатано: Центр полиграфических услуг (типография) ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1
Адрес редакции, издателя: 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1



ISSN 2071-2243

