

ISSN 2071-2243  
DOI: 10.17238/issn2071-2243

# ВЕСТНИК

Воронежского государственного  
аграрного университета

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 12, 4(63) • 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 4 (63)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.4

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.

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**

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

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

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Мязин Николай Георгиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, 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».

**Бесхмельницын 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».

**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».

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

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

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

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

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

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

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

Учредитель: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
Почтовый адрес: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1  
Тел.: +(473) 253-81-68  
E-mail: [vestnik@srd.vsau.ru](mailto: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 the Agro-Industrial Complex),  
ways of solution are published in the journal*

Published since 1998  
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 12,  
Issue 4 (63)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.4

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 of August 24, 2018

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

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

**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.

**Lyudmila V. Grigorieva**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Director of Fruit-and-Vegetable Institute named after I.V. Michurin, Michurinsk State Agrarian University.

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

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

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

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

**Sergey D. Knyazev**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Director, All-Russian Research Institute of Horticultural Crops Selection Breeding.

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

**Nikolay G. Myazin**, Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, 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. Shecheglov**, Doctor of Biological Sciences, Full Professor, Head of the Department of Soil Science and Land Resources Management, Voronezh State University.

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

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

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

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

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

**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.

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

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

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

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

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

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

ISSN 2071-2243

No fee is charged from postgraduate students for publications

Founder: Voronezh SAU

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

© Voronezh SAU, 2019

---

# ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА



Основан в 1998 г.  
Выходит 4 раза в год

---

## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

---

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

---

<b>Баскаков И.В., Оробинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Тарасенко А.П.</b> ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР <b>Baskakov I.V., Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Tarasenko A.P.</b> THE EFFECT OF PRESOWING OZONATION OF SEEDS ON THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS .....	13
<b>Ворохобин А.В.</b> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ <b>Vorokhobin A.V.</b> PERSPECTIVES FOR DESIGN DEVELOPMENT OF TRACTION DEVICES OF AGRICULTURAL TRACTORS .....	21
<b>Халиуллин Д.Т., Дмитриев А.В., Хафизов Р.Н., Яровой М.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНО-ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ СЕМЕНОРУШКИ АЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА <b>Khaliullin D.T., Dmitriev A.V., Khafizov R.N., Yarovoy M.N.</b> INVESTIGATION OF AIR-GRAIN MIXTURE MOTION IN THE WORKING AREA OF AEROMECHANICAL HULLER .....	27
<b>Василенко В.В., Василенко С.В., Казаров К.Р., Труфанов В.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПУНКТИРНОГО ВЫСЕВА КАПСУЛИРОВАННЫХ СЕМЯН <b>Vasilenko V.V., Vasilenko S.V., Kazarov K.R., Trufanov V.V.</b> SPECIFIC FEATURES OF SINGLE-GRAIN SOWING OF CAPSULATED SEEDS .....	38
<b>Джаббаров Н.И., Сергеев А.В., Эвиев В.А., Очиров Н.Г.</b> РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ <b>Dzhabbarov N.I., Sergeev A.V., Eviev V.A., Ochirov N.G.</b> DEVELOPING MATHEMATICAL MODEL OF FUNCTIONING OF TILLAGE WORKING BODIES WITH ELASTIC ELEMENTS .....	45
<b>Гамаюнов П.П., Баламирзоев А.Г., Игитов Ш.М.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ИЗДЕЛИЙ <b>Gamayunov P.P., Balamirzoev A.G., Igitov Sh.M.</b> PREDICTIVE SIMULATION OF MAINTAINABILITY INDICATORS OF DIFFERENT ITEMS .....	52

<b>Долгих П.П., Сангинов М.Х.</b> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВЕГЕТАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С УЧЕТОМ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА LED-ФИТОИЗЛУЧАТЕЛЕЙ <b>Dolgikh P.P., Sanginov M.Kh.</b> DEVELOPMENT OF DESIGN OF VEGETATION UNIT TAKING INTO ACCOUNT THE RADIATION REGIME OF LED-BASED PHYTOEMITTERS .....	64
<b>Высоцкая Е.А., Корнев А.С., Дружинин Р.А., Соцков О.Е.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ДРОБИЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА <b>Vysotskaya E.A., Kornev A.S., Druzhinin R.A., Sotskov O.E.</b> IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS IN THE BREAKING PLANT OF THE LIVESTOCK PRODUCTION UNIT THROUGH A DECLINE IN THE LEVEL OF OCCUPATIONAL NOISE .....	72
<b>Остриков В.В., Сазонов С.Н., Вязинкин В.С., Забродская А.В., Афоничев Д.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ОТРАБОТАННЫМ МОТОРНЫМ МАСЛОМ БЕЗ ЕГО СЛИВА ИЗ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ <b>Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Vyazinkin V.S., Zabrodskaya A.V., Afonichev D.N.</b> STUDIES OF THE PROCESS OF CLEANSING THE LUBRICATION SYSTEM BY WASTE ENGINE OIL WITHOUT CRANKCASE DRAIN .....	79
<b>Васильев А.Н., Дорохов А.С., Ершова И.Г., Учеваткин А.И., Косолапова Е.В.</b> МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ КАК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ <b>Vasilyev A.N., Dorokhov A.S., Ershova I.G., Uchevatkin A.I., Kosolapova E.V.</b> RESEARCH METHODOLOGY OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF AGRICULTURAL PRODUCTS PROCESSING AS CONTROLLED OBJECTS .....	86

---

**АГРОНОМИЯ**  
**AGRICULTURAL SCIENCE**

---

<b>Подрезов П.И., Мязин Н.Г.</b> ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА СИЛОС КУКУРУЗЫ <b>Podrezov P.I., Myazin N.G.</b> THE INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM, YIELD AND QUALITY OF MAIZE CULTIVATED FOR SILAGE .....	105
<b>Гасанова Е.С., Кожокина А.Н., Мязин Н.Г., Стекольников К.Е., Мухина С.В.</b> ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СТРОЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ УДОБРЕНИЙ И ДЕФЕКАТА <b>Gasanova E.S., Kozhokina A.N., Myazin N.G., Stekolnikov K.E., Mukhina S.V.</b> CHANGES IN THE CONTENT AND STRUCTURE OF HUMIC ACIDS IN LEACHED CHERNOZEM UNDER THE EFFECT OF FERTILIZERS AND DEFECATE .....	113
<b>Саинчук А.М., Стекольников К.Е.</b> ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОРГАНОПРОФИЛЯ ЧЕРНОЗЕМОВ КАМЕННОЙ СТЕПИ <b>Sainchuk A.M., Stekolnikov K.E.</b> EVOLUTIONARY TRANSFORMATION OF GRANULOMETRIC COMPOSITION AND ORGANIC PROFILE OF CHERNOZEMS IN THE KAMENNAYA STEPPE .....	123

---

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

---

<b>Трунов М.С., Улезько А.В., Савченко Т.В.</b> АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ: СУЩНОСТЬ И МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ <b>Trunov M.S., Ulez'ko A.V., Savchenko T.V.</b> ADAPTIVE MANAGEMENT: ITS ESSENCE AND MECHANISM OF IMPLEMENTATION .....	132
--	-----

<b>Четвертаков И.М., Четвертакова В.П., Четвертаков С.И.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ <b>Chetvertakov I.M., Chetvertakova V.P., Chetvertakov S.I.</b> MANAGEMENT AND THEORETICAL ASPECTS OF ITS IMPROVEMENT .....	138
<b>Терновых К.С., Черных А.Н., Леонова Н.В., Кузнецова Е.Д.</b> МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ САДОВОДСТВА <b>Ternovyykh K.S., Chernyykh A.N., Leonova N.V., Kuznetsova E.D.</b> METHODOLOGICAL APPROACH TO OPTIMIZING THE PARAMETERS OF DEVELOPMENT OF HORTICULTURE .....	148
<b>Нуждин Р.В., Стукало О.Г., Кондрашова Н.В., Струков Г.Н., Леонова Н.В.</b> БИЗНЕС-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ МОНЕТАРНОЙ ОЦЕНКИ ТРУДОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК <b>Nuzhdin R.V., Stukalo O.G., Kondrashova N.V., Strukov G.N., Leonova N.V.</b> BUSINESS ANALYTICAL PROCEDURES FOR MONETARY ASSESSMENT OF LABOR COMPONENT IN PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX .....	156
<b>Ендовицкая Е.В.</b> ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КАДРОВОГО КОНТРОЛЛИНГА В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АПК <b>Endovitskaya E.V.</b> IMPLEMENTATION OF PERSONNEL CONTROLLING PROCESSES IN PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX .....	167
<b>Сотникова Л.Н., Полозова А.Н., Беляева Г.В., Саввина Е.А., Нейштадт М.Л.</b> ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА <b>Sotnikova L.N., Polozova A.N., Belyaeva G.V., Savvina E.A., Neistadt M.L.</b> BUDGETING AS AN ELEMENT OF TAX PLANNING SYSTEM IN PROCESSING ORGANIZATIONS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX .....	174
<b>Лойко В.И., Барановская Т.П., Башак Д.В.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ МАЛЫХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК <b>Loyko V.I., Baranovskaya T.P., Bashak D.V.</b> MATHEMATICAL, ALGORITHMIC AND SOFTWARE SUPPORT OF THE INFORMATION SUBSYSTEM FOR MANAGING THE EFFICIENCY OF SMALL PROCESSING AGROINDUSTRIAL ENTERPRISES .....	186
<b>Когтева А.Н., Герасимова Н.А., Кулик А.М., Шевцова Н.М.</b> СЕТЕВЫЕ ФОРМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ <b>Kogteva A.N., Gerasimova N.A., Kulik A.M., Shevtsova N.M.</b> NETWORK FORMS OF HUMAN CAPITAL IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION.....	194
<b>Образцова О.А., Агибалов А.В.</b> СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ АГРОСТРАХОВАНИЯ В РОССИИ <b>Obraztsova O.A., Agibalov A.V.</b> TIMELINE AND DEVELOPMENT OF MODERN AGRICULTURAL INSURANCE SYSTEM IN RUSSIA .....	203
<b>Буяров А.В., Ройтер Л.М.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ И СЕЛЕКЦИОННОГО ДОСТИЖЕНИЯ В ПТИЦЕВОДСТВЕ <b>Buyarov A.V., Roiter L.M.</b> ECONOMIC ASSESSMENT OF BREEDING VALUE OF POULTRY AND BREEDING ACHIEVEMENTS IN POULTRY FARMING .....	216

<b>Воротников И.Л., Муравьева М.В., Петров К.А.</b> ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ ОТ ИМПОРТА СЕМЯН И СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА	
<b>Vorotnikov I.L., Muravyova M.V., Petrov K.A.</b> INFORMATION SUPPORT FOR MANAGING THE PROCESSES OF REGULATING THE DEPENDENCE OF RUSSIAN AGRICULTURE ON IMPORTS OF SEEDS AND SEED MATERIAL .....	228
<b>Бужин Р.В., Золотарев И.И., Золотарева Н.А.</b> ФОРМИРОВАНИЕ НОВОЙ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ УГРОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ	
<b>Buzin R.V., Zolotarev I.I., Zolotareva N.A.</b> NEW WORLD ECONOMY FORMATION IN THE CONTEXT OF THREATS TO RUSSIA'S ECONOMIC SECURITY .....	235

---

**НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ  
SCIENTIFIC ACTIVITIES**

---

ПУБЛИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА (УЧЕБНИКИ, МОНОГРАФИИ, УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 2019 ГОДУ)	
PUBLISHING ACTIVITIES OF ACADEMIC STAFF OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY (MONOGRAPHS, TEXT-BOOKS, STUDY GUIDES PUBLISHED IN 2019) .....	244
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	
ANNIVERSARY CELEBRANTS .....	256
СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ, СОЗДАНЫЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I	
DOCTORAL AND CANDIDATE SCIENCE-DEGREE COUNCILS OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY .....	260
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	
INFORMATION FOR AUTHORS .....	261

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

---

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

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведены аналитические исследования по обоснованию целесообразности применения предпосевного озонирования семян сельскохозяйственных культур. Выявлено, что озонная обработка посевного материала перед посевом по эффективности не уступает химическому протравливанию, а в большинстве случаев даже превосходит, так как способствует повышению энергии прорастания семян, их лабораторной всхожести и силы роста. При этом озонная обработка, в отличие от химического протравливания, не наносит вред окружающей среде. Остаточный озон распадается до кислорода, не образуя на семенах слоя химического препарата, поэтому после предпосевного озонирования на посевном материале отсутствуют вредные вещества, которые в большом количестве поступают в почву с протравленными семенами. Кроме экологических преимуществ, озонная обработка позволяет исключить ряд транспортных операций из технологической линии, поскольку отпадает необходимость перемещать семена, а газ можно вырабатывать прямо из воздуха, подавая его внутрь силосного зернохранилища или бурта в складе. В результате обобщения результатов многих экспериментальных исследований, проведенных в разных погодно-климатических и почвенных условиях различными авторами, установлено, что предпосевное озонирование способствует повышению урожайности зерновых культур в среднем на 12,8%, или 3,35 ц/га. Применяв предпосевную озонную обработку семян, можно получить до 15,2 млн т дополнительной продукции, так как в Российской Федерации зерновые и зернобобовые культуры занимают значительные площади – около 45,5 млн га. Таким образом, внедрение предпосевной озонной обработки семян в производство является резервом повышения валового сбора сельскохозяйственных культур.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** семена, озонирование, озонная предпосевная обработка семян, урожайность, зерновые культуры, энергия прорастания, лабораторная всхожесть.

## THE EFFECT OF PRESOWING OZONATION OF SEEDS ON THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

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

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Analytical studies have been performed in order to substantiate the feasibility of applying presowing ozonation of seeds of agricultural crops. It is revealed that the efficiency of ozone treatment of seeds before sowing is not inferior (and in most cases is even superior) to chemical disinfection, as it helps to increase the seed germination energy, their laboratory germination and growth power. At the same time, unlike chemical disinfection, ozone treatment does not harm the environment. Residual ozone decomposes to oxygen without forming a layer of chemical preparation on the seeds. Therefore, after presowing ozonation the seeds are free from any harmful substances that enter the soil in large quantities when chemical disinfection is applied. In addition to environmental benefits, ozone treatment allows eliminating a number of transport operations from the production line, since there is no need to move the seeds, and the gas can be generated directly from the air by feeding it inside a grain storage silo or storage clamp in a warehouse. As a result of summarizing many experimental studies conducted by different authors in various weather, climate and soil conditions it is found that presowing ozonation contributes to an increase in grain yield by 12.8%, or 3.35 kg/ha on average. Consequently, the use of ozone presowing seed treatment can give up to

15.2 million tons of additional products, since cereal and leguminous crops occupy significant areas in the Russian Federation (about 45.5 million hectares). Therefore, the implementation of ozone presowing seed treatment into production is a reserve for increasing the gross yield of agricultural crops.

KEYWORDS: seeds, ozonation, ozone presowing seed treatment, yield, cereal crops, germination energy, laboratory germination.

**Б**лагодаря достижениям научно-технического прогресса, постоянному поиску ученых 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 химических средств защиты растений, опасных для здоровья человека удобрений сведено до минимума или вовсе исключено, так как применение удобрений и ядохимикатов загрязняет окружающую среду и угнетает культурные растения.

Одним из наиболее прогрессивных и экологически безопасных способов, позволяющих произвести дезинфекцию, стерилизацию, санацию материала или помещения, является озонирование. С каждым годом озонирование все чаще применяется в отраслях сельскохозяйственного производства, в частности в растениеводстве, садоводстве, птицеводстве, животноводстве (в том числе в пчеловодстве), переработке сельскохозяйственной продукции и др.

Известны исследования по применению озона при дезинсекции зернового вороха, интенсификации процесса сушки зерна, дезинфекции и дезодорации различных помещений и продуктов, обеззараживании сточных вод и т. д. [5, 8, 10, 14]. Наиболее детально процесс озонирования применительно к сельскохозяйственному производству изучен при предпосевной обработке семян различных культур.

Как известно, урожайность сельскохозяйственных культур зависит от качества подготовки посевного материала. В настоящее время применяются различные технологии обработки семян перед посевом, однако далеко не все они соответствуют современным требованиям экологической безопасности. В связи с этим научный и практический интерес представляет поиск экологически безопасных способов воздействия на семена сельскохозяйственных культур с целью повышения их урожайных качеств. Таким способом, по мнению многих исследователей, является озонирование.

Озон, благодаря мощным окислительным и фунгицидным свойствам, позволяет уничтожить большинство вирусов, бактерий, грибов, поэтому вполне успешно может заменить химические препараты, используемые при протравливании семян.

Аналитические исследования проведены на основе научных работ по предпосевному озонированию семян сельскохозяйственных культур таких ученых, как В.Н. Авдеева, Н.С. Васильчук, С.В. Вербицкая, Л.М. Медведева, Г.П. Стародубцева, Е.К.М. Саеед, В.Н. Огнев, М.А. Сигачева, Г.В. Таран, И.В. Шестерин, Р.С. Шхалахов, L.R.A. Faroni, B.S. Felzer, T. Cronin, R.N.C. Guedes, J.M. Melillo, J.L. Paes, J.M. Reilly, A.F. Rozado, W.M.I. Urruchi, X. Wang [2, 3, 4, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27].

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев в качестве предпосевной обработки семян используется протравливание фумигантами. Данный способ имеет массу недостатков.

Во-первых, ядохимикаты очень дорогие и опасные в производстве вещества.

Во-вторых, для проведения протравливания посевного материала его необходимо транспортировать, что не только повышает себестоимость производства, но и травмирует значительную часть семян при его загрузке и выгрузке.

В-третьих, пестициды являются ядовитыми для человека веществами, поэтому при проведении предпосевной обработки отсасывается загрязненный воздух и выбрасывается в атмосферу, чаще всего без должной очистки.

В-четвертых, фумиганты наносятся на семена тонким поверхностным слоем, поэтому впоследствии ядохимикаты попадают в почву, ухудшая экологическую ситуацию.

В-пятых, химические препараты, обеззараживая зерновой материал и предотвращая развитие болезней, одновременно снижают его качественные показатели.

Предпосевная обработка семян фумигантами посредством использования протравливателя имеет и другие недостатки, но в связи с безальтернативностью операции применяется до сих пор.

Одним из возможных вариантов проведения предпосевной обработки семян выступает процесс озонирования. Озон обладает фунгицидными свойствами, но при этом не образует на зерновке никаких вредных соединений. Остаточный газ распадается до кислорода, не только не загрязняя атмосферу, но и обогащая ее. Данные преимущества, а также использование озона в других отраслях создали предпосылки для применения процесса озонирования при предпосевной подготовке семян.

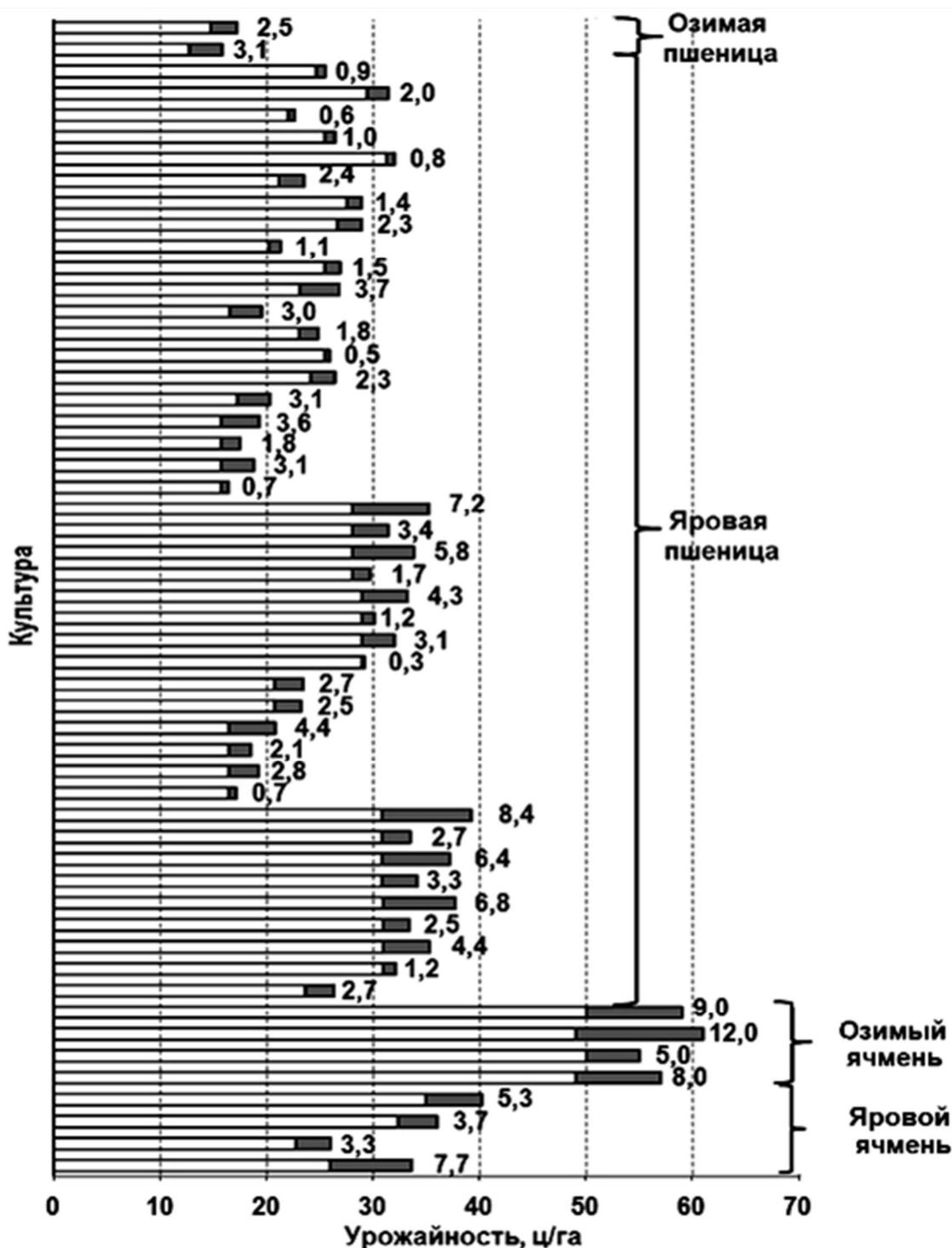
Для подтверждения целесообразности применения озонной обработки вместо протравливания семян пестицидами И.В. Шестерин [19] провел соответствующие исследования. В противовес озону выступали системные фунгициды Витарос, Дивиденд, Колфуго. В результате выявлено, что химические препараты не смогли полностью предотвратить развитие всех болезней.

После применения фунгицидных препаратов Витарос и Колфуго пораженность пыльной головней растений яровой пшеницы (в зависимости от сорта) составила соответственно 0–5 и 0–0,2%. При обработке семян препаратом Дивиденд данное заболевание удалось предотвратить полностью. Эффективность озонной обработки была примерно такой же: на четырех сортах яровой пшеницы пораженных пыльной головней растений не было обнаружено, а на двух сортах зафиксировано 0,3 и 0,4% больных растений, при этом на контрольных участках заболеваемость варьировала от 0,8 до 5,3%.

При использовании препаратов Витарос, Колфуго и Дивиденд выявлено соответственно 0–15%, 0–20 и 0–13% пораженных бурой ржавчиной растений яровой пшеницы. Эффективность озонной обработки была несколько выше: бурая ржавчина развивалась на 0–12% растений, при этом на контрольных участках заболеваемость варьировала от 0 до 27%.

После применения препаратов Витарос, Колфуго и Дивиденд пораженность мучнистой росой растений яровой пшеницы составила соответственно 15–20%, 18–32 и 17–22%. Эффективность озонной обработки была сопоставима: мучнистая роса развивалась на 13–25% растений, при этом на контрольных участках заболеваемость варьировала от 15 до 42% [19]. Таким образом, экспериментальным путем было показано, что озонная предпосевная обработка посевного материала по эффективности не уступает химическому протравливанию фунгицидами, а в большинстве случаев даже превосходит ее.

При использовании предпосевного озонирования семян контакт озона с органическими компонентами зерновки длится непродолжительное время. При протравливании фунгицидами препарат наносится на поверхность и находится на ней вплоть до посева. Поэтому ядохимикаты рано или поздно попадают в микротрещины, что вызывает химический ожог и приводит к снижению посевных качеств семян. Предпосевная озонная обработка проводится при небольших концентрациях озона (2–5 мг/м<sup>3</sup>) на протяжении от нескольких десятков минут до двух часов, что не может вызвать повреждений тканей зерновки. Наоборот, обеззараживание создает предпосылки для санации микроповреждений, поэтому при предпосевном озонировании посевные качества семян должны повышаться.



Повышение урожайности зерновых культур при применении предпосевого озонирования семян:  – урожайность контрольных участков;  – прибавка урожайности за счет предпосевого озонирования

Для подтверждения данного тезиса в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока» были проведены соответствующие исследования. Семена яровой пшеницы сорта Саратовская 58 имели лабораторную всхожесть 86%. Предпосевная обработка фунгицидами Витарос и Дивиденд снизила данный показатель до 75%, препарат Колфуго не оказал негативного влияния, а озонная дезинфекция повысила всхожесть до 90% [19]. На основе анализа данных по другим сортам

можно отметить, что в среднем озонирование семян перед посевом повышало лабораторную всхожесть на 3,5%, в то время как пестицид Дивиденд снижал этот параметр в среднем на 7,5%, Витарос – на 5,5%, Колфуго – на 2,5% [19].

Сотрудники Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН, г. Москва) установили, что предпосевная озонная обработка озимой пшеницы сорта имени Рапопорта увеличила лабораторную всхожесть с 85 до 95,7%, что позволило перевести ее из внеклассной категории в I класс [15]. Озонирование семян сахарной свеклы в течение 4 мин. при концентрации озона 24 мг/м<sup>3</sup> повышало данный параметр с 44 до 64% [11].

Озонирование также повышает энергию прорастания семян [9]. Так, часовая предпосевная озонная обработка овса сорта Мирный при концентрации озона 50 мг/м<sup>3</sup> способствовала повышению данного параметра с 66 до 82% [19]. Озонирование семян сахарной свеклы в течение 4 мин. при содержании газа 24 мг/м<sup>3</sup> повышало энергию прорастания с 32 до 45% [11]. В.Н. Авдеева установила, что оптимальная доза озона для стимуляции ростовых процессов составляет 12,6–18,9 г·с/м<sup>3</sup> [1].

И.В. Горский [4] отмечает, что при предпосевном озонировании не только повышаются качественные показатели семян, но и всходы появляются более чем на сутки раньше. Это происходит из-за увеличения силы роста до 30% [11] и лучшего развития корневой системы растений [16].

Предпосевное озонирование способствует повышению энергии прорастания семян, их лабораторной всхожести, силы роста и, как следствие, урожайности сельскохозяйственных культур.

Поскольку наибольшее количество лабораторных и экспериментальных исследований проведено на зерновых культурах, на рисунке представлены данные, свидетельствующие о повышении урожайности зерновых культур при применении предпосевного озонирования семян [5, 13, 15, 16, 17, 19].

Анализ представленных данных показывает, что озонная предпосевная обработка семян способствует увеличению урожайности зерновых культур от 0,3 до 12,0% в зависимости от режимов операции и погодно-климатических условий [5, 15, 16, 17, 19]. При этом многие ученые отмечают, что озонирование наиболее эффективно в засушливые годы за счет лучшего формирования урожая. Кроме того, предпосевная озонная обработка способствует увеличению количества колосьев и их длины на 1–10%, а также числа зерен в одном колоске на 4–22% и их средней массы на 17–19% [16]. Обобщая приведенные результаты исследований, можно констатировать, что при применении процесса озонирования перед посевом в среднем можно получить 3,35 ц/га дополнительной продукции зерновых культур, что в среднем на 12,8% больше урожайности контрольных участков.

Сотрудники Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки [19] сопоставляли данные урожайности яровой пшеницы шести сортов, семена которых перед посевом были обработаны озоном и фунгицидами. За три года наблюдений установлено, что использование фунгицидов Колфуго, Дивиденд и Витарос способствовало изменению урожайности соответственно от –5,5 до +4,6%, от –5,9 до +6,0%, от –9,0 до +5,4% относительно контроля в зависимости от сорта, в то время как при предпосевном озонировании семян изменялся данный показатель от –0,4 до +12,4% в зависимости от культуры и года. В среднем по сортам при озонной обработке посевного материала урожайность яровой пшеницы увеличивалась на 6,0%, тогда как при обработке фунгицидами Дивиденд, Колфуго и Витарос снижалась

соответственно на 0,05%, 0,45 и 1,8%. Таким образом, можно сделать вывод, что предпосевное озонирование семян более предпочтительно по сравнению с химическим протравливанием.

Имеются разрозненные данные исследований, проведенных и на других культурах. Так, использование предпосевной озонной обработки при возделывании фасоли повышало ее урожайность до 46%. Отклонения в результатах в основном вызваны разными биологическими потенциалами сортов [3]. Озонная обработка семян льна с дозой озона  $190 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$  способствовала повышению урожайности с 40,3 до 50,6 ц/га, т. е. на 25,5%. Прирост объясняется увеличением среднего числа плодов на одном растении с 873 до 961 шт. и чуть большей их массой [6]. Ежемесячное озонирование клубней картофеля с октября по апрель при концентрации озона в озонозвоздушной смеси  $2,5 \text{ мг} / \text{м}^3$  и экспозиции 36–48 ч. увеличило урожайность сортов Удача и Невский соответственно на 2,7 и 3,7 т/га, или на 10 и 15,6% [18]. Следовательно, положительное влияние предпосевной озонной обработки семян прослеживается на большинстве сельскохозяйственных культур.

### **Выводы**

Результаты проведенных аналитических исследований показывают, что предпосевное озонирование семян более эффективно, чем протравливание фунгицидами, поэтому необходимо рекомендовать к использованию озонную обработку вместо более затратной и более экологически вредной обработки химическими средствами защиты растений.

Озонирование позволяет активизировать ростовые процессы, что повышает энергию прорастания семян и их всхожесть, ускоряет появление всходов, улучшает параметры колоса и, как следствие, повышает урожайность культуры. Озонная обработка является экологически безопасной операцией обеззараживания семян, которая не требует предварительного производства и затаривания газа. Кроме того, при озонировании отпадает необходимость в транспортировке семян, поскольку дезинфекцию можно провести прямо в зернохранилище. Исключение из технологической линии нескольких транспортных операций не только снизит себестоимость производства посевного материала, но и уменьшит его повреждение рабочими органами оборудования.

Предпосевное озонирование семян позволит получить в среднем 3,35 ц дополнительной продукции с каждого гектара. Применяв предпосевную озонную обработку семян, можно получить до 15,2 млн т дополнительной продукции, так как в Российской Федерации зерновые и зернобобовые культуры занимают значительные площади – около 45,5 млн га. Это позволит существенно увеличить экспорт зерна, снизив зависимость России от цен на углеводороды и действующих санкций. Таким образом, внедрение предпосевной озонной обработки семян в производство является резервом повышения валового сбора сельскохозяйственных культур.

### 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. Васильчук Н.С. Влияние предпосевной обработки семян системными протравителями и озоном на начальные ростовые процессы и продуктивность озимой пшеницы / Н.С. Васильчук, В.А. Эпштейн // Агро XXI. – 2007. – № 4–6. – С. 49–50.
3. Вербицкая С.В. Предпосевная обработка семян фасоли озоном и магнитным полем : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / С.В. Вербицкая. – Волгоград, 2001. – 167 с.
4. Горский И.В. Обработка семян пшеницы озонированным воздухом : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / И.В. Горский. – Москва, 2004. – 202 с.
5. Долговых О.Г. Экологически безопасная предпосевная обработка семян пшеницы / О.Г. Долговых, В.Н. Огнев // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4–1 (31). – С. 7.
6. Дубцова А.А. Влияние озонирования семян на рост и развитие растений льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) / А.А. Дубцова, А.В. Чурмасов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 2 (162). – С. 93–98.
7. Защита зерновых культур от болезней : монография / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргрян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.
8. Исследования процесса озонирования при вентилировании зерна / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, В.А. Гулевский, Р.Н. Карпенко // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 66–72.
9. Использование процесса озонирования при предпосевной обработке семян / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.П. Тарасенко, А.В. Чернышов, Н.А. Хорошева // Наука вчера, сегодня, завтра : матер. науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 5–9 сентября 2016 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 10–23.
10. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК / Д.А. Нормов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 86–89.
11. Нормов Д.А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Д.А. Нормов. – Краснодар, 2009. – 307 с.
12. 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. (Россия, г. Ижевск, 26–29 февраля 2008 г.). – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – Т. I. – С. 172–176.
13. Озонирование семенного материала – резерв повышения урожайности зерновых культур / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.П. Тарасенко 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 (Россия, г. Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10–16.
14. Проблемы использования процесса озонирования в сельском хозяйстве / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.В. Чернышов и др. // Современные научно-практические решения в АПК : матер. международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 6–7 июня 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 41–46.
15. Саеед Е.К.М. Биологическая активность озона как средства дезинсекции хранящегося зерна : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Е.К.М. Саеед. – Москва, 2004. – 134 с.
16. Сигачева М.А. Влияние предпосевного озонирования семян на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в Кузнецкой лесостепи : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / М.А. Сигачева. – Красноярск, 2015. – 152 с.
17. Таран Г.В. Результаты испытаний озоновой технологии предпосевной обработки семян / Г.В. Таран, В.И. Голота, В.Г. Диндорого и др. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.kge.msu.ru/ozone/archives/1rus\\_conf\\_pr/Presentations/Taran.pdf](http://www.kge.msu.ru/ozone/archives/1rus_conf_pr/Presentations/Taran.pdf) (дата обращения: 19.08.2019).
18. Чулков Б.А. Урожайность картофеля, лежкость при хранении и качество картофелепродуктов в зависимости от режимов обработки клубней озоновоздушной смесью : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Б.А. Чулков. – Москва, 2008. – 147 с.
19. 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.
20. Шхалахов Р.С. Параметры электроозонатора барьерного типа заданной стабильности для предпосевной обработки семян сахарной свеклы : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Р.С. Шхалахов. – Краснодар, 2006. – 153 с.
21. 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.

22. Disinfection of winter wheat grain by ozone and negative corona discharge field / V. Avdeeva, S. Antonov, A. Molchanov, I. Devedorkin // *Engineering for Rural Development : Proceedings of 16<sup>th</sup> International Scientific Conference (Latvia, Jelgava, May 24–26, 2017)*. – Jelgava, 2017. – Pp. 323–327.

23. Impacts of ozone on trees and crops / B.S. Felzer, T. Cronin, J.M. Reilly, J.M. Melillo, X. Wang // *Comptes Rendus Geoscience*. – 2007. – Vol. 339. – Pp. 784–798. DOI: 10.1016/j.crte.2007.08.008.

24. 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. Urrichi // *IOA Conference and Exhibition Proceedings (Valência, Espanha, 2007)*. – Valência : IOA, 2007. – Vol. 1. – Pp. 1–6.

25. Influence of ozone on germination and germinating energy of winter wheat seeds / V.N. Avdeeva, et al. // *Engineering for Rural Development : Proceedings of 17<sup>th</sup> International Scientific Conference (Latvia, Jelgava, May 23–25, 2018)*. – Jelgava, 2018. – Pp. 543–546.

26. Medvedeva L.M. Safe treatment technology for seeds of grain crops / L.M. Medvedeva, O.M. Doronina, V.A. Makhmutkin // *Socio-economic and environmental problems of agricultural sector of the Russian economy : international scientific and practical conference (Russia, Chelyabinsk, 21–23 November, 2018)*. – Belgrade : Research Development Center-FBEE, 2018. – Pp. 317–323.

27. Seed Refinement in the Harvesting and Post-Harvesting Process / V.I. Orobinsky, A.M. Gievsky, I.V. Baskakov, A.V. Chernyshov // *Advances in Engineering Research : International Scientific and Practical Conference «AGROSMART – Smart Solutions for Agriculture» (Agro-SMART 2018; Russia, Tyumen, July 16–20, 2018)*. – Netherlands : Atlantis Press, 2018. – Vol. 151. – Pp. 870–874.

### 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.

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.

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.

Дата поступления в редакцию 13.11.2019

Дата принятия к печати 17.12.2019

### 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.

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.

Aleksandr 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.

Received November 13, 2019

Accepted after revision December 17, 2019

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ  
ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ**

---

**Андрей Викторович Ворохобин**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Интенсификация сельского хозяйства предусматривает значительный рост объемов транспортных перевозок и увеличение количества транспортных средств, поэтому в сельском хозяйстве важная роль отводится транспорту. На внутрихозяйственных и технологических перевозках в большей степени заняты тракторно-транспортные агрегаты. Основной объем транспортных работ приходится на осенне-весенний период, когда грунтовые и полевые дороги часто имеют низкую несущую способность, поэтому эффективность использования тракторно-транспортных агрегатов нередко бывает недостаточно высокой, прежде всего из-за низких тягово-сцепных свойств. Одним из перспективных направлений повышения эффективности работы тракторных транспортных агрегатов является регулирование сцепного веса. Однако существующие конструкции тягово-сцепных устройств имеют ограниченные возможности в реализации данного регулирования. Изменение сцепного веса трактора возможно только при агрегатировании полуприцепом, когда происходит перенос части веса полуприцепа на задние колеса трактора, но это увеличение сохраняется на постоянном не регулируемом из кабины трактора уровне, независимо от условий работы полуприцепного агрегата и буксования ведущих колес. Поэтому совершенствование конструкции тягово-сцепных устройств тракторов должно идти в направлении расширения их функциональных возможностей, прежде всего в направлении возможного регулирования ими сцепного веса трактора. Такое регулирование должно осуществляться за счет вовлечения в работу веса агрегируемого с трактором прицепа, и в этом случае устройство становится тягово-догружающим. Предлагается схема тягово-догружающего устройства, реализация которой позволяет снизить буксование ведущих колес трактора в зависимости от почвенного фона до 50%. При этом производительность тракторно-транспортного агрегата повышается в среднем на 17...23% и на 12...15% снижается удельный расход топлива. Сформулированы требования, которые должны предъявляться к конструкциям современных тягово-сцепных устройств.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** трактор, тракторно-транспортный агрегат, тягово-сцепное устройство, тягово-догружающее устройство, сцепной вес, регулирование.

**PERSPECTIVES FOR DESIGN DEVELOPMENT OF  
TRACTION DEVICES OF AGRICULTURAL TRACTORS**

**Andrey V. Vorokhobin**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The intensification of agriculture provides for a significant increase in the volume of transport operations and an increase in the number of vehicles, so different transport facilities play an important role in agricultural production. Tractor-transport units are more engaged in on-farm internal and technological carriage transportations. The main volume of transport operations falls on the autumn-spring period, when natural soil and field roads often have low carrying capacity, so the efficiency of tractor-transport units is often not high enough, primarily because of the low traction properties. One of the perspective lines of an increase of efficiency of tractor-transport units is regulation of hitch weight. However, the implementation of this mode of regulation of existing designs of traction devices has limited opportunities. It is possible to change tractor's coupling weight only when at implementing aggregation with a semitrailer, when there is a transfer of semitrailer's weight on the tractor's rear wheels, but the increase is maintained at a constant level unregulated from the tractor cab regardless of the working conditions of the semitrailer unit and the slipping of the drive wheels. Therefore, the improvement of the design of tractor's traction devices should be exercised in the direction of functionalities expansion, especially in the direction of possible regulation of the tractor coupling weight. Such mode of regulation should be carried out due to involvement into work the weight of the trailer aggregated with a tractor, and in this case the device becomes traction-loading. The author presents the scheme of the traction-loading device the implementation of which allows reducing the slipping of the drive wheels of the tractor

up to 50% depending on the type of soil. At the same time, the productivity of the tractor-transport unit increases on average by 17-23%, and the specific fuel consumption decreases by 12-15%. The requirements that must be applied to the designs of modern traction devices are formulated.

KEYWORDS: tractor, tractor-transport unit, traction-coupling device, traction-loading device, coupling weight, regulation.

Одной из особенностей сельскохозяйственного производства является его пространственная рассредоточенность на огромных территориях, что приходится учитывать при выборе средств механизации производственных процессов, связанных с перемещением больших количеств технологических и эксплуатационных материалов, промежуточной и конечной продукции. В настоящее время на каждый гектар пашни приходится в среднем 40...45 тонн различных грузов [10].

Интенсификация сельского хозяйства предусматривает значительный рост объемов транспортных перевозок и увеличение количества транспортных средств [5], поэтому в сельском хозяйстве важная роль отводится транспорту: он начинает и завершает процессы производства продукции растениеводства и животноводства и осуществляет технологические связи между отдельными этапами работ.

Учитывая, что в себестоимости сельскохозяйственной продукции значительную долю составляют затраты на транспортные работы, необходимо более эффективно использовать транспортные средства. Транспортные работы выполняются тракторами и автомобилями. До 50% и более транспортных работ [1], в зависимости от региона, приходится на внутривозовые и технологические перевозки на расстояние до 20 км. На этих перевозках используется тракторный транспорт. Вневозовые перевозки на расстояние свыше 20 км выполняются, как правило, автомобильным транспортом. Большой объем внутривозовых транспортных работ приходится на осенне-весенний период, когда грунтовые и полевые дороги часто имеют низкую несущую способность. Поэтому эффективность использования тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) нередко бывает недостаточно высокой, прежде всего из-за низких тягово-сцепных свойств.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения энергонасыщенности тракторов при снижении материалоемкости, что естественно снижает их сцепной вес. Грузоподъемность тракторных прицепов при этом практически не меняется, что ведет к значительному недоиспользованию мощности двигателей. По литературным данным [4], на перевозку каждой тонны грузов прицепами ограниченной грузоподъемности перерасходуется до 0,5 кг топлива. Таким образом, из-за недостаточных тягово-сцепных свойств колесных тракторов и невозможности полной загрузки их двигателей снижаются технико-экономические показатели ТТА, в составе которых они задействованы.

Основными способами улучшения тягово-сцепных свойств и повышения проходимости колесных тракторов являются:

- увеличение сцепного веса,
- применение рациональных размеров шин и рисунка протектора,
- установление оптимального давления воздуха в шинах,
- использование всех колес трактора в качестве ведущих,
- рациональное распределение по осям эксплуатационной массы,
- увеличение опорной поверхности и эффективности сцепления ведущих колес с почвой,
- применение активных прицепов и рабочих органов сельскохозяйственных машин,
- блокировка дифференциалов ведущих колес и др. [6].

Одним из перспективных направлений повышения технико-экономических показателей тракторно-транспортного агрегата является корректирование вертикальных

нагрузок на его колеса и тем самым регулирование его сцепного веса. Этого достигают в основном за счет балластирования трактора и гидродогрузки его ведущих колес. Однако последний способ применим в основном к навесным тракторным агрегатам, а применение балласта увеличивает потери на качение и приводит к перерасходу топлива [6].

Академик И.П. Ксеневич, создавший научную школу по проблеме проектирования и построения ресурсосберегающих экологически безопасных мобильных энергетических средств, отмечал, что сцепной вес трактора должен быть регулируемым [7]. Что касается работы трактора с двухосными прицепами, то здесь возможности по изменению сцепного веса весьма ограничены, прежде всего из-за несовершенства конструкции тягово-сцепных устройств (ТСУ) тракторов.

Современные колесные сельскохозяйственные тракторы оснащаются различными видами тягово-сцепных устройств (ТСУ), обеспечивающих работу с разнообразными машинами. В обширном перечне сельскохозяйственных машин значительная доля приходится на прицепные и полуприцепные машины. Особенностью агрегатирования таких машин посредством ТСУ является их соединение только в одной точке, т. е. само устройство обеспечивает помимо сцепления (соединения) трактора и прицепа функцию его тяги (перемещения). Отсюда и название – тягово-сцепное.

На современные тракторы устанавливаются следующие устройства:

- ТСУ-1, или тяговая вилка, обеспечивающая возможность агрегатирования трактора с двухосными прицепами и прицепными машинами;
- ТСУ-2, или гидрофицированный крюк, обеспечивающий агрегатирование трактора с полуприцепами;
- ТСУ-3, или буксирное устройство, позволяющее работать трактору в агрегате с двухосными прицепами на повышенных скоростях движения (рис. 1).

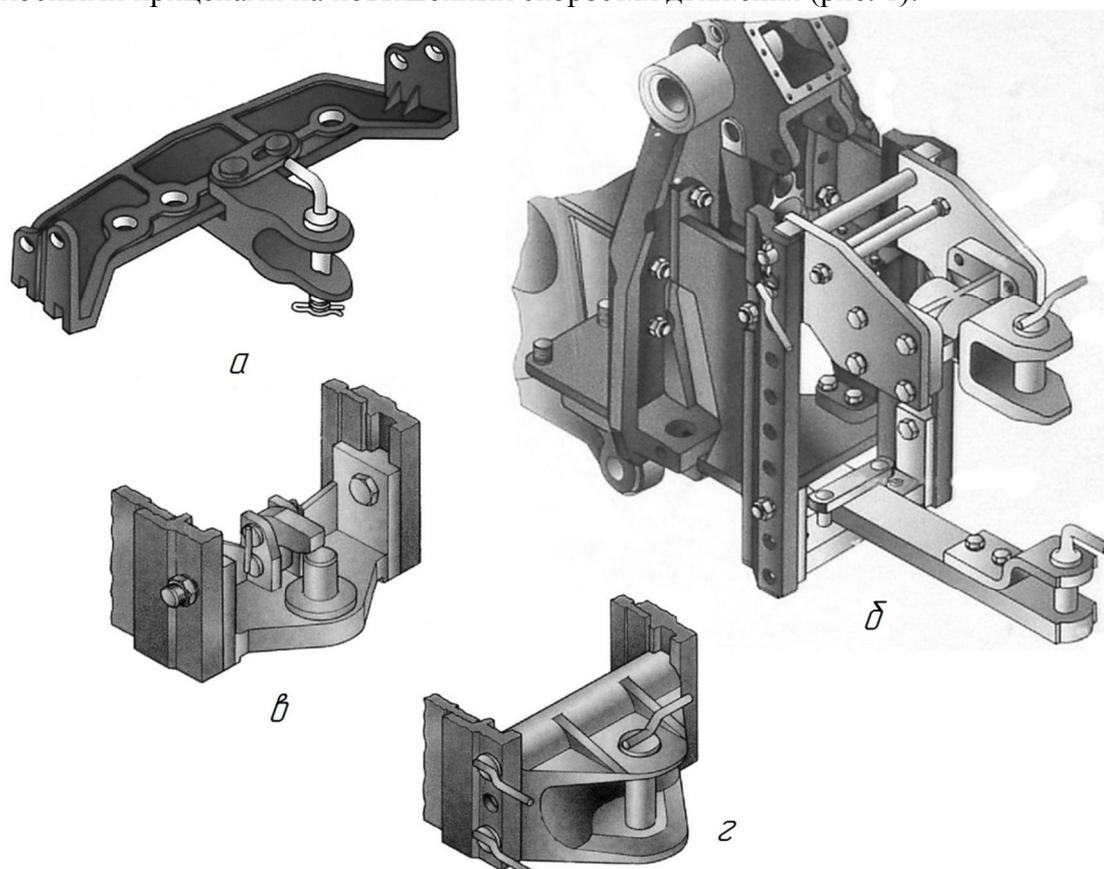


Рис. 1. Разновидности тягово-сцепных устройств современных тракторов: а – ТСУ-1; б – ТСУ лифтового типа; в – устройство типа «Питон» (ТСУ-2Р); г – разновидность тяговой вилки

Кроме того, многие отечественные и зарубежные тракторы оснащаются универсальным тягово-сцепным устройством лифтового типа, которое позволяет присоединять к трактору полуприцепы, двухосные прицепы, прицепные и полуприцепные сельскохозяйственные машины.

Тягово-сцепное устройство лифтового типа включает в себя буксирную вилку (ТСУ 3В), предназначенную для работы с двухосными прицепами, тяговую вилку (ТСУ-2В) – для работы с одноосными прицепами и полуприцепными сельскохозяйственными машинами, тяговый брус (ТСУ-1М-01) – для присоединения к трактору тяжелых прицепных и полуприцепных сельскохозяйственных машин и устройство типа «Питон» (ТСУ-2Р), которое устанавливается вместо тягового бруса и предназначено для присоединения к трактору одноосных прицепов и полуприцепных сельскохозяйственных машин [8, 9].

На основании представленного выше описания серийных тягово-сцепных устройств можно сделать вывод, что применительно к работе трактора в агрегате с двухосными прицепами эти устройства имеют ограниченные возможности в отношении изменения сцепного веса, и все они выполняют в основном функции соединения и перемещения. Изменение сцепного веса трактора возможно только при агрегатировании им полуприцепов, например, посредством ТСУ-2 (гидрофицированный крюк) или ТСУ-2В (тяговая вилка). При таком варианте агрегатирования происходит перенос части веса полуприцепа на задние колеса трактора. В этом случае сцепной вес трактора увеличивается, но это увеличение сохраняется на постоянном не регулируемом из кабины трактора уровне, независимо от условий работы полуприцепного агрегата и буксования задних ведущих колес [2].

В руководствах по эксплуатации современных сельскохозяйственных тракторов содержатся требования, которые предъявляются к тягово-сцепным устройствам тракторов и соединительным устройствам машин:

- наличие совместимости по соединительным размерам;
- машины должны иметь жесткие прицепные устройства;
- дышла прицепов должны быть оборудованы устройством, облегчающим сцепку-расцепку с тягово-сцепными устройствами трактора;
- прицепные устройства полуприцепов и полуприцепных машин должны иметь регулируемую опору и др. [8, 9].

Однако в данном перечне нет требования, которое связано с возможным регулированием сцепного веса трактора.

Таким образом, применительно к тракторно-транспортным агрегатам функциональные возможности серийных конструкций тягово-сцепных устройств ограничены в основном функцией тяги (перемещения). Поэтому совершенствование конструкции тягово-сцепных устройств современных тракторов должно идти в направлении расширения их функциональных возможностей, прежде всего в направлении возможного регулирования ими сцепного веса трактора. Причем данное регулирование должно осуществляться за счет вовлечения в работу веса агрегируемого с трактором прицепа.

Другими словами, тягово-сцепное устройство дополнительно может выполнять функцию догрузки ведущих колес трактора за счет веса агрегируемого с ним прицепа. Такое устройство можно назвать тягово-догружающим. Оснащение транспортных агрегатов подобными устройствами представляется перспективным, т. к. они позволят улучшить их технико-экономические показатели, что, в свою очередь, положительно скажется на производственных показателях.

На рисунке 2 представлена принципиальная схема одного из вариантов тягово-догружающего устройства, иллюстрирующая принцип его работы.

Тягово-догружающее устройство (ТДУ) состоит из тяговой 1 и догружающей 2 связи трактора с прицепом или прицепной машиной, причем тяговая связь осуществляется за счет соединения дышла прицепа с заблокированным от вертикальных перемещений гидрофицированным крюком (ТСУ-2), а догружающая связь – за счет гибкой подпружиненной связи специальной поперечины, соединяющей концы нижних тяг навески трактора с передней частью прицепа. Регулирование сцепного веса трактора в зависимости от требуемой его тяговой силы и буксования ведущих колес может осуществляться изменением по высоте поперечины нижних тяг и предварительного натяжения пружины догружающей связи.

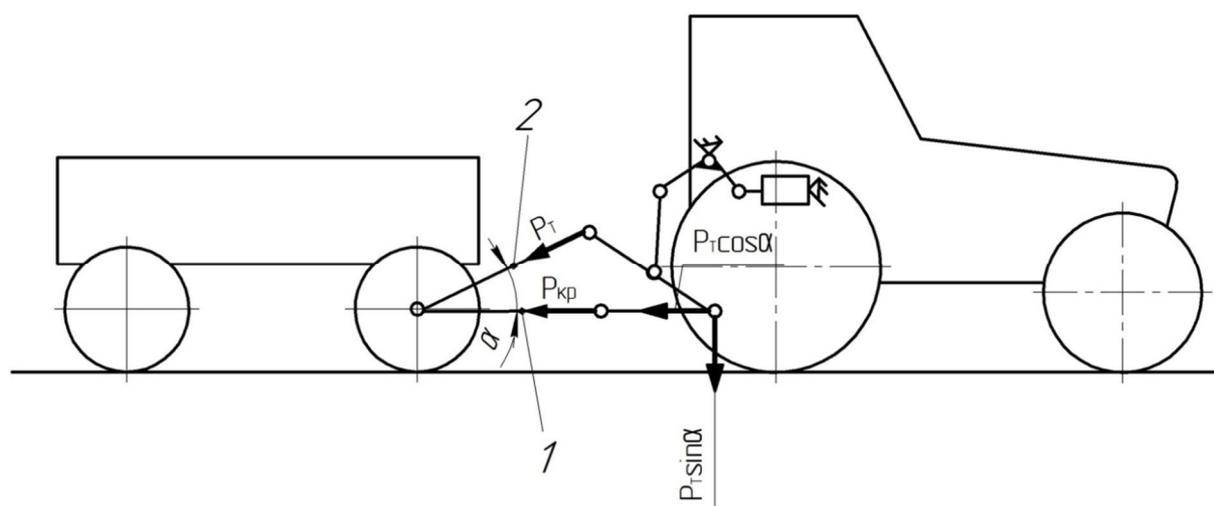


Рис. 2. Принципиальная схема тягово-догружающего устройства

Усилие в догружающей силовой связи 2 раскладывается на две составляющие. Вертикальная ( $P_T \sin \alpha$ ) является той частью веса, которая переносится с прицепа на трактор, а горизонтальная уменьшает усилие  $P_{кр}$  в тяговой силовой связи 1 на величину  $P_T \cos \alpha$ , т. е. уровень догрузки ведущих колес трактора можно регулировать либо за счет изменения усилия  $P_T$  в догружающей силовой связи, либо за счет изменения угла  $\alpha$  ее наклона. Причем процесс регулирования сцепного веса трактора с применением тягово-догружающего устройства может быть автоматизирован путем использования системы автоматического регулирования навески трактора. Например, срабатывание догружающей связи может происходить по сигналу от управляющего датчика, например датчика буксования ведущих колес. При повышении буксования свыше допустимого предела этот датчик подает сигнал в электронный блок управления, который, в свою очередь, управляет электрогидравлическим распределителем навесного устройства трактора. Электрогидравлический распределитель по сигналу от электронного блока управления создает давление масла в гидроцилиндре и этим увеличивает усилие в догружающей связи. По мере снижения буксования ведущих колес трактора усилие в догружающей силовой связи уменьшается до заданного настройкой уровня. Методика оценки эффективности использования тягово-догружающего устройства приведена в работе [3].

Результаты проведенных испытаний тягово-догружающего устройства, выполненного по схеме, представленной на рисунке 2, показали его высокую эффективность. Предлагаемое ТДУ обеспечило регулирование сцепного веса трактора в широком диапазоне, а также снижение буксования ведущих колес трактора в зависимости от почвенного фона до 50%. При этом производительность тракторно-транспортного агрегата повысилась в среднем на 17...23% и на 12...15% снизился удельный расход топлива. Ухудшения управляемости транспортного агрегата при работе тягово-догружающего устройства не наблюдалось.

Таким образом, можно сформулировать требования, которые должны предъявляться к конструкциям современных тягово-сцепных устройств.

1. Тягово-сцепное устройство помимо функции соединения и перемещения должно реализовывать функции либо догрузки, либо возможного переноса части веса агрегируемого прицепа или прицепной машины на ведущие колеса трактора, регулируя тем самым его сцепной вес.

2. Процесс регулирования сцепного веса должен осуществляться автоматически с учетом дорожно-полевых условий и режима работы агрегата, при этом не допускается ухудшение управляемости трактора, превышение допустимой нагрузки на шины трактора в соответствии с их грузоподъемностью, а также чрезмерное уплотнение почвы.

3. Тягово-догружающее устройство должно быть простым, рентабельным по выполнению, монтажу и настройке, с незначительными изменениями в конструкции механизма навески трактора и дышла прицепа.

Реализация предлагаемых направлений позволит расширить функциональные возможности тягово-сцепных устройств, а вместе с этим повысить эксплуатационные показатели тракторно-транспортных агрегатов.

### Библиографический список

1. Бочаров А.В. Повышение тягово-сцепных свойств прицепного транспортного агрегата за счет автоматической гидродогрузки задних колес трактора : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / А.В. Бочаров. – Воронеж, 2000. – 146 с.
2. Гребнев В.П. Эффективность корректирования вертикальных нагрузок на колеса полуприцепных тракторно-транспортных агрегатов / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин, О.Г. Подорванова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 56–63.
3. Гребнев В.П. Эффективность оборудования колесных тракторов тягово-догружающим устройством / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 8. – С. 9–11.
4. Измайлов А.Ю. Повышение уровня использования транспорта в сельском хозяйстве / А.Ю. Измайлов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 2. – С. 8–10.
5. Измайлов А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК / А.Ю. Измайлов. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 200 с.
6. Климанов А.В. Улучшение тягово-сцепных и агротехнических свойств тракторов : учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Механизация сельского хозяйства» / А.В. Климанов. – Самара : Самарская ГСХА, 2001. – 71 с.
7. Ксеневиц И.П. Об оптимальной массе трактора / И.П. Ксеневиц // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – № 12. – С. 5–8.
8. Тракторы Беларус-1522/1522В, Беларус-1523/1523В. Руководства по эксплуатации. Ответственный редактор – директор научно-технического центра, генеральный конструктор Усс И.Н. – Минск : РУП «Минский тракторный завод», 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcgrp.ru/files/viewer/156354/2> (дата обращения: 12.08.2019).
9. Тракторы Беларус-3222/3522. Руководства по эксплуатации. Ответственный редактор – главный конструктор тракторного производства ПО «МТЗ» Стасилевич А.Г.; главный редактор – генеральный конструктор ПО «МТЗ» Усс И.Н. – Минск : РУП «Минский тракторный завод», 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcgrp.ru/files/viewer/156420/2> (дата обращения: 12.08.2019).
10. Шалягин В.И. Транспортные и транспортно-технологические средства повышенной проходимости. Теория рабочих процессов и систем проектирования / В.И. Шалягин. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 254 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Андрей Викторович Ворохобин – 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: [dogrutzka@rambler.ru](mailto:dogrutzka@rambler.ru).

Дата поступления в редакцию 09.11.2019

Дата принятия к печати 16.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

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

Received November 09, 2019

Accepted after revision December 16, 2019

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНО-ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ СЕМЕНОРУШКИ АЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА

---

Дамир Тагирович Халиуллин<sup>1</sup>  
Андрей Владимирович Дмитриев<sup>1</sup>  
Рамиль Наилович Хафизов<sup>1</sup>  
Михаил Николаевич Яровой<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Подсолнечник является ведущей масличной культурой России, а продукты его переработки составляют большую часть выручки сельскохозяйственного экспорта. На протяжении многих лет в аграрных вузах России ведутся исследования по изысканию новых высокоэффективных технических решений для переработки семян различных культур в условиях сельхозтоваропроизводителя. Одной из таких разработок является машина для отделения плодовой оболочки от ядра (семенорушка) аэромеханического типа. Отличительной особенностью этой машины является применение в конструкции дополнительного рабочего органа, выполненного в виде сетчатого конфузора, расположенного в нагнетательном патрубке вентилятора-метателя. Целью работы является математическое моделирование движения семян в рабочих зонах семенорушки аэромеханического типа. При проведении исследования использованы положения газодинамики и аналитической геометрии. На величину и направление воздушного потока в рабочих зонах семенорушки влияют геометрические параметры основных рабочих органов. Согласно проведенным исследованиям, составляющие скорости воздушного потока в поперечном и продольном направлениях изменяются по длине конфузора, а на траекторию движения зерна в конфузоре семенорушки влияют аэродинамические свойства семян, параметры воздушного потока, а также конструктивно-технологические параметры основных рабочих органов и их поверхностей. Разработанные математические модели, описывающие движение воздушно-зерновой смеси в рабочей зоне, позволяют построить номограмму по расчету параметров сетчатого конфузора и сегмента сферы. Численные решения предложенных математических моделей позволяют графически изобразить траекторию перемещения семени подсолнечника в основных рабочих зонах семенорушки аэромеханического типа с учетом направления и скорости движения воздушного потока, физико-механических и технологических свойств самого семени и обосновать основные конструктивно-технологические параметры машины.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: семенорушка, шелушение, воздушно-зерновая смесь, аэромеханика, конфузор.

## INVESTIGATION OF AIR-GRAIN MIXTURE MOTION IN THE WORKING AREA OF AEROMECHANICAL HULLER

Damir T. Khaliullin<sup>1</sup>  
Andrey V. Dmitriev<sup>1</sup>  
Ramil N. Khafizov<sup>1</sup>  
Mikhail N. Yarovoy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Agrarian University

<sup>2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Sunflower is the leading oilseed crop in Russia, and its processed products make up the majority of agricultural export revenue. For many years, the staff scientists of different agrarian universities and institutions in Russia carry on investigations aiming at finding new highly effective technical solutions for processing seeds of various crops in the conditions of an agricultural producer. One of these developments is an aeromechanical machine (a huller) for separation of the oil fruit coat from the kernel. The distinction of this machine is an additional working body in the design made in the form of a meshed confuser located in the discharge pipe of the blower fan. The research was devoted to mathematic simulation of the motion of the sunflower seeds in the working areas of the airomechanical huller. The study was based on the concepts and essentials of gas dynamics and analytical geometry. As far as is known, the volume

and direction of the air flow in the working areas of the huller are affected by the geometric parameters of the main working bodies. The research has shown that the components of velocity of the air flow in the transverse and longitudinal directions change according to the length of the confuser, and the grain motion trajectory in the confuser is affected by the aerodynamic properties of seeds, airflow data, as well as structural and technological parameters of the main working bodies and their surfaces. The developed mathematical models describing air-grain mixture motion in the working area allow the authors to plot a nomogram for calculation the parameters of the mesh confuser and the sphere segment. Due to numerical calculations of the proposed mathematical models they graphically presented the sunflower seed motion trajectory in the main working bodies of an aeromechanical huller taking into account the direction and speed of the air flow, physical, mechanical and technological properties of the seed, and justify the main design and technological parameters of the device.

KEYWORDS: huller, grain scouring, air-grain mixture, aeromechanics, confuser.

### **В**ведение

На протяжении многих лет основной масличной культурой России является подсолнечник, ему принадлежит ведущая роль в формировании сырьевой базы отечественной масложировой промышленности: удельный вес растительного масла в общем объеме производства составляет 79,2%. Подсолнечник в структуре аграрного экспорта занимает второе место после зерна. При этом следует отметить, что если зерно вывозится как первичное сырье, то экспорт подсолнечника осуществляется в основном после глубокой переработки его семян в виде растительного масла [5, 8]. Однако уровень использования производственных мощностей при производстве растительных масел не отличается стабильностью и зависит от объемов производства сельскохозяйственного сырья, поэтому и в настоящее время актуальным является поиск резервов повышения рентабельности производства семян подсолнечника [5, 8, 9, 11, 12].

Продукты, полученные из подсолнечника, имеют важное значение и широко используются как в пищевой промышленности, так и при производстве кормов для сельскохозяйственных животных. В течение многих лет в аграрных вузах России, в том числе и в Казанском государственном аграрном университете, ведутся исследования по изысканию новых высокоэффективных технических решений для переработки зерна и семян различных сельскохозяйственных культур (в том числе и подсолнечника) в условиях сельхозтоваропроизводителя [2, 4, 6, 10].

При переработке семян подсолнечника одной из важных технологических операций, определяющей качество полученной продукции, является обрушивание – отделение наружных оболочек зерна от ядра. Существует множество машин для выполнения данной операции, отличающихся друг от друга как по способу воздействия на перерабатываемый продукт, так и по конструктивным особенностям рабочих органов [7]. Одной из таких разработок является семенорушка аэромеханического типа, отличительной особенностью которой является применение в конструкции дополнительного рабочего органа, выполненного в виде сетчатого конфузора, расположенного в нагнетательном патрубке вентилятора-метателя [6].

Теоретические аспекты движения зерна в воздушном потоке и взаимодействия с рабочими поверхностями нашли отражение в работах многих ученых [1, 3, 10, 13, 14, 15, 16]. При этом актуальным остается обоснование конструктивно-технологических параметров сетчатого конфузора, оказывающего влияние на эффективность обрушивания, так как недостаточно внимания уделено теории взаимодействия воздушно-зерновой смеси с его поверхностью.

**Целью** настоящей работы является теоретическое исследование процесса движения воздушно-зерновой смеси в рабочих зонах аэромеханической семенорушки, взаимодействия смеси с рабочими поверхностями конфузора и построение соответствующих математических моделей.

### **Материалы и методы**

При исследовании движения воздушно-зерновой смеси использованы положения газодинамики и аналитической геометрии.

В разработанной семенорушке аэромеханического типа, технологическая схема которой представлена на рисунке 1, процесс обрушивания происходит следующим образом. Семена из бункера 1, попадая на лопасти ротора вентилятора-метателя 2, разгоняются и взаимодействуют с рабочими поверхностями рабочих органов: сетчатого конфузора 6 и отражательной пластины 7 в виде сегмента сферы. Далее перерабатываемый материал выводится из машины через осадитель 5 для разделения по фракциям [10].

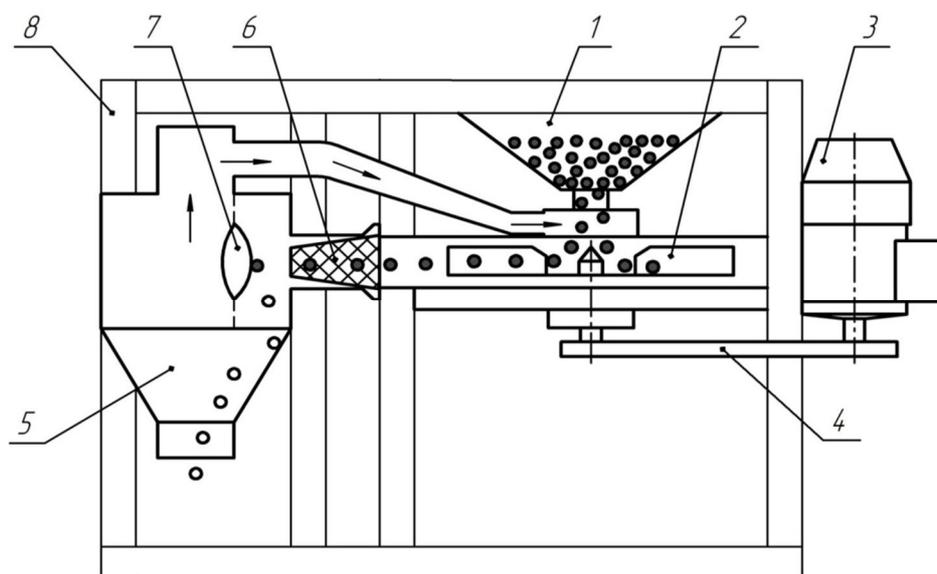


Рис. 1. Технологическая схема работы семенорушки аэромеханического типа:  
 1 – бункер для зернового материала; 2 – вентилятор-метатель; 3 – электродвигатель привода;  
 4 – ременная передача с вариатором; 5 – осадитель; 6 – удлинитель нагнетательного патрубка  
 с сетчатым конфузуром внутри; 7 – отражательная пластина в виде сегмента сферы;  
 8 – рама; ● – целые семена; ○ – рушанка; → – воздух

Значимым фактором, влияющим на качественные показатели процесса обрушивания (шелушения), являются силы, которые оказывают влияние на семена в рабочей зоне при их взаимодействии с поверхностями конфузора и зависят как от конструктивных параметров конфузора, так и от характера воздушного потока.

Для анализа траектории движения воздушно-зерновой смеси и ее взаимодействия с рабочими органами семенорушки аэромеханического типа необходимо провести исследование схемы движения семян подсолнечника в потоке воздуха после отражения от рабочих поверхностей конфузора (рис. 2).

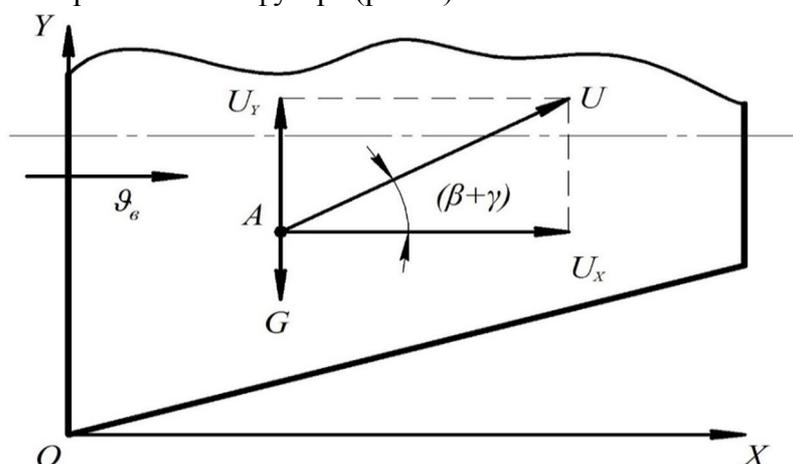


Рис. 2. К анализу движения семени подсолнечника в конфузуре семенорушки аэромеханического типа

Рассмотрим дифференциальные уравнения (1) и (2) движения семян подсолнечника в потоке воздуха и в неподвижной плоской системе координат  $XOY$  [3, 7]:

$$m_3 \frac{dU_x}{dt} = k_c F_c \rho_6 \frac{|\vartheta_x - U_x|(\vartheta_x - U_x)}{2}, \quad (1)$$

$$m_3 \frac{dU_y}{dt} = k_c F_c \rho_6 \frac{|\vartheta_y - U_y|(\vartheta_y - U_y)}{2} - m_3 g, \quad (2)$$

где  $m_3$  – масса одного семени, кг;

$F_c$  – площадь миделевого сечения семени,  $m^2$ ;

$\rho_6$  – плотность воздушного потока,  $kg/m^3$ ;

$k_c$  – коэффициент сопротивления семени подсолнечника;

$\vartheta_x$  – проекция скорости воздушного потока на ось  $OX$ , м/с;

$U_y$  – проекция скорости семени на ось  $OY$ , м/с;

$U_x$  – проекция скорости семени на ось  $OX$ , м/с;

$\vartheta_y$  – проекция скорости воздушного потока на ось  $OY$ , м/с;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m^2/c$ .

Решим уравнения (1) и (2), учитывая начальные условия при  $t_0 = 0$  [3]:

$$U_{x0} = A = \frac{k_6 U_n \sin \beta}{\sin \gamma} \cos(\beta + \gamma), \quad (3)$$

$$U_{y0} = B = \frac{k_6 U_n \sin \beta}{\sin \gamma} \sin(\beta + \gamma), \quad (4)$$

где  $U_n$  – скорость семени в момент удара, м/с;

$k_6$  – коэффициент восстановления семян при ударе;

$\gamma$  – угол между направлением скорости семени и гранью конфузора, град.;

$\beta$  – угол раскрытия конфузора, град.

В связи с тем что геометрическая форма семян подсолнечника не сферическая, то для дальнейших расчетов применяем понятие эквивалентного диаметра – диаметра сферического тела, объем которого равен объему одного семени. Кроме этого, в уравнениях (1) и (2) (в правой части) находятся абсолютные значения относительных скоростей семян, а после их преобразования необходимо учитывать соотношение скорости семян и скорости воздушного потока. Так как воздушный поток может способствовать не только увеличению скорости семян, но и замедлению, то при раскрытии соответствующих модулей введем обозначение  $k_n$  – коэффициент парусности

$$k_n = \mp \frac{3 k_c \rho_6}{4 d \rho_3}.$$

С учетом вышеизложенного уравнения (1) и (2) примут вид:

$$\frac{dU_x}{dt} = k_n (\vartheta_x - U_x)^2, \quad (5)$$

$$\frac{dU_y}{dt} = k_n (\vartheta_y - U_y)^2 - g. \quad (6)$$

При перемещении семян подсолнечника в воздушном потоке, направление движения которого совпадает с направлением движения семян (т. е. когда  $U_x < \vartheta_x$ ,  $U_y < \vartheta_y$ ), коэффициент парусности стоит со знаком плюс, в противном случае – со знаком минус.

Проведем интегрирование этих уравнений. Переменные уравнения (5) разделяются

$$\frac{dU_x}{k_n (\vartheta_x - U_x)^2} = dt. \quad (7)$$

После интегрирования уравнения (7) получим

$$\frac{1}{k_n(\vartheta_x - U_x)} = t + C_1. \quad (8)$$

Постоянная интегрирования  $C_1$  определяется из начального условия (3). После применения условия (3) имеем

$$C_1 = \frac{1}{k_n(\vartheta_x - A)},$$

где  $A = \frac{k_a U_n \sin \beta}{\sin \gamma} \cos(\beta + \gamma)$ .

Тогда уравнение (8) запишется как

$$\frac{1}{k_n(\vartheta_x - U_x)} = t + \frac{1}{k_n(\vartheta_x - A)}. \quad (9)$$

После несложных преобразований находим

$$U_x = \vartheta_x - \frac{\vartheta_x - A}{k_n t (\vartheta_x - A) + 1}. \quad (10)$$

Теперь проинтегрируем уравнение (6). Из-за незначительности влиянием силы тяжести можно пренебречь. Кроме того, считаем, что  $\vartheta_y = 0$ . Тогда уравнение (6) запишется в виде

$$\frac{dU_y}{dt} = k_n (\vartheta_y - U_y)^2. \quad (11)$$

Интегрируя это уравнение методом разделения переменных, имеем

$$\frac{1}{k_n(\vartheta_y - U_y)} = t + C_2. \quad (12)$$

Из начального условия (4) определим постоянную интегрирования

$$C_2 = \frac{1}{k_n(\vartheta_y - B)},$$

где  $B = \frac{k_a U_n \sin \beta}{\sin \gamma} \sin(\beta + \gamma)$ .

Подставляя в уравнение (12) значение  $C_2$ , получим

$$U_y = \vartheta_y - \frac{\vartheta_y - B}{k_n t (\vartheta_y - B) + 1}. \quad (13)$$

По известным скоростям семян их траекторию движения можно определить из системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = U_x, \\ \frac{dy}{dt} = U_y. \end{cases} \quad (14)$$

Эти уравнения решаются при следующих начальных условиях:  $t = 0$ ,  $x = x_0$ ,  $y = 0$ .

Если скорость воздушного потока считать постоянной ( $\vartheta_e = const$ ) и направленной по оси  $X$  ( $\vartheta_x = \vartheta_e$ ,  $\vartheta_y = 0$ ), тогда уравнения (5) и (6) решаются аналитически.

Проведем разделение переменных первого уравнения системы (14)

$$dx = \mathcal{G}_e dt - \frac{(\mathcal{G}_e - A) dt}{k_n t (\mathcal{G}_e - A) + 1}. \quad (15)$$

Проинтегрировав выражение (15), получим

$$x = \mathcal{G}_e t - \frac{1}{k_n} \ln |k_n t (\mathcal{G}_e - A) + 1| + C_3. \quad (16)$$

При начальных условиях  $t = 0$ ,  $x_0 = 0$  имеем  $C_3 = 0$ . Тогда уравнение (16) запишется в следующем виде:

$$x = \frac{1}{k_n} \left( \ln \left| t + \frac{1}{A - \mathcal{G}_e} \right| - \ln \left| \frac{1}{A - \mathcal{G}_e} \right| \right) + \mathcal{G}_e t. \quad (17)$$

Теперь проведем интегрирование второго уравнения системы (14), которое после разделения переменных записывается как

$$dy = \frac{B dt}{1 - k_n B t}. \quad (18)$$

Проинтегрировав уравнение (18), получим

$$y = -\frac{1}{k_n} \ln |1 - k_n B t| + C_4. \quad (19)$$

При начальных условиях  $t = 0$ ,  $y_0 = 0$  имеем  $C_4 = 0$ .

Тогда окончательно уравнение (19) запишется в виде

$$y = -\frac{\ln |1 - k_n B t|}{k_n}. \quad (20)$$

Из уравнений (17) и (20) можно исключить время, взяв  $t$  из уравнения (20)

$$t = \frac{1 - e^{-y k_n}}{k_n B}. \quad (21)$$

Подставив равенство (21) в уравнение (17), получим зависимость, которая позволяет рассчитать траекторию семянки

$$x = \frac{1}{k_n} \left( \ln \left| \frac{1 - e^{-y k_n}}{k_n B} + \frac{1}{A - \mathcal{G}_e} \right| - \ln \left| \frac{1}{A - \mathcal{G}_e} \right| \right) + \mathcal{G}_e \frac{1 - e^{-y k_n}}{k_n B}. \quad (22)$$

Величина и направление компонентов скорости воздушного потока изменяются по длине конфузора в зависимости от его геометрических параметров (рис. 3).

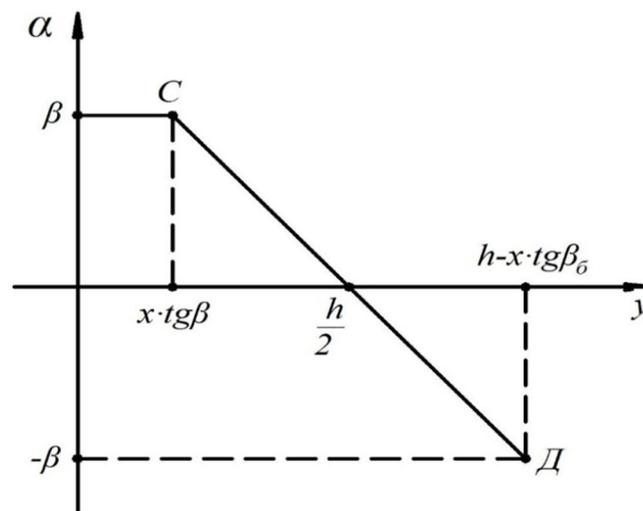


Рис. 3. К определению значений угла наклона направления скорости воздушного потока

Исследуем характер взаимодействия воздушного потока с гранями конфузора (верхней и нижней) в некотором сечении  $x$ . В этом сечении область взаимодействия воздушного потока с гранями конфузора находится в интервалах от  $(x \operatorname{tg} \beta)$  до  $(h - 2x \operatorname{tg} \beta)$ . Здесь направление скорости воздушного потока отклоняется на определенный угол  $\alpha$ , который изменяется от  $\beta$  до  $-\beta$ , а в центральной части канала равен нулю [10].

В дальнейших расчетах изменение значения угла  $\alpha$  примем пропорциональным.

Рассмотрим прямую, проходящую через точки  $C$  и  $D$  (рис. 3), и запишем ее уравнение

$$\frac{y - x \operatorname{tg} \beta}{h - 2x \operatorname{tg} \beta} = \frac{\alpha - \beta}{-2\beta}. \quad (23)$$

Решив уравнение (23), получим значение угла  $\alpha$

$$\alpha = \frac{h - 2y}{h - 2x \operatorname{tg} \beta} \beta. \quad (24)$$

Запишем уравнения для определения продольных и поперечных компонентов воздушного потока в конфузоре:

$$\vartheta_x = \vartheta(x) \cos \alpha; \quad \vartheta_y = \vartheta(x) \sin \alpha. \quad (25)$$

Так как  $\sin(-\alpha) = -\sin(\alpha)$  и  $\cos(-\alpha) = \cos(\alpha)$ , то выражения (24) и (25) достоверны от нижней поверхности конфузора до верхней, т. е. по всему поперечному сечению. В нижней части конфузора изменение угла направления скорости воздушного потока происходит от максимального значения  $\beta$  до нуля, причем  $\vartheta_y > 0$ . В верхней части конфузора угол направления скорости воздушного потока – от нуля до минимального значения  $(-\beta)$  и сопровождается отрицательным значением составляющей  $\vartheta_y < 0$ .

Изучим перемещение воздушного потока в произвольном сечении патрубка сменнорушки аэромеханического типа, внутри которого установлен конфузор. Данное сечение образовано стенками патрубка и стенками конфузора. При исследовании учитываем прохождение воздуха (фильтрацию) через стенки конфузора (рис. 4) [10].

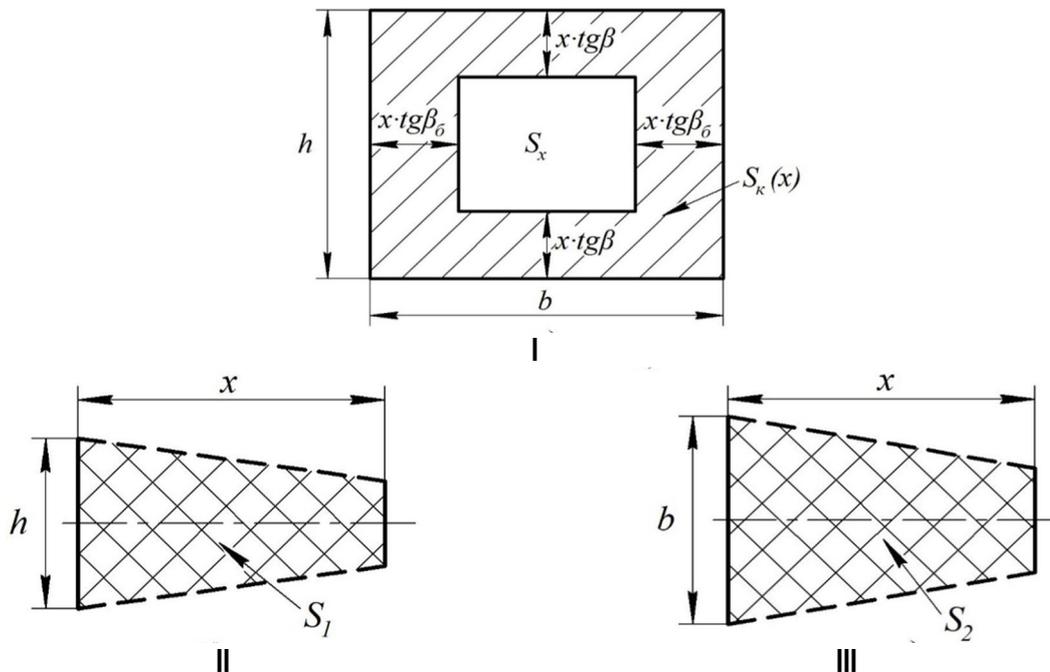


Рис. 4. Схемы произвольных сечений патрубка с конфузуром:  
 I – поперечное сечение патрубка с установленным внутри конфузуром;  
 II – продольное сечение конфузурора в вертикальной плоскости;  
 III – продольное сечение конфузурора в горизонтальной плоскости

Сужение канала конфузора необходимо для увеличения средней скорости воздушного потока, перемещающегося в нем. Изменение средней скорости воздушного потока при движении в конфузоре, с учетом его прямоугольного основания, пронизаемых боковых граней и постоянстве воздушного потока, можно определить по следующей формуле:

$$g_n S_n = g(x) S_x + g_\phi S_n, \quad (26)$$

де  $g_n$  – скорость воздушного потока у основания конфузора, м/с;  
 $S_n$  – площадь поперечного сечения у основания конфузора, м<sup>2</sup>;  
 $g(x)$  – скорость воздушного потока в конфузоре на расстоянии  $x$  от его основания, м/с;  
 $S_x$  – площадь поперечного сечения конфузора на расстоянии  $x$ , м<sup>2</sup>;  
 $g_\phi$  – средняя скорость прохождения воздушного потока через боковые грани конфузора, м/с;  
 $S_n$  – площадь боковой грани конфузора на участке от его начала до точки  $x$ , м<sup>2</sup>.

Площадь поперечного сечения конфузора  $S_x$  зависит от углов у основания конфузора и определяется по следующей формуле:

$$S_x = (h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_\phi), \quad (27)$$

где  $h$  – высота сечения у основания конфузора ( $h = h_n$ , где  $h_n$  – высота нагнетательного патрубка вентилятора-метателя, м);  
 $\beta_\phi$  – угол наклона боковых граней конфузора, град.;  
 $b$  – ширина основания конфузора ( $b = B_n$ , где  $B_n$  – ширина нагнетательного патрубка вентилятора-метателя, м);  
 $\beta$  – угол наклона нижней и верхней граней конфузора, град.

Запишем уравнение скорости воздушного потока в конфузоре на некотором расстоянии  $x$  от его основания

$$g(x) = \frac{g_n S_n - S_n g_\phi}{(h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_\phi)}. \quad (28)$$

Расход воздушного потока  $Q_k(x)$ , проходящего через данное сечение конфузора, можно определить как

$$Q_k(x) = S_k(x) g_k(x), \quad (29)$$

где  $S_k(x)$  – площадь кольцевого сечения канала на расстоянии  $x$  от основания, м<sup>2</sup>;  
 $g_k(x)$  – скорость воздушного потока в кольцевом сечении  $x$ , м/с (определяется экспериментально).

Определим площадь кольцевого сечения  $x$  канала

$$S_k(x) = hb - (h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_\phi) = 2x(htg\beta_\phi + btg\beta - 2xtg\beta tg\beta_\phi). \quad (30)$$

Расход воздуха, проходящего через поверхности конфузора, определяется с учетом его площади живого сечения

$$Q_\phi(x) = g_\phi(x) x k_{ж.с.} [h + b + x(tg\beta_\phi + tg\beta)]. \quad (31)$$

Скорость воздушного потока в кольцевом канале  $g_k$  находим в определенных сечениях конфузора  $x_i$ . Скорость фильтрации воздуха также находится для отдельных конкретных зон  $[x_{i-1}, x_i]$ .

Приравняв эти расходы, определяем осредненную скорость фильтрации на выходе из канала

$$g_\phi = \frac{2(htg\beta_\phi + btg\beta - 2Ltg\beta tg\beta_\phi) g_k}{k_{ж.с.} [h + b + L(tg\beta_\phi + tg\beta)]}, \quad (32)$$

где  $L$  – длина конфузора, м.

Тогда из равенства (13), подставив выражение (17), получаем

$$g(x) = \frac{g_n bh}{(h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_0)} - \frac{2xg_n [h + b + x(tg\beta_0 + tg\beta)](htg\beta_0 + btg\beta - 2Ltg\beta tg\beta_0)}{k_{ж.с.} (h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_0) [h + b + L(tg\beta_0 + tg\beta)]} \quad (33)$$

Таким образом, с учетом воздействия параметров конфузора компоненты скорости воздушного потока могут быть вычислены с помощью следующих выражений:

$$g_x = \frac{g_n bh - S_n g_\phi}{(h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_0)} \cos\left(\frac{h - 2y}{h - 2xtg\beta} \beta\right), \quad (34)$$

$$g_y = \frac{g_n bh - S_n g_\phi}{(h - 2xtg\beta)(b - 2xtg\beta_0)} \sin\left(\frac{h - 2y}{h - 2xtg\beta} \beta\right). \quad (35)$$

### Результаты и их обсуждение

Анализ вышеизложенного показывает, что составляющие скорости воздушного потока в поперечном и продольном направлениях изменяются по длине конфузора в зависимости от его геометрических параметров.

Тогда математические зависимости для определения параметров движения семян в рабочих зонах аэромеханической семенорушки запишутся в виде:

$$\frac{dx}{dt} = g_x - \frac{g_x - A}{k_n t (g_x - A) + 1}, \quad (36)$$

$$\frac{dy}{dt} = g_y - \frac{g_y - B}{k_n t (g_y - B) + 1}. \quad (37)$$

Эти уравнения могут быть решены только численным методом на компьютере с использованием специального программного обеспечения, которое позволяет получать графические изображения траектории движения семян в сетчатом конфузоре.

В результате численных решений уравнений (36) и (37) выполнены графические изображения траекторий движения семян подсолнечника (рис. 5).

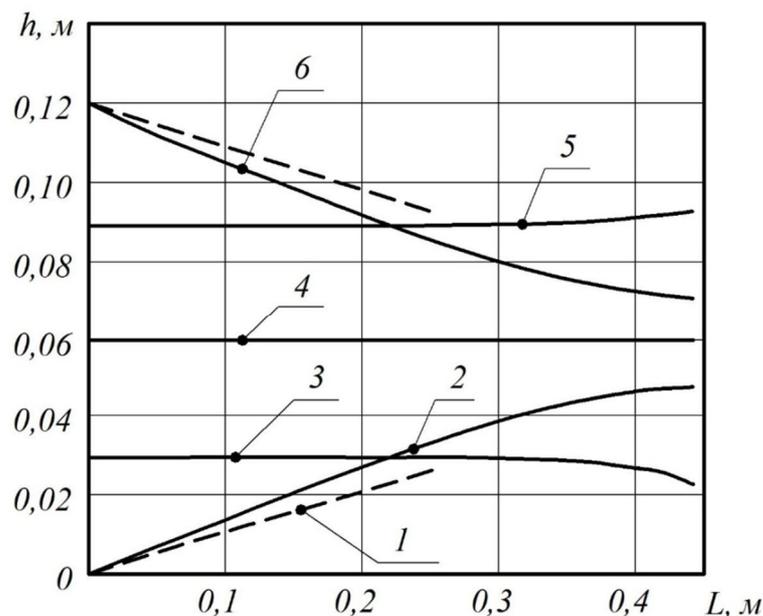


Рис. 5. К анализу траекторий движения семян в конфузоре семенорушки аэромеханического типа: 1 – грани конфузора; 2, 3, 4, 5 и 6 – траектории движения соответственно при следующих значениях  $h$ : 0; 0,03; 0,06; 0,09; 0,12

Таким образом, проведенное исследование движения воздушно-зерновой смеси в рабочей зоне семенорушки аэромеханического типа и взаимодействия семян с рабочими поверхностями конфузора позволило получить соответствующие уравнения движения, что дало возможность отобразить траекторию семян графически.

Анализируя полученные траектории движения семян подсолнечника в конфузоре семенорушки аэромеханического типа, необходимо отметить снижение скорости движения семян на расстоянии 0,3–0,4 м от основания конфузора, причем это расстояние не зависит от зоны вхождения семян в конфузор. Следовательно, длину конфузора рекомендуется использовать до 0,25–0,35 м с учетом необходимости вылета семени из него и удара об отражательную пластину в виде сегмента сферы.

### **Выводы**

Выведены зависимости, характеризующие направление и характер движения семян подсолнечника и воздушного потока в конфузоре, а также устанавливающие взаимосвязь скорости воздушного потока с конструктивными параметрами конфузора и некоторыми физико-механическими свойствами семян подсолнечника.

Полученные на основе численного решения математических моделей графические отображения траекторий движения семян подсолнечника в конфузоре семенорушки аэромеханического типа позволяют определить основные конструктивно-технологические параметры аэромеханической семенорушки.

---

### **Библиографический список**

1. Бадретдинов И.Д. Оптимизация параметров пневматической системы зерноочистительной машины / И.Д. Бадретдинов, С.Г. Мударисов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 1. – С. 6–7.
2. Движение вороха семян сахарной свеклы на гравитационном сепараторе с заданной криволинейной поверхностью / К.Р. Казаров, В.К. Астанин, В.А. Черников, О.Н. Щербаков, В.П. Евсюкова, А.А. Одиноких // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 51–54.
3. Ибяттов Р.И. Исследование движения зерна в рабочем пространстве пневмомеханического шелушителя / Р.И. Ибяттов, А.В. Дмитриев, Р.Ш. Лотфуллин // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 2. – С. 18–21.
4. К вопросу шелушения зерна в пневмомеханическом шелушителе / Р.Ш. Лотфуллин, Р.И. Ибяттов, А.В. Дмитриев, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11, № 4. – С. 84–88.
5. Низамов Р.М. История, современное состояние и перспективы возделывания подсолнечника как масличной культуры в Российской Федерации и Республике Татарстан / Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов, Р.Б. Зиганшин // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2 (50). – С. 63–66.
6. Нуруллин Э.Г. Обоснование параметров вентилятора-метателя пневмомеханической семенорушки / Э.Г. Нуруллин, Д.Т. Халиуллин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 7–8.

7. Нуруллин Э.Г. Пневмомеханические шелушители зерна (теория, конструкция, расчет) : монография / Э.Г. Нуруллин. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2011. – 308 с.
8. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника / Н.Р. Александрова, А.К. Субаева, А.Р. Валиев, М.М. Низамутдинов, Б.Г. Зиганшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1 (52). – С. 113–119.
9. Управление работоспособностью техники с учетом условий аграрного производства / И.Г. Галиев, А.А. Мухаметшин, И.Р. Исхаков, А.Р. Шамсутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5, № 3 (17). – С. 86–88.
10. Халиуллин Д.Т. Исследование движения зерна в конфузоре пневмомеханического обрушивателя семян подсолнечника / Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 5, № 4 (18). – С. 122–124.
11. Хафизов К.А. Выбор технологий и их техническое обеспечение для устойчивого развития АПК Татарстана в условиях введения экономических санкций / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9, № 4 (34). – С. 88–94.
12. Хафизов К.А. Основные направления развития технического сервиса в АПК Татарстана / К.А. Хафизов, Р.Н. Хафизов, Н.Р. Адигамов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9, № 4 (34). – С. 95–102.
13. Шевченко А.П. Движение зерновоздушной смеси в плоском распределителе семян / А.П. Шевченко, И.О. Коробкин // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 1. – С. 104–106.
14. Determination of speed of movement of the particle on the rotating cone with shovels / D.N. Kotov, Yu.M. Isaev, N.P. Kryuchin, N.M. Semashkin, A.N. Kryuchin // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). – 2019. – Vol. 10, Issue 2. – Pp. 1507–1514.
15. Mathematical model of interaction of seeds with the internal surface of sowing block of seed drill / N.I. Seomushkin, B.G. Ziganshin, S.M. Yakhin, B.A. Gayfullin, R.E. Vlasov // Science, Technology and Higher Education. – Westwood, Canada : Strategic Studies Institute, 2012. – Pp. 531–535.
16. Specifying Two-Phase Flow in Modeling Pneumatic Systems Performance of Farm Machines / S. Mudarisov, E. Khasanov, Z. Rakhimov, I. Gabitov, I. Badretdinov, I. Farchutdinov, F. Gallyamov, M. Davletshin, R. Aipov, R. Jarullin // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. – 2017. – Vol. 40, No. 4. – Pp. 706–715.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Дамир Тагирович Халиуллин – кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Россия, г. Казань, e-mail: damirtag@mail.ru.

Андрей Владимирович Дмитриев – кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Россия, г. Казань, e-mail: avd-work@mail.ru.

Рамиль Наилович Хафизов – кандидат технических наук, доцент кафедры тракторы, автомобили и энергетические установки ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Россия, г. Казань, e-mail: ramilajz@mail.ru.

Михаил Николаевич Яровой – 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: jromi@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 10.11.2019

Дата принятия к печати 23.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Damir T. Khaliullin, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Kazan State Agrarian University, Russia, Kazan, e-mail: damirtag@mail.ru.

Andrey V. Dmitriev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Kazan State Agrarian University, Russia, Kazan, e-mail: avd-work@mail.ru.

Ramil N. Khafizov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Tractors, Automobiles and Electric Power Facilities, Kazan State Agrarian University, Russia, Kazan, e-mail: ramilajz@mail.ru.

Mikhail N. Yarovoy, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: jromi@mail.ru.

Received November 10, 2019

Accepted after revision December 23, 2019

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ПУНКТИРНОГО ВЫСЕВА КАПСУЛИРОВАННЫХ СЕМЯН

**Владимир Васильевич Василенко**  
**Сергей Владимирович Василенко**  
**Ким Рубенович Казаров**  
**Виктор Васильевич Труфанов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Одним из перспективных направлений развития технологии посева не только сахарной свеклы, но и других пропашных культур является применение капсулированных семян. Капсула имеет диаметр от 20 до 30 мм и в отличие от драже содержит гораздо больше питательных, стимулирующих и защитных веществ. В связи с резким увеличением размера частиц посевного материала требуется определить тип высевяющего аппарата и его конструктивные параметры. При высеве тяжелых капсул пневматическими аппаратами повышаются затраты энергии на создание вакуума с большим расходом воздуха, поэтому более предпочтительным будет использование аппарата с ячеистым диском. Важными конструктивными параметрами высевяющего аппарата являются диаметр и глубина ячейки. Шарообразная форма капсулы требует, чтобы глубина ячейки была равна диаметру капсулы. Сложнее обстоит дело с выбором диаметра ячейки. При малом диаметре процесс заполнения осуществим только на малых скоростях вращения высевяющего диска, а большой диаметр приводит к повреждению капсул при отражении от входа в ячейку другой капсулы. Теоретический анализ влияния диаметра капсул на размеры ячейки и на допустимую скорость перемещения капсулы по высевяющему диску позволил определить, что капсулированные семена можно высевать ячеисто-дисковыми аппаратами со скоростью вращения диска, значительно превышающей этот параметр при высеве дражированных семян. Диаметр ячеек ограничивается условием защемления капсул, частично вошедших в ячейки, и линейно зависит от диаметра капсул. Для капсул диаметром от 10 до 30 мм рациональный диаметр ячеек находится в пределах от 12 до 46 мм. За счет увеличения разницы между диаметрами семени и ячейки можно высевать капсулированные семена размером 10–30 мм со скоростями дозирования, превышающими соответственно 0,22–0,56 м/с.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** капсула, ячеистый диск, ячейка, повреждение капсулы, заполнение ячеек, скорость вращения диска.

## SPECIFIC FEATURES OF SINGLE-GRAIN SOWING OF CAPSULATED SEEDS

**Vladimir V. Vasilenko**  
**Sergey V. Vasilenko**  
**Kim R. Kazarov**  
**Viktor V. Trufanov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

One of the prospective lines of development of sowing technology of sugar beet, as well as of the other row crops is the use of capsulated seeds. The capsule has a diameter of 20-30 mm and contains much more nutritious, stimulating and protective substances as compared to coated seeds. On the back of sharp increase in the particle size of the seeds, it is required to determine the type of sowing device and its design parameters. When seeding heavy capsules with pneumatic devices, energy input increases for creating a vacuum with high air flow, so it is more preferable to use a device with a cellular wheel. Important design parameters of the seeding device are the diameter and the depth of the cell. It is obvious that the depth of the cell should be equal to the diameter of the capsule, due to sphericity of the capsule. And we face a completely different situation at choosing the cell diameter because technically it is more complicated. With a small cell diameter, the process of filling is possible only at low rotation speed of cellular wheel, and when the diameter is greater, the capsules are damaged due to the effect of reflection of another capsule from the cell inlet. The authors theoretically evaluated the effect of the capsule diameter on the cell size and the permissible speed of the capsule motion along the cellular wheel and determined that the capsulated seeds could be sown with cellular wheel devices at a rotation speed significantly exceeding this parameter when seeding coated seeds. The diameter of the cells is linearly dependent on the diameter of the capsules and is constraint by the effect of pinching of capsules partially entered the cells. For capsules with the diameter of 10-30 mm the rational diameter of the cells is between 12-46 mm. By increasing the difference between the seed and the cell diameters, it is possible to sow capsulated seeds with dimensions of 10-30 mm at rotation speed of cellular wheel exceeding 0.22-0.56 m/s, respectively.

**KEYWORDS:** capsule, cellular wheel, cell, capsule damage, the process of filling, rotation speed.

**В**ведение

Из всех пропашных культур, возделываемых в Центрально-Черноземном регионе, среди самых требовательных к равномерности распределения растений вдоль посевного рядка можно назвать сахарную свеклу [1, 7, 9], соответственно семена этой культуры являются самыми неудобными для пунктирного высева.

Максимальное использование площади свекловичного поля за счет равномерного размещения растений является одним из важнейших резервов повышения урожайности и качества корнеплодов. Только имея хорошие всходы (4–5 шт. на пог. м рядка), достаточную густоту (80–100 тыс. шт./га) и полноту насаждения растений, можно рассчитывать на высокие показатели урожайности, соответствующие конкретному уровню хозяйствования и требуемого качества корнеплодов.

Получить дружные, здоровые, равномерно размещенные всходы всегда сложно, особенно при севе на конечную густоту насаждения. Это во многом обусловлено биологическими особенностями семян свеклы.

Для сахарной свеклы характерна большая разнокачественность семян, которая проявляется в их неоднородности по размерам, форме, массе, строению плодов и по другим свойствам. Учитывая, что по своей природе семена сахарной свеклы мелкие, корявые, слабосыпучие, разнокалиберные да еще и многоростковые со слабой энергией прорастания, необходимо проводить их предпосевную обработку.

В зависимости от способов подготовки семени, предназначенные для сева, могут быть калиброванными, шлифованными, дражированными, инкрустированными, капсулированными. Поэтому неслучайно за последние полвека технология посева изменялась несколько раз и прошла путь от рядового посева многоростковыми семенами с последующим прореживанием всходов до пунктирного высева однострочковых обычных, а потом и дражированных, и капсулированных семян [2, 12, 14, 15].

В настоящее время одним из перспективных направлений развития технологии посева не только сахарной свеклы, но и других пропашных культур является применение капсулированных семян [7, 8, 11]. Капсула имеет больший диаметр – от 20 до 30 мм и в отличие от драже содержит гораздо больше питательных, стимулирующих и защитных веществ [9, 10] (рис. 1).

Применение капсул вместо мелких дражированных семян позволяет повысить полевую всхожесть и создать условия для гарантированного развития растений в начале периода вегетации. Естественно, что появление такого посевного материала требует разработки соответствующего высевального аппарата [3, 4, 5, 13].

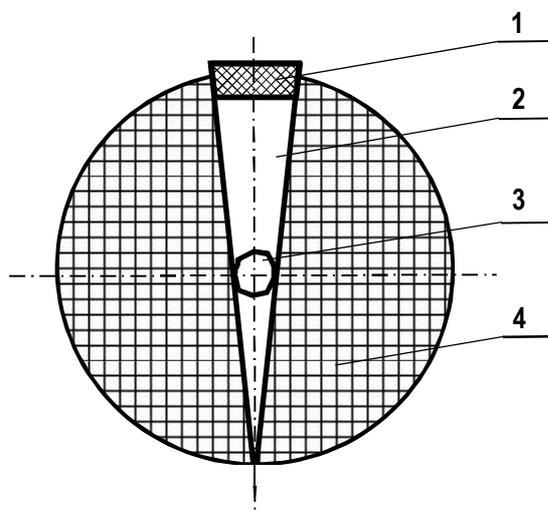


Рис. 1. Капсула для семени: 1 – пробка; 2 – внутренняя полость; 3 – семя; 4 – питательно-защитная смесь

Для пунктирного высева широко распространены только два типа аппаратов – пневматические и ячеисто-дисковые [1, 5]. Можно сразу исключить возможность применения пневматики для высева капсулированных семян, аналогично тому, что она не применяется для посадки, например, картофеля. Увесистые клубни или капсулы потребовали бы слишком большого расхода воздуха при высоком вакууме, а это сопряжено с резким возрастанием энергозатрат и усложнением конструкции пневматической системы. Что касается ячеисто-дисковых аппаратов, то они могут быть применены для высева капсул, но для этого необходимо обосновать их конструктивные параметры и скоростные режимы работы.

Из теории пунктирного высева известно, что для высококачественного размещения семян вдоль посевной борозды приоритетными являются следующие условия:

- стопроцентное заполнение ячеек по одному семени;
- выброс их с увеличенной скоростью, доходящей до скорости движения сеялки, но направленной навстречу;
- отсутствие повреждений [2, 6].

Среди наиболее удачных конструкций для высева дражированных семян можно отметить аппарат с предварительным формированием в питательной камере двух организованных рядов над траекториями прохождения двух кольцевых рядов ячеек [2]. Разработка подобного аппарата для капсулированных семян требует обоснования размера ячеек и их рациональной скорости движения.

#### Методика расчета

В расчете конструктивных и режимных параметров ячеисто-дискового аппарата для высева капсулированных семян применима теория однозернового дозирования.

На движущемся со скоростью  $V_d$  диске, на самом краю ячейки расположено семя (рис. 2). Под влиянием скорости диска оно тоже движется, но с меньшей скоростью  $V_c$ . Относительно диска семя имеет скорость  $V_{отн}$ , и оно начинает полет в ячейке по горизонтали до удара о противоположную стенку и вниз, опускаясь вглубь.

Считается, что ячейка будет заполнена, если семя до удара о стенку успеет опуститься на половину своей толщины  $a$ . Конечно, в этом упрощенном представлении есть несколько допущений, но тем не менее оно позволяет установить примерные соотношения между размерами семян, ячеек и скоростями их движения.

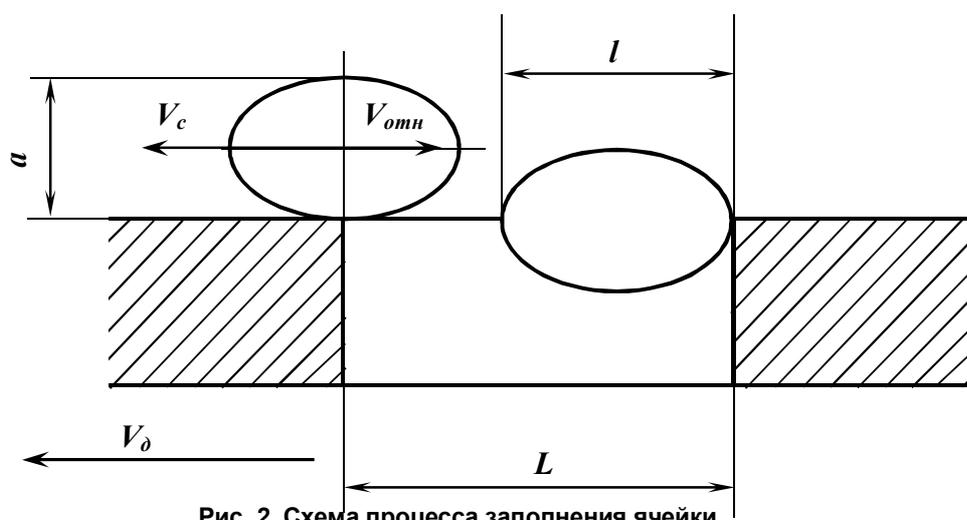


Рис. 2. Схема процесса заполнения ячейки

Время горизонтального и вертикального перемещений семени относительно ячейки будет соответственно равно

$$t = \frac{L - 0,5l}{V_{\text{отн}}} \quad \text{и} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5a}{g}} = \sqrt{\frac{a}{g}}, \quad (1)$$

где  $a$  – толщина семени, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$l$  – длина семени, м;

$L$  – длина ячейки, м;

$V_{\text{отн}}$  – относительная скорость движения семени по диску, м/с.

Для того чтобы семя не выскочило из ячейки,  $t_1$  должно быть меньше  $t$  ( $t_1 < t$ ). Если допустить равенство этих отрезков времени, то получим предельную скорость перемещения семени по диску, при которой еще возможно заполнение ячеек.

Приравняв  $t$  и  $t_1$  друг к другу, получим уравнение для определения допустимой относительной скорости движения семени по диску ( $[V_{\text{отн}}]$ , м/с), при которой оно еще может войти в ячейку

$$[V_{\text{отн}}] = \sqrt{\frac{g}{a}} \cdot (L - 0,5l). \quad (2)$$

### Результаты и их обсуждение

В отличие от технологии дражирования семян, капсулы можно приготавливать одинакового размера без отклонений в применяемой для данной культуры фракции. Это значительно уменьшит их повреждения роликом-отражателем высевающего аппарата. При выборе диаметра ячеек для дражированных семян руководствовались простым правилом: самое крупное семя должно разместиться в ячейке с зазором, а два самых мелких войти не должны. Эта неопределенность приводила к повышенному повреждению мелких семян в пределах фракции. При равенстве размеров капсулированных семян диаметр ячейки можно определить более точно и найти резерв повышения скорости дозирования.

В соответствии с выражением (1), при постоянстве размеров  $a$  и  $l$ , то есть при равенстве всех капсул, допускаемая относительная скорость движения семян по диску увеличивается пропорционально длине ячейки. Иными словами, при выбранной скорости дозирования по этому выражению можно определить тот минимальный размер ячейки, при котором только одно семя заполнит ячейку. По мере увеличения диаметра ячейки семена будут заполнять ее более уверенно, но возникает возможность частичного вхождения в ячейку второго семени с нарастающей вероятностью его повреждения роликом-отражателем (рис. 3).

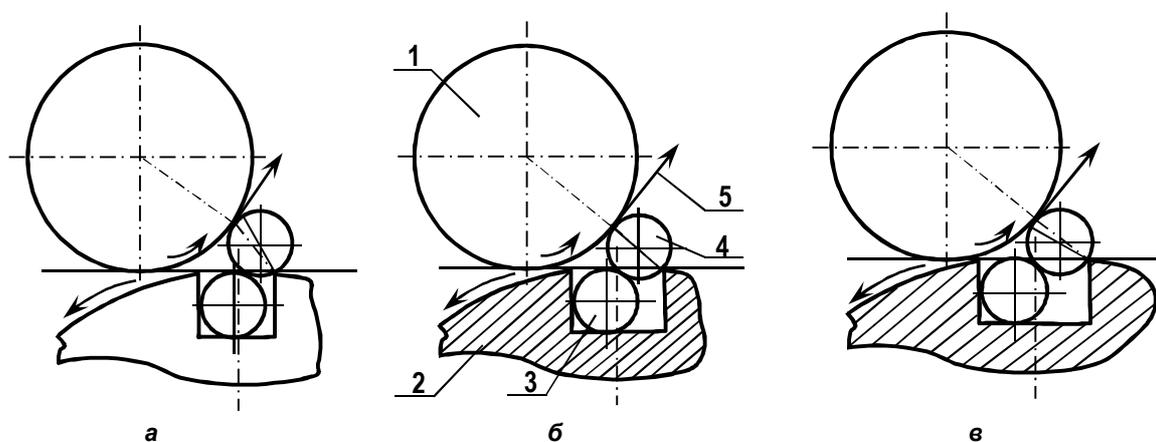


Рис. 3. Варианты отражения лишних капсул в зависимости от диаметра ячеек: 1 – ролик-отражатель; 2 – высевающий диск; 3 – капсула в ячейке; 4 – лишняя капсула; 5 – вектор скорости отражения лишней капсулы; а – отражение капсулы без повреждения; б – предельный вариант; в – отражение капсулы с повреждением

Лишняя капсула будет отражена без повреждения, если ее диаметр, проведенный из точки касания края ячейки, не дошел до точки касания ролика-отражателя. Если этот диаметр оказался в точке касания, то это предельный случай, определяющий максимально возможный диаметр ячейки для работы без повреждения капсул. В случае еще большего размера ячейки лишняя капсула окажется зажатой роликом-отражателем.

На рисунке 3 вариант б является расчетным для определения максимально возможного диаметра ячеек в функции от диаметра капсул и ролика-отражателя. В расчете принято, что глубина ячеек равна диаметру капсулы (рис. 4). Заданными величинами считаем диаметр капсулы и диаметр ролика-отражателя. Требуется определить диаметр ячейки. Расположение отражаемой капсулы характеризуется прямой линией  $OB$ , проходящей через центры ролика и капсулы, а также через точки касания капсулы с роликом и краем ячейки. Между этой линией и касательной к высеваящему диску в зоне ячейки находится угол  $\alpha$ , под которым на капсулу передается нормальное усилие. Он определяется из соотношения

$$\sin \alpha = \frac{R}{R+d}, \quad (3)$$

где  $R$  – радиус ролика-отражателя, м;  
 $d$  – диаметр капсулы, м.

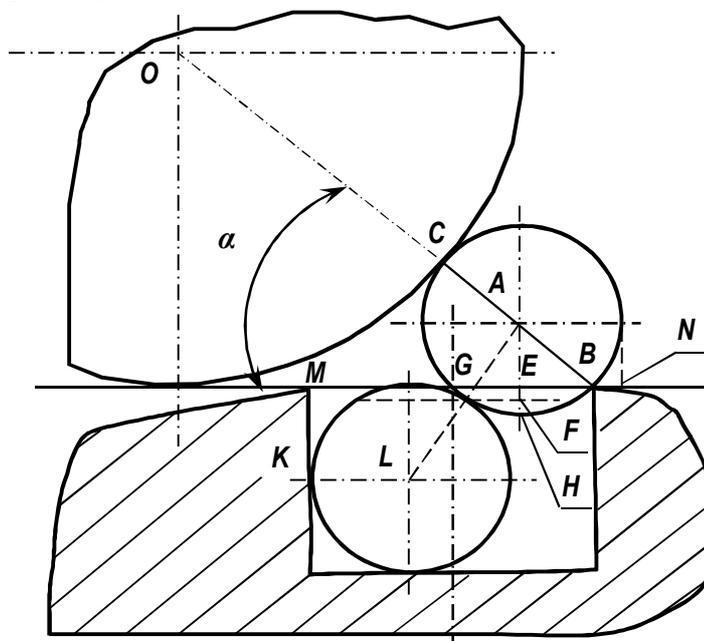


Рис. 4. Положение отражаемой капсулы при предельном значении диаметра ячейки

Для нахождения диаметра ячейки (отрезок  $MB$ ) следует сложить отрезки  $KL$ ,  $EN$ , два отрезка  $GF$  и вычесть отрезок  $BN$ . В результате получается следующая зависимость:

$$D = r(1 + \cos \alpha) + 2\sqrt{r^2 - [0,5r(1 + \sin \alpha)]^2}, \quad (4)$$

где  $D$  – диаметр ячейки, м;  
 $r$  – радиус капсулы, м;  
 $\alpha$  – угол, зависящий от диаметра капсулы и радиуса ролика-отражателя, вычисляется по выражению (3).

В качестве примера приведем результаты расчета предельно возможного диаметра ячейки по выражению (4). Если радиус ролика-отражателя принять равным 40 мм, а диаметр капсулы – 20 мм, то диаметр ячейки должен быть не более 28,5 мм, в про-

тивном случае начнется частичное защемление капсул роликом-отражателем. Диаметр высевающего диска в пределах рационального габарита существенного влияния на процесс заполнения не оказывает.

Представляет интерес, какую скорость относительного движения капсул по диску можно допустить без снижения скорости дозирования (заполняемости ячеек). Применяя выражение (2) к капсулированным семенам, имеем

$$[V_{отн}] = (D - 0,5d) \cdot \sqrt{\frac{g}{d}} \quad (5)$$

Допускаемая скорость оказалась  $[V_{отн}] = 0,41$  м/с. Для сравнения вычислим допускаемую относительную скорость дражированных семян диаметром 4,5 мм при входе в ячейки диаметром 5 мм. Эта скорость оказалась равной 0,13 м/с.

Рациональные размеры капсул для семян различных культур пока еще не выявлены, но уже сейчас можно показать влияние диаметра капсул на рациональные параметры процесса пунктирного высева (рис. 5).

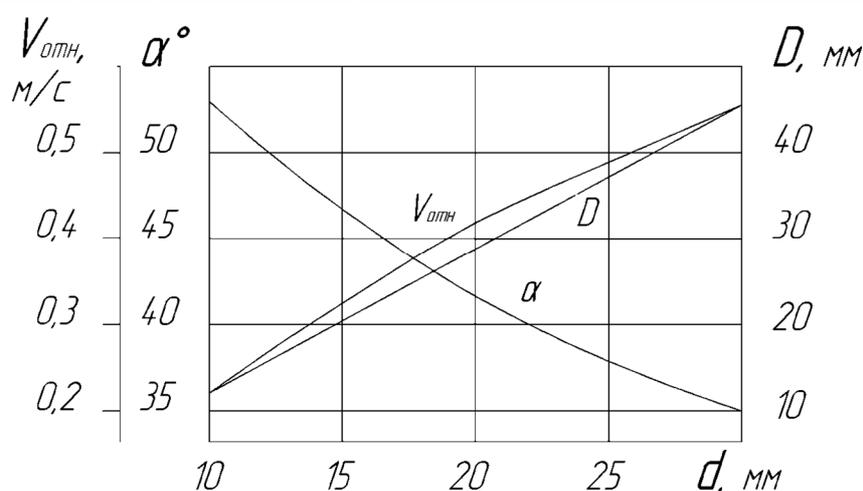


Рис. 5. Влияние диаметра капсулы на диаметр ячейки, угол вектора нормальной силы и предельную относительную скорость капсулы

### Выводы

1. Капсулированные семена можно высевать ячеисто-дисковыми аппаратами со скоростью дозирования, значительно превышающей этот параметр при высеве дражированных семян.

2. Диаметр ячеек ограничивается условием защемления капсул, частично вошедших в ячейки, и линейно зависит от диаметра капсул. Для капсул диаметром от 10 до 30 мм рациональный диаметр ячеек находится в пределах от 12 до 46 мм.

3. За счет увеличения разницы между диаметрами семени и ячейки можно высевать капсулированные семена размером 10–30 мм со скоростями дозирования, превышающими соответственно 0,22–0,56 м/с.

### Библиографический список

1. 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.
2. 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.
3. Василенко С.В. Совершенствуем высевающий диск / С.В. Василенко // Сахарная свекла. – 1999. – № 2. – С. 19.
4. Конструктивные параметры высевающего диска сеялки для посева капсулированных семян / А.В. Балашов, Ю.А. Тырнов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 1. – С. 5–6.

5. Кардашевский С.В. Высевающие устройства посевных машин / С.В. Кардашевский. – Москва : Машиностроение, 1973. – 173 с.
6. Кардашевский С.В. Методика оценки качества распределения семян при однозерновом посеве с учетом отрицательных интервалов / С.В. Кардашевский. – Москва : ВИСХОМ, 1963. – 32 с.
7. Кардашевский С.В. О точном высеве семян кукурузы / С.В. Кардашевский // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1961. – № 2. – С. 16–19.
8. Механическая сеялка для посева капсулированных семян / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Сухов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2014. – № 5. – С. 18–19.
9. Пат. 2475012 Российская Федерация, МПК А01С 7/04 (2006.01). Устройство для посадки семян в капсулах / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Сухов; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – № 2011132723/13 ; заявл. 03.08.2011 ; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 5. – 6 с.
10. Пат. 2526272 Российская Федерация, МПК А01С 1/06 (2006.01). Капсула для хранения и посева семян / А.А. Сухов, Н.А. Фоменко, Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов ; заявитель и патентообладатель Сухов Алексей Александрович. – № 2013102319/13, заявл. 17.01.2013 ; опубл. 20.08. 2014, Бюл. № 23. – 6 с.
11. Посев кукурузы в капсулах / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Сухов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – Новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : сб. науч. докладов XVI Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Тамбов, 20–21 сентября 2011 г.). – Тамбов : Изд-во Першина Р.В., 2011. – С. 129–130.
12. Сравнительные эксплуатационно-технологические показатели и показатели качества посева капсулированных семян / А.В. Балашов, Ж.Ж. Зайнушев, А.Н. Омаров, А.И. Завражнов, Н.В. Михеев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 179–182.
13. Тырнов Ю.А. Диск для капсулированных семян / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин // Сельский механизатор. – 2012. – № 4. – С. 9.
14. Хангильдин Э.В. Вероятностные модели расположения семян и растений в рядке / Э.В. Хангильдин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1978. – № 5. – С. 32–33.
15. Эксплуатационно-технологические показатели работы агрегатов на посевах капсулированных семян / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А. Сухов // Наука в Центральной России. – 2013. – № 2. – С. 32–35.

### 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.

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

Виктор Васильевич Труфанов – доктор технических 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: bgd@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 14.11.2019

Дата принятия к печати 17.12.2019

### 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.

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

Viktor V. Trufanov, Doctor of Engineering 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: bgd @agroeng.vsau.ru.

Received November 14, 2019

Accepted after revision December 17, 2019

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Нозим Исмоилович Джабборов<sup>1</sup>  
Александр Владимирович Сергеев<sup>1</sup>  
Валерий Андреевич Эвиев<sup>2</sup>  
Нимя Григорьевич Очиров<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

<sup>2</sup>Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет

Целью исследования является разработка математической модели функционирования почвообрабатывающих рабочих органов с упругими элементами, которая позволит решить задачу снижения энергоемкости процесса поверхностной обработки почвы путем оптимизации параметров колебаний упругого элемента рабочего органа с последующим обоснованием параметров упругого элемента для заданных условий функционирования. Объектом исследования является система «почва – почвообрабатывающий рабочий орган с упругим элементом». При проведении исследований использовались вероятностные (статистические) методы, которые применяются при исследовании сложных динамических систем. В разработанной математической модели функционирования входные и выходные параметры представлены в виде случайных функций. Основу базового блока модели составляет уравнение динамики упругого колебательного звена, на которое воздействует случайная возмущающая сила. Входным воздействием в модели функционирования является сопротивление почвы. Для оценки сопротивления почвы  $P(t)$  используем обобщенный показатель физико-механических свойств почвы в виде твердости  $\rho(t)$ . Случайный характер входного воздействия вызывает колебания элементов рабочих органов, соединенных со стойкой через упругий элемент. Колебания элементов рабочих органов через обратную связь стремятся изменить величину и свойства входного воздействия. Разработанная математическая модель отражает внутреннюю отрицательную обратную связь по параметрам колебаний, вызывающим изменение тягового сопротивления почвообрабатывающего рабочего органа с упругим элементом в конструкции. При разработке модели принято, что средний угол, дисперсия среднего угла и дисперсия скорости угловых колебаний влияют на изменение средней величины и дисперсии тягового сопротивления рабочего органа. Идентификация параметров модели должна осуществляться по экспериментальным данным с участками стационарных колебаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математическая модель, упругое колебательное звено, тяговое сопротивление, параметры колебаний, динамические рабочие органы.

## DEVELOPING MATHEMATICAL MODEL OF FUNCTIONING OF TILLAGE WORKING BODIES WITH ELASTIC ELEMENTS

Nozim I. Dzhabborov<sup>1</sup>  
Aleksandr V. Sergeev<sup>1</sup>  
Valery A. Eviev<sup>2</sup>  
Nimya G. Ochirov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Engineering and Environmental Problems of Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM

<sup>2</sup>Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov

<sup>3</sup>North-Eastern state University

The research objective is to develop a mathematical model of functioning of tillage working bodies with elastic elements that would solve the problem of reducing the energy intensity of surface tillage by optimizing the oscillation properties of the elastic element of the working body with subsequent justification of parameters of the elastic element for the given operating conditions. The object of study is the system of soil and tillage working body with

elastic element. The research was performed using the probabilistic (statistical) methods, which are used to study complex dynamic systems. In the developed mathematical model of functioning the input and output parameters are represented as random functions. The basis of the mainframe of the model is the equation of dynamics of the elastic oscillating element, which is affected by an accidental exciting force. The input action in the model of functioning is soil resistance. In order to estimate the soil resistance  $P(t)$  the authors use a generalized indicator of physical and mechanical properties of the soil in the form of hardness  $\rho(t)$ . The accidental nature of input action causes oscillations of the elements of working bodies connected to the pillar through the elastic element. Oscillations of elements of working bodies tend to change the magnitude and properties of the input action through the feedback. The developed mathematical model reflects the internal negative feedback by the oscillation properties, which cause changes in the traction resistance of the tillage working body with an elastic element in its structure. When developing the model the authors assumed that the mean angle, dispersion of the mean angle and angular oscillation velocity dispersion affected the changes in the mean value and dispersion of traction resistance of the working body. Identification of model parameters should be performed according to the experimental data with sites of stationary oscillations.

KEYWORDS: mathematical model, elastic oscillating element, traction resistance, oscillation properties, dynamic working bodies.

### **В**ведение

В настоящее время ведутся научные исследования по обоснованию конструктивных параметров почвообрабатывающих рабочих органов, обеспечивающих снижение энергоемкости обработки почвы в различных условиях функционирования [2–14], которые определяются твердостью почвы, глубиной обработки, скоростью перемещения рабочего органа, предшествующей технологической операцией и другими факторами.

При выполнении различных технологических операций на почвообрабатывающий рабочий орган воздействуют входные случайные (в вероятностно-статистическом смысле) возмущения, которые при наличии в конструкции почвообрабатывающих рабочих органов упругих элементов приводят к повышенным колебаниям [5, 10, 12, 14].

Проведенный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований показывает, что одним из резервов снижения энергоемкости обработки почвы является создание и внедрение почвообрабатывающих рабочих органов и машин с новыми свойствами динамичности, позволяющими автоматически адаптироваться к почвенным условиям. Разработанные в Институте агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ рабочие органы были апробированы в условиях производства и показали снижение тягового сопротивления и, как следствие, снижение затрат энергии на обработку почвы.

Для достижения требуемых показателей качества, регламентируемых энергетическими, агротехнологическими и экологическими требованиями, необходимо переводить сельхозтоваропроизводителей на принципиально новые почвообрабатывающие машины, рабочие органы которых используют прогрессивные принципы воздействия на обрабатываемую среду, одновременно обеспечивая возможность изменения степени воздействия рабочего органа на почву. Необходимым условием создания таких рабочих органов являются фундаментальные теоретические модели взаимодействия рабочего органа с почвой, способные математически описать физическую картину процессов, происходящих в зоне контакта рабочего органа и почвы.

### **Методика исследования**

С целью оптимизации конструктивно-технологических параметров повышения эффективности почвообрабатывающих рабочих органов с упругими элементами возникает необходимость построения математической модели, позволяющей описать процесс их функционирования, решить задачу снижения энергоемкости процесса поверхностной обработки почвы путем оптимизации параметров колебаний упругого элемента рабочего органа с последующим их расчетом для заданных условий функционирования.

При проведении экспериментов использовались вероятностные (статистические) методы, которые применяются при исследовании сложных динамических систем [1].

Входные и выходные параметры в рассматриваемой математической модели функционирования представлены в виде случайных функций.

Из-за отсутствия строгой физической картины взаимодействия колеблющейся части рабочего органа с почвой возникает необходимость использования эмпирических моделей, параметры которых идентифицируются по результатам экспериментов.

#### Результаты и их обсуждение

Объектом исследования является система «почва – почвообрабатывающий рабочий орган с упругим элементом». При предпосевной обработке почвы в результате взаимодействия рабочего органа с почвой происходит ее рыхление и уничтожение сорняков. На рисунке 1 представлена информационная модель системы «почва – почвообрабатывающий рабочий орган с упругим элементом».

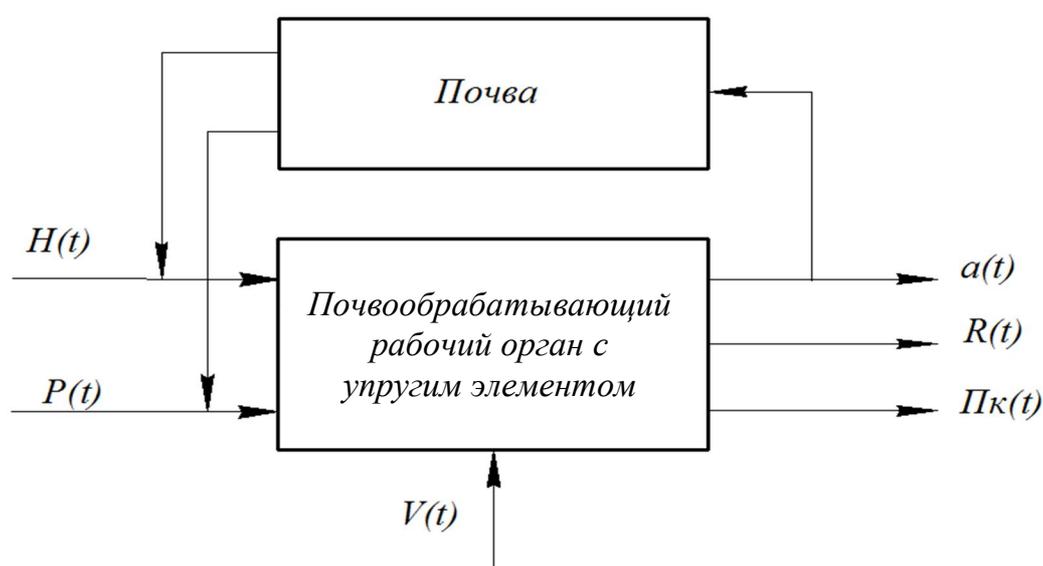


Рис. 1. Информационная модель системы «почва – почвообрабатывающий рабочий орган с упругим элементом»

Входные параметры:

$H(t)$  – глубина обработки почвы, см;

$V(t)$  – скорость перемещения рабочего органа, м/с;

$P(t)$  – сопротивление почвы, МПа.

Выходные параметры:

$a(t)$  – угол отклонения упругого элемента (рис. 2), рад.

$Пк$  – показатель качества обработки почвы.

$R(t)$  – тяговое сопротивление почвообрабатывающего рабочего органа, определяющее в конечном итоге затраты энергии для получения необходимых величин параметра  $Пк$  –  $Пк^*$ .

Показатель качества  $Пк$  представляет собой систему минимально допустимых величин показателей качества обработки почвы.

Для оценки сопротивления почвы  $P(t)$  используем обобщенный показатель физико-механических свойств почвы в виде твердости  $\rho(t)$ .

Случайный характер входного воздействия вызывает колебания элементов рабочих органов, соединенных со стойкой через упругий элемент. Колебания элементов рабочих органов через обратную связь стремятся изменить величину и свойства входного воздействия.

Процесс колебаний части рабочего органа, закрепленного через упругий элемент, представлен на рисунке 2.

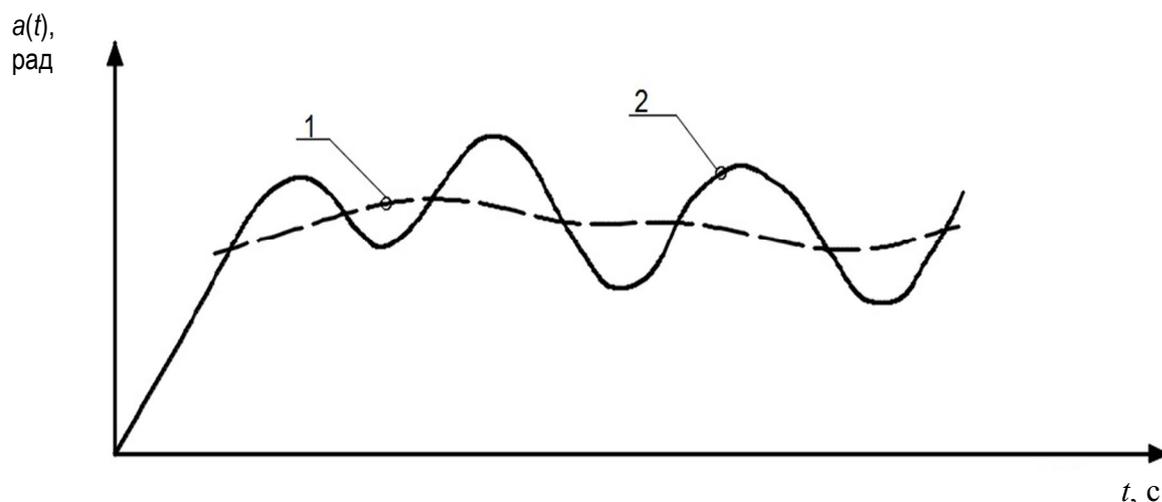


Рис. 2. Процесс колебаний рабочего органа с упругим элементом:  
1 – математическое ожидание составляющей угла колебания;  
2 – центрированная высокочастотная составляющая колебаний

Примером почвообрабатывающего рабочего органа, в конструкции которого используется упругий элемент, является динамичный рабочий орган. Схема динамичного рабочего органа представлена на рисунке 3.

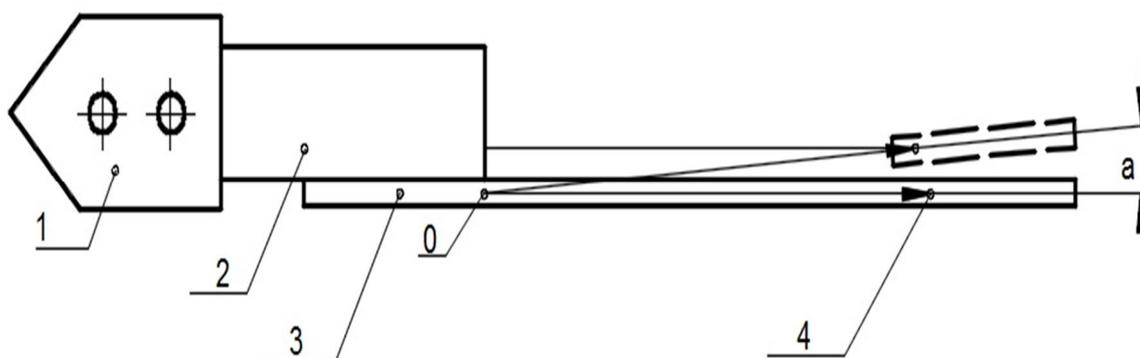


Рис. 3. Схема динамичного рабочего органа для определения параметров колебаний стрелчатой части: 1 – наральник шириной 65 мм; 2 – стойка; 3 – упругий элемент; 4 – точка крепления стрелчатой части

Особенностью такого рабочего органа является то, что его стрелчатая часть прикреплена к стойке через упругий элемент 3. Под воздействием момента случайного возмущающего воздействия стрелчатая часть совершает колебательное движение.

Под воздействием момента сил элемент рабочего органа отклоняется на некоторый угол  $\tilde{\alpha}$ , и около него совершаются колебания высокой интенсивности  $\hat{\alpha}$ . Примем, что процессы, вызывающие  $\tilde{\alpha}(t)$  и  $\hat{\alpha}(t)$ , не коррелированы и система линейна.

В качестве основных параметров колебаний будем использовать следующие:

- средний угол отклонения точки крепления стрелчатой части рабочего органа к упругому элементу относительно стойки рабочего органа  $\tilde{\alpha}$ ;
- дисперсия угловых отклонений  $\theta_{11}$ ;
- дисперсия скорости угловых отклонений  $\theta_{22}$ .

Средний угол отклонений характеризует направление колебаний, и его влияние на величину сопротивления проявляется через изменение угла крошения и площади активной части рабочего органа.

Дисперсия угловых отклонений является статистическим аналогом квадрата амплитуды колебаний, а дисперсия скорости угловых колебаний – аналогом квадрата угловой скорости колебаний.

Для решения поставленной задачи используем следующую базовую модель процесса:

$$I \cdot \ddot{\alpha}(t) + \eta \dot{\alpha}(t) + C \alpha(t) = M(\alpha, V, \rho, H, t); \quad (1)$$

$$\Delta R(t) = R_{ж}(t) - R_y(t); \quad (2)$$

$$R_{ж}(t) = R(V, \rho, H); \quad (3)$$

$$R_y(t) = R(\tilde{\alpha}, \theta_{11}, \theta_{22}), \quad (4)$$

где  $M(\alpha, V, \rho, H, t)$  – момент случайной вынуждающей силы;

$I$  – момент инерции элемента рабочего органа;

$C$  – жесткость упругого элемента;

$\eta$  – коэффициент демпфирования.

$R_{ж}(t)$  – тяговое сопротивление нединамичного (типового) почвообрабатывающего рабочего органа;

$R_y(t)$  – тяговое сопротивление динамичного почвообрабатывающего рабочего органа.

Уравнение (1) представляет собой функцию, которая описывает динамику изменения угловых колебаний упругого элемента рабочего органа в зависимости от тягового сопротивления и параметров колебаний жестко закрепленной части рабочего органа (стойки). Уравнения (2), (3), (4) являются экспериментальным блоком базовой модели.

При определении дисперсии угловых отклонений  $\theta_{11}$  и дисперсии скорости угловых отклонений  $\theta_{22}$  используем принцип суперпозиции и условия некоррелированности входных сигналов, вызывающих  $\tilde{\alpha}$  и  $\hat{\alpha}$ .

Применив метод уравнений моментов и представив ранее полученные зависимости в форме двух уравнений первого порядка, переходим к решению системы уравнений относительно корреляционных моментов выходных переменных:

$$\begin{cases} \ddot{\theta}_{11} = 2 \cdot \theta_{12}; & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{\theta}_{12} = \theta_{22} - \alpha_{23}\theta_{11} - \alpha_{22}\theta_{12}; & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \theta_{22} = -2\alpha_{23}\theta_{22} - \alpha_{22}\theta_{12} + k^2 Q(t), & (7) \end{cases}$$

$$\text{где } \theta_{11} = M[\alpha(t)^2], \quad \theta_{22} = M\left[\frac{d}{dt}\alpha(t)^2\right], \quad \alpha_{22} = C/I, \quad \alpha_{23} = \eta/I, \quad k = \rho_c/I \quad (8)$$

представляют собой динамические параметры системы;

$Q(t)$  – интенсивность централизованной составляющей силы сопротивления,  $\text{рад}^2/\text{с}^3$ ;

$\rho_c$  – плечо момента сил сопротивления почвы, мм.

$\dot{\theta}_{12}$  и  $\ddot{\theta}_{11}$  – соответственно первая и вторая производные параметров колебаний.

Оценка выхода уравнения  $\Delta R(t)$  может быть получена после идентификации функции  $R_{ж}(t)$ ,  $R_y(t)$ , после чего могут быть определены  $\tilde{\alpha}(t)$ ,  $\theta_{11}(t)$ ,  $\theta_{22}(t)$ .

Для характеристики участков стационарных колебаний указанных функций экспериментально определены их значения.

Для участка установившихся колебаний части почвообрабатывающего рабочего органа, закрепленной через упругий элемент, получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \tilde{\alpha} = M(\alpha, V, \rho, H, t)/C; \\ \theta_{11} = k^2 \theta / (2\alpha_{22} \cdot \alpha_{23}); \\ \theta_{22} = k^2 \theta / (2\alpha_{23}); \\ \theta_{22} = \alpha_{22} / \theta_{11}; \\ \theta_{12} = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Далее оцениваем следующие параметры:

- $\alpha_{22}$  и  $k$  – на основе результатов стендовых испытаний;
- $\tilde{\alpha}$ ,  $\theta_{11}$  и  $\theta_{22}$  – по результатам натуральных экспериментов;
- $\alpha_{23}$  – по формуле (8).

Коэффициент демпфирования  $\eta$  можно определить, зная параметры  $\alpha_{22}$  и  $\alpha_{23}$ , а интенсивность центрированной составляющей силы сопротивления  $Q$ , зная параметры  $\alpha_{22}$ ,  $\alpha_{23}$  и  $\theta_{11}$ .

### Заключение

Отличительной особенностью разработанной математической модели является наличие внутренней отрицательной обратной связи по параметрам колебаний, вызывающих изменение тягового сопротивления рабочего органа.

Основу базового блока модели составляет уравнение динамики упругого колебательного звена, на которое воздействует случайная возмущающая сила.

При разработке модели принято, что средний угол, дисперсия среднего угла и дисперсия скорости угловых колебаний влияют на изменение средней величины и дисперсии тягового сопротивления рабочего органа.

Идентификация параметров модели должна осуществляться по экспериментальным данным с участками стационарных колебаний.

Модель функционирования позволяет формализовать целевую функцию для оптимизации параметров колебаний части рабочего органа, закрепленной на стойке через упругий элемент.

### Библиографический список

1. Валге А.М. Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства с примерами на STATGRAPHICS и EXCEL / А.М. Валге, Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев. – Элиста : Изд-во КалмГУ, 2015. –140 с.
2. Джабборов Н.И. Определение энерготехнологических параметров динамичных почвообрабатывающих агрегатов / Н.И. Джабборов, А.В. Добринов, Г.А. Семенова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (49). – С. 252–259.
3. Джабборов Н.И. Оценка тягово-динамических показателей почвообрабатывающих агрегатов / Н.И. Джабборов, Д.А. Максимов, Г.А. Семенова // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 93. – С. 53–64.
4. Жилкин В.А. Расчеты на прочность и жесткость элементов сельскохозяйственных машин. Ч. I : учеб. пособие / В.А. Жилкин. – Челябинск : ЧГАУ, 2005. – 427 с.
5. Иванов В.Ю. Исследование математической модели сложной динамической системы рыхлительного агрегата с системой управления положением рабочего органа / В.Ю. Иванов // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2013. – № 3 (31). – С. 35–38.

6. Измайлов А.Ю. Автоматизированные информационные технологии в производственных процессах растениеводства / А.Ю. Измайлов, В.К. Хорошенков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 4. – С. 3–9.
7. Измайлов А.Ю. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 7. – С. 2–6.
8. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, В.А. Сакур. – Москва : Колос, 1994. – 751 с.
9. Лурье А.Б. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления / А.Б. Лурье, И.С. Нагорский. – Москва : Колос, 1979. – 312 с.
10. Макаренко А.Н. Обоснование параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин с переменными углами рабочих поверхностей / А.Н. Макаренко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 5–3 (10–3). – С. 236–240.
11. Проблемные вопросы повышения энергоэффективности МТА с упруго закрепленными рабочими органами / Д.С. Гапич, В.А. Эвиев, Р.А. Косульников, С.А. Чумаков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 1 (49). – С. 312–318.
12. Российская технология обработки почвы и посева на основе собственных конкурентоспособных инновационных машин / Н.К. Мазитов, Я.П. Лобачевски, Р.С. Рахимов и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 7. – С. 68–70.
13. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин : монография / Г.Н. Синеоков. – Москва : Машиностроение, 1965. – 312 с.
14. Старовойтов С.И. Горизонтальная составляющая тягового сопротивления стрельчатой лапы с переменным углом крошения и с трансформированным лезвием / С.И. Старовойтов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1 (3). – С. 79–86.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Нозим Исмоилович Джабборов – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории систем моделирования и автоматизированного проектирования технических средств ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, e-mail: nozimjon-59@mail.ru.

Александр Владимирович Сергеев – кандидат технических наук, ст. научный сотрудник, научно-исследовательской лаборатории систем моделирования и автоматизированного проектирования технических средств ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, e-mail: mrsergeev05@gmail.com.

Валерий Андреевич Эвиев – доктор технических наук, профессор, декан инженерно-технологического факультета, зав. кафедрой агроинженерии ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», Россия, г. Элиста, e-mail: aviev@yandex.ru.

Нимья Григорьевич Очиров – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет», Россия, г. Магадан, e-mail: nimya80@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 05.10.2019

Дата принятия к печати 25.11.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nozim I. Dzhabborov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Scientific Researcher, Research Laboratory of Systems Modeling and Computer-Aided Design of Engineering Facilities, Institute for Engineering and Environmental Problems of Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, e-mail: nozimjon-59@mail.ru.

Aleksandr V. Sergeev, Candidate of Engineering Sciences, Senior Scientific Researcher, Research Laboratory of Systems Modeling and Computer-Aided Design of Engineering Facilities, Institute for Engineering and Environmental Problems of Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, e-mail: mrsergeev05@gmail.com.

Valery A. Eviev, Doctor of Engineering Sciences, Dean of the Faculty of Engineering and Technology, Head of the Dept. of Agricultural Engineering, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Russia, Elista, e-mail: aviev@yandex.ru.

Nimya G. Ochirov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Automobile Transport, Russia, Magadan, e-mail: nimya80@mail.ru.

Received September 05, 2019

Accepted after revision November 25, 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

---

Павел Петрович Гамаюнов<sup>1</sup>  
Абдул Гаджибалаевич Баламирзоев<sup>2,3</sup>  
Шамиль Магамедович Игитов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

<sup>2</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) –  
Махачкалинский филиал

<sup>3</sup>Дагестанский государственный педагогический университет, г. Махачкала

Теория восстановления машин предусматривает системный подход ко всем явлениям и процессам, связанным с восстановлением работоспособности. Предметом изучения теории является комплекс проблем, решение которых позволило бы превратить сферу ремонта машин в эффективную область производственной деятельности. Уровень ремонтпригодности автомобилей и их составных частей во многом определяется объективностью системы нормативов, регламентирующих обеспечение ремонтпригодности на этапах расчета, проектирования, производства, эксплуатации и ремонта. Для изделий-аналогов путем проведения статистических исследований устанавливаются возможные повреждения, которые классифицируются по определенным признакам. В отдельную классификационную группу относятся повреждения, по которым изделие является неремонтпригодным. Одновременно фиксируются наработки до появления того или иного повреждения. Исследования и анализ проводятся для доремонтной и межремонтной наработок. В статье рассматривается моделирование прогнозирования показателей ремонтпригодности изделий. Разработаны прогнозные процедуры оценивания показателей ремонтпригодности, которые связаны с обоснованием комплексных показателей конструктивно-технологических особенностей изделий, несущих в себе информацию о возможной их работоспособности. По результатам можно определить прогнозные оценки возможного уровня повреждаемости по критическим дефектам в зависимости от величины комплексного показателя конструктивно-технологических особенностей блоков цилиндров дизельных двигателей. Полученные данные позволяют установить (по методу наименьших квадратов) эмпирическую зависимость между показателями удельной повреждаемости и показателем конструктивно-технологических особенностей для блока цилиндров. Выявленные закономерности могут быть использованы для оценки показателей ремонтной технологичности и ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого двигателя. Приведены оценки показателей ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого мотора. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: моделирование, ремонтпригодность, повреждаемость детали, двигатель, эксплуатационные свойства.

## PREDICTIVE SIMULATION OF MAINTAINABILITY INDICATORS OF DIFFERENT ITEMS

Pavel P. Gamayunov<sup>1</sup>  
Abdul G. Balamirzoev<sup>2,3</sup>  
Shamil M. Igitov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

<sup>2</sup>Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) –  
Makhachkala Branch

<sup>3</sup>Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala

The theory of machine repair presupposes a system approach to all the phenomena and processes associated with performance restoration. The subject of study of this theory is a complex of problems, the solution of which would allow turning the sphere of machine repair into an efficient area of production activities. The level of maintainability of vehicles and their components is largely determined by the objectivity of the system of standards that govern the maintainability assurance at the stages of calculation, design, production, operation, and repair. For comparable items statistical studies determine the possible damage, which is classified according to certain criteria. A separate classification group includes damages that make the item non-repairable. The

operating time before particular damages is recorded simultaneously. Research and analysis are performed for pre-repair and inter-repair operating time. This article deals with predictive simulation of maintainability indicators of different items. The authors have developed predictive procedures for assessing the maintainability indicators, which are associated with the justification of complex indicators of structural and technological features of items carrying the information about their possible operability. The results allow determining the predictive estimates of the possible damage level by critical defects depending on the value of the complex indicator of structural and technological features of diesel engine cylinder blocks. Using the least squares method the obtained data allows establishing an empirical relationship between the specific damage indicators and the indicator of structural and technological features for a cylinder block. The revealed patterns can be used to assess the indicators of maintainability and repairability of the cylinder block of the designed engine. The authors provide the estimated maintainability indicators of the cylinder block of the designed engine.

KEYWORDS: simulation, maintainability, damage of parts, engine, operational properties.

**Р**емонтопригодностью называют свойство изделия, которое характеризует его приспособленность к восстановлению состояния исправности, а также сохранение заданной технической характеристики методами предупреждения, выявления, устранения отказов.

Ремонтопригодность должна обеспечиваться уже на стадии проектирования и производства изделий посредством правильного выбора конструкции и соблюдения технологии изготовления. При эксплуатации изделия поддержание его ремонтпригодности достигается посредством рациональной системы ремонта и технического обслуживания.

Современное машиностроение характеризуется тенденцией увеличения мощности энергетических установок с одновременным снижением массы машин. Это приводит к появлению и протеканию в элементах конструкции изделий сложных процессов силового (квазистатического и вибрационного) и теплового нагружения, сопровождающихся релаксационными напряжениями, что проявляется в повышенном напряженно-деформированном состоянии конструктивных элементов машин. На величину напряженно-деформированного состояния оказывают влияние как внешние факторы (характер приложения нагрузок и их распределение, скорость перемещения трущихся тел, температурный режим, способ организации смазывания), так и конструктивное совершенство и технологическая отработка конструкции деталей, сопряжений и сборочных единиц (рациональный выбор материала, решение компоновочных схем и конструктивного оформления деталей и сопряжений) и др. [2, 3, 4, 9, 10, 11].

Конструктивно-технологические факторы и сложный характер нагружения формируют общие свойства, характеризующие ремонтпригодность и ремонтную технологичность машин и их составных частей, определяют в конечном итоге уровень восстанавливаемости их эксплуатационных свойств [6, 7].

Объективный расчет показателей ремонтпригодности на стадиях технического задания, технического предложения и эскизного проекта затрудняется из-за отсутствия необходимой информации. Поэтому приходится разрабатывать прогнозные процедуры оценивания показателей ремонтпригодности, что связано с необходимостью определения показателей конструктивно-технологических особенностей изделий, несущих в себе информацию о возможной их работоспособности.

Выбор и обоснование показателей конструктивно-технологических особенностей, расчетное определение их значений, установление взаимосвязи с эксплуатационными свойствами определяются функциональным назначением изделия, характером конструктивного и технологического исполнения и другими факторами. В настоящее время пока не следует ожидать появления универсального метода выбора и обоснования такого рода показателей. Наиболее удовлетворительное решение этой задачи основывается на использовании информации об изделиях-аналогах, опыте их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта [1, 8, 12].

Выбор показателя конструктивно-технологических особенностей изделия рассмотрим на примере блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания как наиболее сложной, материалоемкой и трудоемкой базовой детали.

В литературе предложены некоторые обобщенные параметры, к которым прежде всего относятся удельная материалоемкость и жесткость [5, 13, 14]. Удельная материалоемкость определяется отношением

$$m = \frac{G}{N_e}, \quad (1)$$

где  $G$  – масса двигателя (детали), кг;

$N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт.

В качестве параметра, определяющего жесткость блока цилиндров, используют показатель

$$\varphi = \frac{D}{L_0}, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр отверстия под верхний посадочный буртик гильзы цилиндра, м;

$L_0$  – расстояние между осями примыкающих отверстий под гильзы цилиндров, м.

На глубину и характер повреждаемости детали оказывает влияние материал, из которого она изготовлена. В качестве характеристики материала может быть применен относительный коэффициент интенсивности напряжений

$$K_{\text{и.отн}} = \frac{K_{\text{и}}^{\text{б}}}{K_{\text{и}}^{\text{i}}}, \quad (3)$$

где  $K_{\text{и}}^{\text{б}}$  – критический коэффициент интенсивности напряжений для базового двигателя;

$K_{\text{и}}^{\text{i}}$  – то же для сравниваемого варианта двигателя.

Этот показатель несет информацию о величине нагрузки, выдерживаемой материалом при наличии трещинки, т. е. характеризует сопротивление распространению трещин.

Влияние нагруженности, возникающей под действием максимальной суммарной силы за цикл в работающем двигателе, учитывают с помощью коэффициента приведения

$$K_{\text{пр}} = \frac{P_{\sum \max}^{\text{б}}}{P_{\sum \max}^{\text{i}}}, \quad (4)$$

где  $P_{\sum \max}^{\text{б}}$  – максимальная суммарная сила за цикл работы двигателя, определяемая для базового варианта, Н;

$P_{\sum \max}^{\text{i}}$  – то же для сравниваемого варианта мотора, Н.

В соответствии с уравнениями (1) – (4) введем понятие комплексного показателя конструктивно-технологических особенностей применительно к блоку цилиндров дизельных двигателей

$$K_{\text{кт}} = \frac{m}{\varphi} K_{\text{и.отн}} K_{\text{пр}}, \quad (5)$$

который может быть применен для прогнозной оценки значения повреждаемости конструктивных составляющих блока цилиндров, определения наработок до возникновения критических повреждений, расчета характеристик ремонтпригодности и иных целей на этапах проектирования, доводки и опережающего выпуска свежих изделий.

К критическим повреждениям относятся те, с появлением которых деталь (изделие) становится неремонтопригодной. К примеру, для блока цилиндров – это трещинки по коренным опорам, перемычкам, на привалочных плоскостях под головки цилиндров и др. Для прогнозирования характеристик ремонтпригодности и ремонтной технологичности на стадии проектирования следует в большем объеме применять информацию об изделиях-аналогах.

Рассмотрим некоторые характеристики ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого двигателя внутреннего сгорания, для которого в качестве двигателей-аналогов могут быть применены двигатели-дизели № 1–4. Исходные данные для определения численных значений комплексного показателя  $K_{кт}$  и итоги его расчета приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Формирование показателей конструктивно-технологических особенностей двигателей-аналогов**

Двигатель-аналог	Масса блока, кг	Мощность, кВт	$\varphi$	$K_{и.отн}$	$K_{пр}$	$K_{кт}$
№ 1	190	154	0,911	1,0	1,0	1,35
№ 2	292	176	0,802	1,0	1,057	2,19
№ 3	269	132	0,802	1,0	1,057	2,68
№ 4	530	141	0,963	1,0	1,0	3,90

Для изделий-аналогов путем проведения статистических исследований устанавливаются возможные повреждения, которые классифицируются по определенным признакам. В отдельную классификационную группу относятся повреждения, по которым изделие является неремонтопригодным. Одновременно фиксируются наработки до появления того или иного повреждения. Исследования и анализ проводятся для доремонтной и межремонтной наработок.

В качестве количественной оценки уровня повреждений примем показатель удельной повреждаемости

$$g_i = \frac{\sum_{k=1}^{N_i} \frac{1}{L_{ik}}}{N_i}, \quad (6)$$

где  $L_{ik}$  – наработка  $k$ -го изделия до появления  $i$ -го повреждения, ч;

$N_i$  – количество изделий, имеющих  $i$ -й вид повреждений, шт.

Обработанные по формуле (6) результаты статистического исследования технического состояния блоков цилиндров на авторемонтных предприятиях представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Показатели удельной повреждаемости для двигателей-аналогов**

Показатель	Двигатель-аналог			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$K_{кт}$	1,35	2,19	2,68	3,90
$g_1$	0,2710	0,0833	0,0379	0,0014
$g_2$	0,2080	0,0237	0,0056	0,0014
$g_3$	0,1020	0,0268	0,0158	0,0014

В таблице 2 приведены показатели удельной повреждаемости для следующих критических повреждений блока цилиндров:

$g_1$  – трещины на рубашке охлаждения;

$g_2$  – трещины по перемычкам на привалочных плоскостях под головки цилиндров;

$g_3$  – трещины по коренным опорам.

Данные таблицы 2 позволяют установить (по методу наименьших квадратов) эмпирическую зависимость между показателями удельной повреждаемости  $g_1, g_2, g_3$  и показателем конструктивно-технологических особенностей  $K_{кт}$  для блока цилиндров.

Указанная эмпирическая зависимость может быть представлена в виде

$$g_i = a \cdot \exp\left\{\frac{b}{K_{кт}}\right\}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (7)$$

где  $a, b$  – параметры, подлежащие определению.

Логарифмируя (7), получим

$$\ln g_i = \ln a + \frac{b}{K_{кт}}. \quad (8)$$

После замены переменных  $z = \ln g_i, \quad t = \frac{1}{K_{кт}}$  уравнение (8) принимает вид линейной зависимости

$$z = At + B. \quad (9)$$

Параметры уравнений (7) и (9) связаны соотношениями:

$$a = e^B; \quad b = A, \quad (10)$$

где  $A$  и  $B$  определяют по методу наименьших квадратов.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Формирование эмпирических зависимостей**

Параметр	Двигатель-аналог			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$K_{кт}$	1,35	2,19	2,68	3,90
$e = \frac{1}{K_{кт}}$	0,741	0,457	0,373	0,256
$g_1$	0,2710	0,0833	0,0379	0,0014
$z = \ln g_1$	-1,3056	-2,4853	-3,2728	-6,5713
	$A = 9,535; B = -7,7638$		$a = 4,248 \cdot 10^{-4}; b = 9,535$	
Выравненное значение $g_1$	0,4974	0,03316	0,01489	0,004879
$g_2$	0,2080	0,0237	0,0056	0,0014
$z = \ln g_2$	-1,5702	-3,7423	-5,1850	-6,5713
	$A = 10,195; B = -8,9240$		$a = 1,332 \cdot 10^{-4}; b = 10,195$	
Выравненное значение $g_2$	0,2543	0,01406	0,005669	0,001811
$g_3$	0,1020	0,0268	0,0158	0,0014
$z = \ln g_3$	-2,2828	-3,6194	-4,1478	-6,5713
	$A = 7,937; B = -7,7804$		$a = 4,178 \cdot 10^{-4}; b = 7,937$	
Выравненное значение $g_3$	0,1497	0,01571	0,008067	0,003187

Таким образом, мы получили эмпирические зависимости показателей удельной повреждаемости от значений комплексного показателя конструктивно-технологических индивидуальностей для следующих критических повреждений блока цилиндров:

- трещины на рубашке охлаждения

$$g_1 = 4,248 \cdot 10^{-4} \cdot \exp\left\{\frac{9,535}{K_{кт}}\right\}; \quad (11)$$

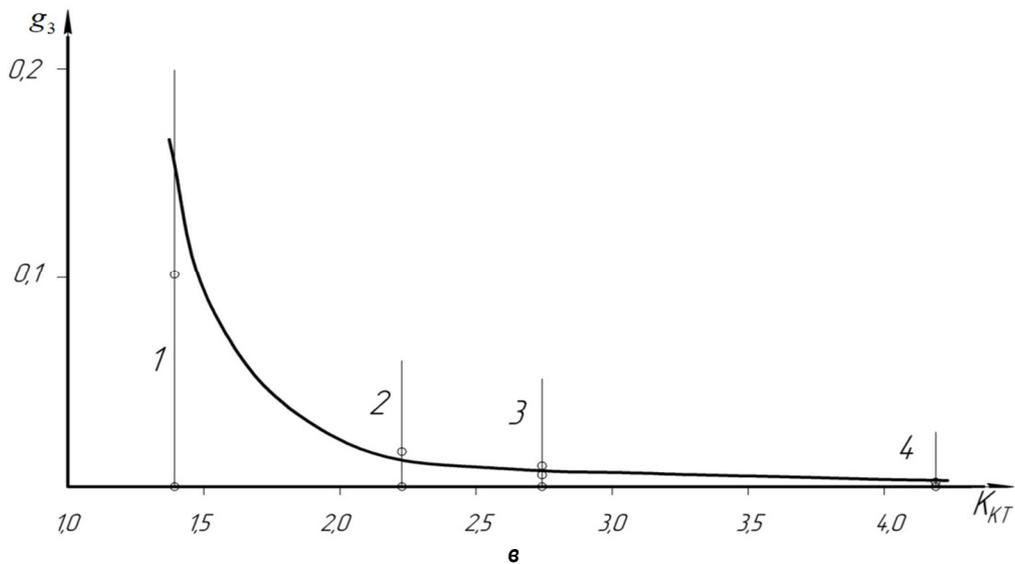
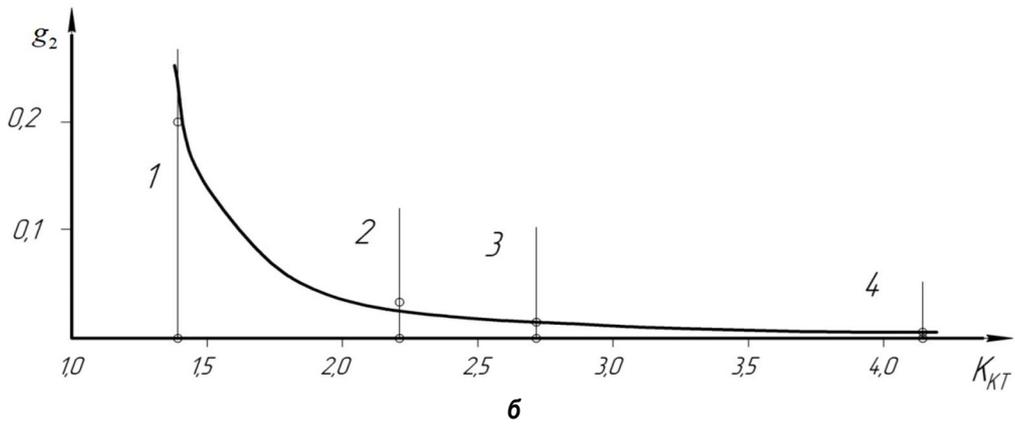
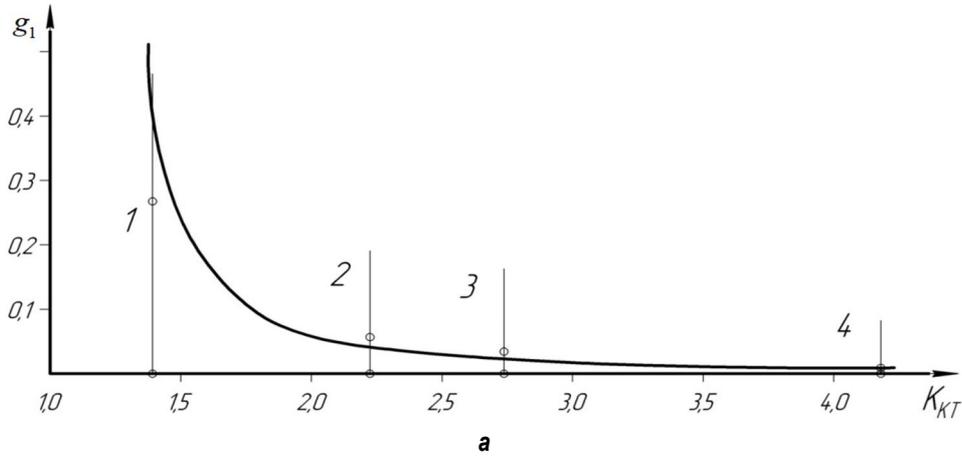
- трещины по перемычкам на привалочных плоскостях под головки цилиндров

$$g_2 = 1,332 \cdot 10^{-4} \cdot \exp\left\{\frac{10,195}{K_{кт}}\right\}; \quad (12)$$

- трещины по коренным опорам

$$g_3 = 4,178 \cdot 10^{-4} \cdot \exp \left\{ \frac{7,937}{K_{КТ}} \right\}. \quad (13)$$

Эти зависимости представлены на рисунке.



Зависимости показателей удельной повреждаемости от комплексного показателя конструктивно-технологических индивидуальностей для критических повреждений блока цилиндров: 1 – двигатель № 1; 2 – двигатель № 2; 3 – двигатель № 3; 4 – двигатель № 4; а, б, в – эмпирические зависимости соответственно (11), (12), (13)

По формулам (11) – (13) можно определить прогнозные оценки возможного уровня повреждаемости по критическим дефектам в зависимости от величины комплексного показателя конструктивно-технологических особенностей блоков цилиндров дизельных двигателей. Полученные зависимости справедливы для  $K_{кт}$ , лежащих в пределах 1,35–3,90, для других значений  $K_{кт}$  их необходимо корректировать. Например, по данным конструкторской документации известно численное значение комплексного показателя конструктивно-технологических особенностей блока цилиндров проектируемого двигателя  $K_{кт} = 1,79$ . Используя зависимости (11) – (13), по значению  $K_{кт}$  оценивают показатели удельной повреждаемости блока цилиндров проектируемого двигателя по критическим дефектам:

- трещины на рубашке охлаждения

$$g_1 = 4,248 \cdot 10^{-4} \cdot \exp \left\{ \frac{9,535}{K_{кт}} \right\} = 0,0874; \quad (14)$$

- трещины по перемычкам на привалочных плоскостях под головки цилиндров

$$g_2 = 1,332 \cdot 10^{-4} \cdot \exp \left\{ \frac{10,195}{K_{кт}} \right\} = 0,0396; \quad (15)$$

- трещины по коренным опорам

$$g_3 = 4,178 \cdot 10^{-4} \cdot \exp \left\{ \frac{7,937}{K_{кт}} \right\} = 0,0352. \quad (16)$$

Рассмотрим теперь задачу построения прогнозной процедуры оценки минимальной наработки изделия до появления того или иного вида повреждений. Предположим, что необходимо определить момент появления критических повреждений (например, трещинообразования), т. е. наработки изделия на отказ. Тогда можно предположить, что наработка изделия до появления трещин есть случайная величина  $X$  с экспоненциальным распределением – внезапные отказы

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < x_0, \\ \lambda e^{-\lambda(x-x_0)}, & x \geq x_0, \end{cases} \quad (17)$$

где  $\lambda$  – интенсивность потока отказов.

Математическое ожидание случайной величины  $X$  определяется по формуле (18)

$$M(X) = \int_{x_0}^{\infty} \lambda x e^{-\lambda(x-x_0)} dx = x_0 + \frac{1}{\lambda} = \bar{x}, \quad (18)$$

где  $\bar{x}$  – точечная статистическая оценка для  $M(X)$ .

При этом

$$\bar{x} - x = 1/\lambda = \sigma, \quad (19)$$

где  $\sigma$  – точечная статистическая оценка для среднего квадратического отклонения, а смещение  $x_0$  определяется как разность статистических оценок  $\bar{x} - \sigma$  – среднее наименьшее значение наработки на отказ.

В силу (17) вероятность отказа изделия на интервале наработки  $(x_0, x)$

$$q(x) = \int_{x_0}^{\infty} \lambda x e^{-\lambda(x-x_0)} dx = 1 + e^{-\lambda(x-x_0)}, \quad (20)$$

а вероятность противоположного события, т. е. безотказной работы на интервале наработки  $(x_0, x)$

$$p(x) = 1 - g(x) = e^{-\lambda(x-x_0)}. \quad (21)$$

Из формирующей функции потенциала работоспособности системы [2] для изделия-детали согласно (21) следует

$$p(x) = e^{-\lambda(x-x_0)} = k(x), \quad (22)$$

где  $k(x)$  – коэффициент повторного использования массы детали с наработкой  $x$ .

Из (22) следует, что наработка

$$x = x_0 - \frac{\ln k(x)}{\lambda}. \quad (23)$$

В соответствии с уравнением (23), задаваясь значением  $k$  и используя информацию по потокам возникновения повреждений, рассчитывают прогнозные значения наработок за доремонтный и межремонтные циклы для каждого изделия-аналога.

Вернемся к рассмотренному выше блоку цилиндров двигателя с теми же двигателями-аналогами. Для определения средней наработки блока цилиндров по крайней мере до одного из рассмотренных критических повреждений за доремонтный ( $L_{нб}$ ) и межремонтные ( $L_{рб}$ ) циклы объединим результаты статистического исследования по  $L_{ik}$ , выполненного по формуле (6), в соответствии с уравнениями (17) и (18) рассчитаем значения  $\bar{x}$  и  $\sigma$ , а затем вычислим интенсивность потока отказов (24) и смещение (25):

$$\lambda = 1/\sigma; \quad (24)$$

$$x_0 = \bar{x} - 1/\lambda. \quad (25)$$

Приняв, что наработке блока цилиндров (как детали) на отказ соответствует предельное значение коэффициента повторного использования массы детали, с учетом уравнений (18) и (23), рассчитаем наработку детали на отказ (среднее время жизни)

$$x_{\text{отк}} = x_0 - \frac{\ln k_{\text{пред}}}{\lambda} = \bar{x}. \quad (26)$$

Откуда с учетом уравнений (22) и (25) определим  $k_{\text{пред}}$

$$k_{\text{пред}} = P(X = \bar{x}) = e^{-\lambda(x_0 - \bar{x})} = \frac{1}{e} = 0,368. \quad (27)$$

С другой стороны, наработке блока цилиндров как базовой детали двигателя за доремонтный ( $L_{нд}$ ) и межремонтный ( $L_{рд}$ ) циклы работы двигателя должны соответствовать достаточно большие значения коэффициента повторного использования массы. Будем полагать, что

$$k = k(L_{нд}) = 0,99, \quad k = k(L_{нд} + L_{рд}) = 0,97. \quad (28)$$

Теперь с учетом уравнений (23), (24), (27) и (28) получим информацию о наработках по блокам цилиндров двигателей-аналогов (табл. 4).

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

**Таблица 4. Информация по блокам цилиндров двигателей-аналогов**

Показатель	Двигатель-аналог			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$K_{кт}$	1,35	2,19	2,68	3,90
<b>Доремонтный цикл</b>				
$L_{мин}$ , ТЫС. КМ	102,9	158,8	160,5	700
$\lambda$ , 1 /ТЫС. КМ	0,01044	0,01076	0,01665	-
$k_{пред}$	0,368	0,368	0,368	-
$L_{нб}$ , ТЫС. КМ	198,7	251,7	220,6	700
$k(L_{нд})$	0,99	0,99	0,99	-
$L_{нд}$ , ТЫС. КМ	103,9	159,7	161,1	700
<b>Межремонтный цикл</b>				
$L_{мин}$ , ТЫС. КМ	59,9	139,5	141,8	500
$\lambda$ , 1 /ТЫС. КМ	0,01533	0,02544	0,02587	-
$k_{пред}$	0,368	0,368	0,368	-
$L_{рб}$ , ТЫС. КМ	125,1	178,8	180,5	500
$k(L_{рд})$	0,97	0,97	0,97	-
$L_{рд}$ , ТЫС. КМ	61,9	140,7	143,0	500

Прогнозная наработка блока цилиндров зависит от показателя конструктивно-технологических особенностей  $K_{кт}$

$$x = aK_{кт}^b, \quad (29)$$

где  $a, b$  – параметры, подлежащие определению.

Из уравнения (29) получим

$$\ln x = \ln a + b \ln K_{кт}. \quad (30)$$

Замена переменных в уравнении (30) приводит к линейной зависимости

$$z = At + B. \quad (31)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 5.

**Таблица 5. Формирование эмпирических зависимостей**

Параметр	Двигатель-аналог			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$K_{кт}$	1,35	2,19	2,68	3,90
$t = \ln K_{кт}$	0,3001	0,7839	0,9858	1,3610
$L_{нб}$	198,7	251,7	220,6	700
$z = \ln L_{нб}$	5,2918	5,5282	5,3964	6,5511
	$A = 1,0745; B = 4,7703$		$a = 117,95; b = 1,0745$	
Выравненное значение $L_{нб}$	162,8	273,9	340,2	509,1
$L_{нд}$	103,9	159,7	161,1	700
$z = \ln L_{нд}$	4,6434	5,0733	5,0820	6,5511
	$A = 1,6800; B = 3,8965$		$a = 49,23; b = 1,6800$	
Выравненное значение $L_{нд}$	81,5	183,7	257,9	484,4
$L_{рб}$	125,1	178,8	180,5	500
$z = \ln L_{рб}$	4,8291	5,1863	5,1957	6,2146
	$A = 1,2250; B = 4,3058$		$a = 72,13; b = 1,2250$	
Выравненное значение $L_{рб}$	107,1	193,6	248,0	321,5
$L_{рд}$	61,9	140,7	143,0	500
$z = \ln L_{рд}$	4,1255	4,9466	4,9628	6,2146
	$A = 1,8736; B = 3,4554$		$a = 31,67; b = 1,8736$	
Выравненное значение $L_{рд}$	55,6	137,6	200,8	405,6

Таким образом, в соответствии с (27) и (28) наработка за доремонтный цикл описывается зависимостями:

$$k = k_{\text{перед}} = 0,368; L_{\text{нб}} = 117,95 K_{\text{кт}}^{1,0745} \text{ (тыс. км)}; \quad (32)$$

$$k = 0,99; L_{\text{нд}} = 49,23 K_{\text{кт}}^{1,6800} \text{ (тыс. км)}. \quad (33)$$

Для межремонтной наработки имеют место зависимости:

$$k = k_{\text{перед}} = 0,368; L_{\text{рб}} = 72,13 K_{\text{кт}}^{1,2250} \text{ (тыс. км)}; \quad (34)$$

$$k = 0,97; L_{\text{рд}} = 31,67 K_{\text{кт}}^{1,8736} \text{ (тыс. км)}. \quad (35)$$

Покажем теперь, как полученные закономерности могут быть использованы для оценки показателей ремонтной технологичности и ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого двигателя.

Пусть по данным конструкторской документации определено числовое значение комплексного показателя конструктивно-технологических особенностей блока цилиндров проектируемого двигателя  $K_{\text{кт}} = 1,79$ . Тогда, учитывая значение  $K_{\text{кт}}$  и используя зависимости (32) – (35), получим следующие прогнозные оценки наработки:

$$L_{\text{нб}} = 117,95 \cdot 1,79^{1,0745} = 220,5 \text{ (тыс. км)}; \quad (36)$$

$$L_{\text{нд}} = 49,23 \cdot 1,79^{1,6800} = 130,9 \text{ (тыс. км)}; \quad (37)$$

$$L_{\text{рб}} = 72,13 \cdot 1,79^{1,2250} = 147,2 \text{ (тыс. км)}; \quad (38)$$

$$L_{\text{рд}} = 31,67 \cdot 1,79^{1,8736} = 94,3 \text{ (тыс. км)}. \quad (39)$$

Для оценки показателя ремонтпригодности блока цилиндров проектную стоимость двигателя принимаем равной 2000 руб., а стоимость нового блока цилиндров –  $S_{\text{н}} = 240$  руб. (на основе допущения, что стоимость деталей двигателя пропорциональна их массе).

Стоимость ремонта блока цилиндров, а также стоимость сборочных работ определим, учитывая расчетные данные и опыт ремонта двигателей-аналогов:

$$S_{\text{р.ном}} = 95 \text{ руб.}; S_{\text{сб}} = 0,15 \cdot S_{\text{р.ном}} = 14,25 \text{ руб.}$$

Определим стоимость ремонта блока цилиндров, учитывая собственные показатели ремонтпригодности ( $k = k_{\text{крат}} = 0,368$ ,  $k_{\text{см}} = 1 - k = 0,632$ ,  $k_{\text{р}} = 1 - k_{\text{см}} = 0,368$ ):

$$S_{\text{р}} = k_{\text{см}} \cdot S_{\text{н}} + k_{\text{рем}} \cdot S_{\text{р.ном}} = 0,632 \cdot 240 + 0,368 \cdot 95 = 186,64 \text{ руб.} \quad (40)$$

С учетом (36) и (38) по формуле среднеквадратического отклонения получим оценки собственного показателя ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого двигателя:

-  $r = 1$  – к началу первого межремонтного цикла (по блоку)

$$\Pi_{1\sigma} = \frac{0,368 \cdot 147,2}{(1 + 186,64/240) \cdot 220,5} = 0,138; \quad (41)$$

-  $r = 2$  – к началу второго межремонтного цикла (по блоку)

$$\Pi_{2\sigma} = \frac{0,368 \cdot 147,2}{(1 + 2 \cdot 186,64/240) \cdot 220,5} = 0,097. \quad (42)$$

Показатель ремонтпригодности блока цилиндров относительно двигателя ( $\Pi_{\text{рд}}$ ) определим, учитывая показатели ремонтпригодности и их значения:  $k = 0,99$ ,  $k_{\text{см}} = 0,01$ ,  $k_{\text{р}} = 0,685$ .

Стоимость ремонта блока цилиндров составит

$$S_{\text{р}} = k_{\text{см}} \cdot S_{\text{н}} + k_{\text{рем}} \cdot S_{\text{р.ном}} = 0,01 \cdot 240 + 0,685 \cdot 95 = 67,48 \text{ руб.} \quad (43)$$

С учетом (37) и (39) формула определения функции распределения дает оценку показателя ремонтпригодности блока цилиндров проектируемого двигателя:

-  $r=1$  – к началу первого межремонтного цикла (по двигателю)

$$P_{1д} = \frac{0,99 \cdot 94,3}{(1 + (67,48 + 14,25)/240) \cdot 130,9} = 0,532 ; \quad (44)$$

-  $r=2$  – к началу второго межремонтного цикла (по двигателю)

$$P_{2д} = \frac{0,97 \cdot 94,3}{(1 + 2 \cdot (67,48 + 14,25)/240) \cdot 130,9} = 0,416. \quad (45)$$

Полагая для блока цилиндров  $k_{пред} = 0,95$  (базовая деталь) и используя формулу (46) определения предельного показателя ремонтпригодности

$$P_{пред} = k_{пред} \frac{L_p}{(1 + \Pi_{л}^{кр} / S_n) L_n}, \quad (46)$$

получим

$$P_{пред} = 0,513 \cdot 0,95 = 0,487. \quad (47)$$

Из (44) – (47) следует, что блок цилиндров проектируемого двигателя может быть капитально отремонтирован вместе с двигателем только один раз. Повторный капитальный ремонт экономически нецелесообразен.

### Библиографический список

1. Авдеев М.В. Технология ремонта машин и оборудования (по спец. 1509 «Механизация сельского хозяйства» / М.В. Авдеев, Е.Л. Воловик, И.Е. Ульман. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 248 с.
2. Авдонькин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля / Ф.Н. Авдонькин. – Москва : Транспорт, 1993. – 349 с.
3. Восстановление деталей автомобиля КАМАЗ / Р.А. Азаматов, В.Г. Дажин, А.Т. Кулаков, А.И. Модин ; под ред. В.Г. Дажина. – Набережные Челны : КАМАЗ, 1994. – 215 с.

4. Бондаренко Е.В. Методика размерного обоснования составных частей автомобильных двигателей при ремонте на основе обеспечения выходных параметров : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Е.В. Бондаренко. – Оренбург, 1996. – 127 с.
5. Григорьев М.А. Износ и долговечность автомобильных двигателей / М.А. Григорьев, Н.Н. Пономарев. – Москва : Машиностроение, 1976 – 246 с.
6. Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей / А.С. Денисов. – Саратов : СГТУ, 1999. – 352 с.
7. Дехтеринский Л.В. Оценка ремонтпригодности двигателей : учеб. пособие / Л.В. Дехтеринский, В.П. Апсин, С.Б. Норкин. – Москва : МАДИ, 1987. – 55 с.
8. Конструирование двигателей внутреннего сгорания : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» направления подготовки «Энергомашинное строительство» / Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков ; под ред. Н.Д. Чайнова. – Москва : Машиностроение, 2008. – 494 с.
9. Малаховецкий А.Ф. Повышение надежности турбокомпрессоров автотракторных двигателей путем снижения их теплонапряженности : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / А.Ф. Малаховецкий. – Саратов, 2004. – 116 с.
10. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1971. – 571 с.
11. Моделирование процессов восстановления машин / В.П. Апсин, Л.В. Дехтеринский, С.Б. Норкин, В.М. Приходько. – Москва : Транспорт, 1996.– 311 с.
12. Моисеев Н.Н. Численные методы в теории оптимальных систем / Н.Н. Моисеев. – Москва : Наука, 1971. – 424 с.
13. Молибошко Л.А. Компьютерное моделирование автомобилей : учеб. пособие для студентов специальности «Автомобилестроение» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / Л.А. Молибошко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 280 с.
14. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров автотракторных двигателей : научное издание / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, А.Р. Асоян, А.А. Коркин. – Саратов : СГТУ, 2012. – 155 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Павел Петрович Гамаюнов – доктор технических наук, профессор кафедры организации перевозок, безопасности движения и сервиса автомобилей ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов, e-mail: [gamaunovv@yandex.ru](mailto:gamaunovv@yandex.ru).

Абдул Гаджибалаевич Баламирзоев – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» – Махачкалинский филиал; профессор кафедры информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет», Россия, Махачкала, e-mail: [abdul2000@yandex.ru](mailto:abdul2000@yandex.ru).

Шамиль Магомедович Игитов – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» – Махачкалинский филиал, Россия, Махачкала, e-mail: [shamiligitov@yandex.ru](mailto:shamiligitov@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 19.09.2019

Дата принятия к печати 30.10.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Pavel P. Gamayunov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Transportation, Traffic Safety and Car Service Organization, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, Saratov, e-mail: [gamaunovv@yandex.ru](mailto:gamaunovv@yandex.ru).

Abdul G. Balamirzoev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Applied Mathematics, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) – Makhachkala Branch, Professor, the Dept. of Informatics and Computer Engineering, Dagestan State Pedagogical University, e-mail: [abdul2000@yandex.ru](mailto:abdul2000@yandex.ru).

Shamil M. Igitov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Road Transport, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) – Makhachkala Branch, Russia, Makhachkala, e-mail: [shamiligitov@yandex.ru](mailto:shamiligitov@yandex.ru).

Received September 19, 2019

Accepted after revision October 30, 2019

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВЕГЕТАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С УЧЕТОМ РАДИАЦИОННОГО РЕЖИМА LED-ФИТОИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Павел Павлович Долгих  
Мухаммадикбол Хабибджонович Сангинов

Красноярский государственный аграрный университет

Высокие энергетические издержки в сооружениях защищенного грунта требуют внедрения энергосберегающих технологий. Как показывают мировые тенденции в области светотехники, для вегетационных установок предпочтение в настоящее время отдается светодиодным излучающим модулям. Целью работы являлось исследование теплового режима LED-фитоизлучателей и учет его при разработке стратегии выращивания зеленных овощных культур в вегетационных установках. В работе применялись специально сконструированные облучательные приборы с системами пассивного охлаждения на основе алюминиевых радиаторов. Опыт с двумя типами LED-фитоизлучателей, обеспечивающих облученность  $150 \text{ мкмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , проводился в вегетационной установке, состоящей из двух блоков размерами  $800 \times 850 \times 1000 \text{ мм}$ . Облучатели мощностью 92 и 94 Вт обеспечивали удельную установленную тепловую мощность соответственно 134 и  $136 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . Проведенные исследования теплового режима LED-фитоизлучателей позволили установить, что значения их тепловыделения могут рассчитываться по установочной мощности. Доказано, что рабочая температура нагрева облучателей  $68 \pm 2^\circ\text{C}$ , достигаемая в условиях вегетационной установки в течение 27 минут, позволяет обеспечить количество тепловой энергии, достаточной для выращивания зеленных овощных культур при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  в блоке вегетационной установки. Для реализации полученных результатов на практике была предложена конструкция вегетационной установки для проведения экспериментальных исследований по разработке технологии эффективного облучения. Новизна установки заключается в том, что каждый источник облучения дополнительно снабжен датчиком температуры, соединенным посредством системы управления с вентилятором с воздуховодом, а датчик влажности установлен в каждом отсеке для выращивания и соединен посредством системы управления с насосом со шлангом и капельницами.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сельскохозяйственные постройки, вегетационная установка, LED-фитоизлучатель, удельная установленная тепловая мощность, датчик температуры, энергоэффективность.

## DEVELOPMENT OF DESIGN OF VEGETATION UNIT TAKING INTO ACCOUNT THE RADIATION REGIME OF LED-BASED PHYTOEMITTERS

Pavel P. Dolgikh  
Muhammadikbol Kh. Sanginov

Krasnoyarsk State Agrarian University

High energy costs in protected ground facilities require the implementation of energy-saving technologies. Global trends in the field of lighting show that LED emitting modules are currently preferred for growing plants. The objective of this work was to study the thermal regime of LED-based phytoemitters and take it into account to develop a strategy for growing leaf vegetables in vegetation units. For this purpose the authors used specially designed irradiation devices with passive cooling systems based on aluminum radiators. The experiment with two types of LED-based phytoemitters providing the exposure of  $150 \text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  was carried out in a vegetation unit consisting of two blocks with the dimensions of  $800 \times 850 \times 1000 \text{ mm}$ . The irradiators with 92 and 94 W of power provided a specific installed thermal power of 134 and  $136 \text{ W}/\text{m}^2$ , respectively. The conducted studies of the thermal regime of LED-based phytoemitters allowed establishing that the values of their heat release could be calculated from the installed power. It is proved that the operating temperature of heating of irradiators ( $68 \pm 2^\circ\text{C}$ ) is achieved within 27 minutes in the conditions of the vegetation unit and provides the amount of thermal energy sufficient for growing leaf vegetables at the temperature of  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  in the vegetation unit. In order to implement the obtained results in practice the authors have proposed a design of a vegetation unit for experimental studies on the development of efficient irradiation technology. The novelty of the unit is that each radiation source is additionally equipped with a temperature sensor connected via the control system to a fan with an air duct; a humidity sensor is also installed in each growing compartment and connected via the control system to a pump with a hose and drippers.

**KEYWORDS:** agricultural buildings, vegetation unit, LED-based phytoemitter, specific installed thermal power, temperature sensor, energy efficiency.

**В**ведение  
Суммарные издержки тепличных хозяйств на электричество и тепло составляют в среднем не менее 50 процентов всех расходов. В некоторых теплицах доля затрат на электрическую и тепловую энергию может достигать до двух третей от общего объема расходов [1].

Тепличное производство является энергоемкой отраслью, поэтому вопросы снижения энергоемкости и внедрения энергосберегающих технологий на тепличных предприятиях являются актуальными и стоят более остро, чем в других отраслях агропромышленного комплекса. Это обстоятельство предопределяет необходимость поиска альтернативных и более дешевых источников энергии для данных целей [5]. Но если тепловую энергию можно эффективно получить без использования электрической энергии (например, применение газовых инфракрасных излучателей), то энергию фотосинтетического фотонного потока в искусственных условиях выращивания можно получать лишь с помощью электрических источников излучения [8].

В научно-технической литературе описаны пять различных стратегий управления системами облучения в теплицах, из которых оптимальной является стратегия использования тепла системы облучения [9]. Суть этой стратегии заключается в том, что облучение включается всякий раз, когда в теплицах есть потребность в обогреве. Возможная продолжительность облучения также зависит в этом случае от установленной электрической мощности облучателей.

В России и за рубежом накоплен достаточный опыт разработки и применения конструкций облучательных установок, позволяющих значительно расширить их функциональные возможности путем использования тепловой энергии от облучателей в системе обогрева теплиц [10–17]. Таким образом, в распоряжении тепличных комбинатов появляется возможность снизить удельную установленную мощность системы обогрева.

Как показывают мировые тенденции в области светотехники для вегетационных установок [11, 13, 15, 17], предпочтение в настоящее время отдается светодиодным излучающим модулям.

Согласно [6] бытовые тепловыделения для систем освещения рассчитываются по установочной мощности с учетом рабочих часов в неделю, а по [2] для систем облучения в теплицах коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую равен 0,92 для облучателей с натриевыми лампами и 0,94 – с металлогалогенными. Для LED-фитоизлучателей такие данные в литературе отсутствуют.

**Целью проведенного исследования** являлось изучение теплового режима LED-фитоизлучателей и учет его особенностей при разработке стратегии выращивания зеленых овощных культур в вегетационных установках.

### **Материалы и методы**

Эксперименты по определению температуры теплового режима проводили с использованием двух LED-фитоизлучателей (рис. 1, 2).

На рисунке 1 представлен LED-фитоизлучатель, установленный в блоке № 1 вегетационной установки, на рисунке 2 – в блоке № 2.

LED-фитоизлучатель (рис. 1) представляет собой жесткую конструкцию из алюминиевого профиля 1 БПО-2595, с линзой из боросиликатного стекла 2 диаметром 100 мм с глубокой кривой силы света класса (Г) – 60°, резонансным источником тока 3 на 100 Вт, LED-модулем 4 и хомутом для крепления 5. Мощность облучателя  $P = 94$  Вт. Масса – 2,45 кг.

LED-фитоизлучатель (рис. 2) представляет собой жесткую конструкцию из алюминиевого профиля 1 БПО 3248 с ребрением 2, выполняющим функцию отвода тепла (радиатора). По торцам профиля имеются пластиковые заглушки 3. Светодиодный модуль представлен шестью пластинами со светодиодами 4, закрепленными с помощью термопасты к основанию алюминиевого профиля 1 и закрытыми защитным стеклом 5.

Управление работой светодиодного модуля 4 осуществляется LED-драйвером 6. Крепление облучателя обеспечивается с помощью подвижного узла подвеса 7. Мощность облучателя  $P = 92$  Вт.

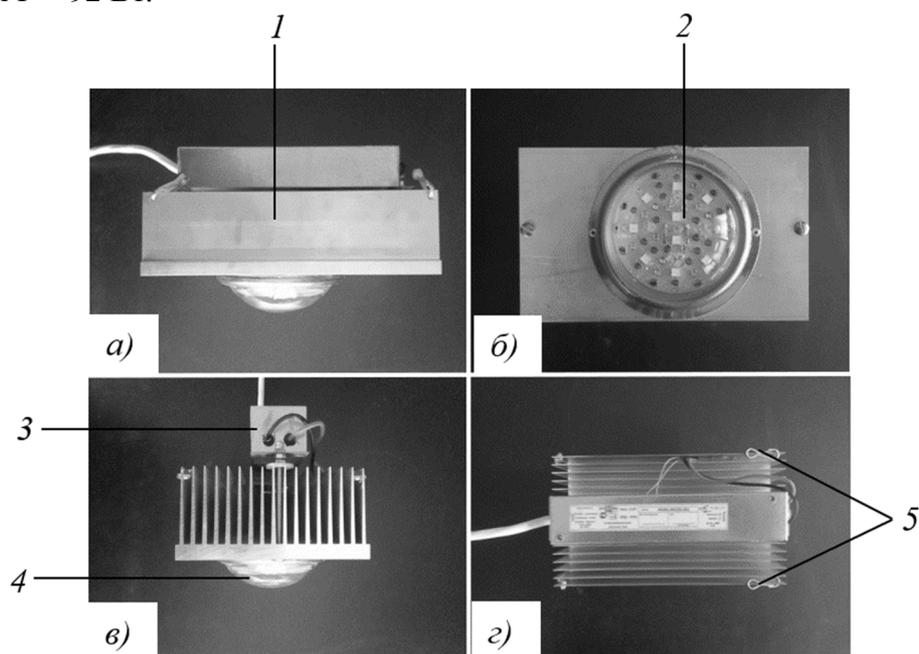


Рис. 1. LED-фитоизлучатель, установленный в блоке № 1 вегетационной установки: а) – вид спереди; б) – вид снизу; в) – вид сбоку; г) – вид сверху

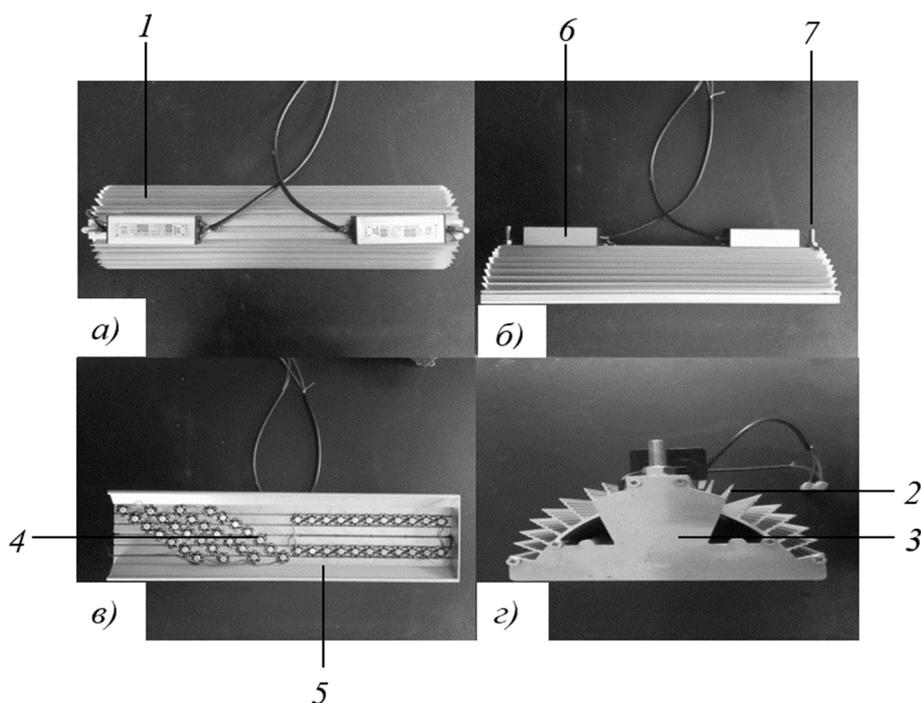


Рис. 2. LED-фитоизлучатель, установленный в блоке № 2 вегетационной установки: а) – вид спереди; б) – вид снизу; в) – вид сбоку; г) – вид сверху

Представленные на рисунках 1 и 2 LED-фитоизлучатели изготовлены авторами для использования в вегетационной установке по одному в каждом блоке (рис. 3), имеют размеры  $800 \times 850 \times 1000$  мм (Д  $\times$  Ш  $\times$  В) и обеспечивают облученность  $E = 150$  мкмоль/( $m^2 \cdot c$ ) при высоте подвеса  $h = 0,6$  м.

Вегетационная установка расположена в неотапливаемом подвальном помещении с температурой окружающей среды  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  и предназначена для выращивания зеленных культур (салат) при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  в дневное время и  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  – в ночное [4].

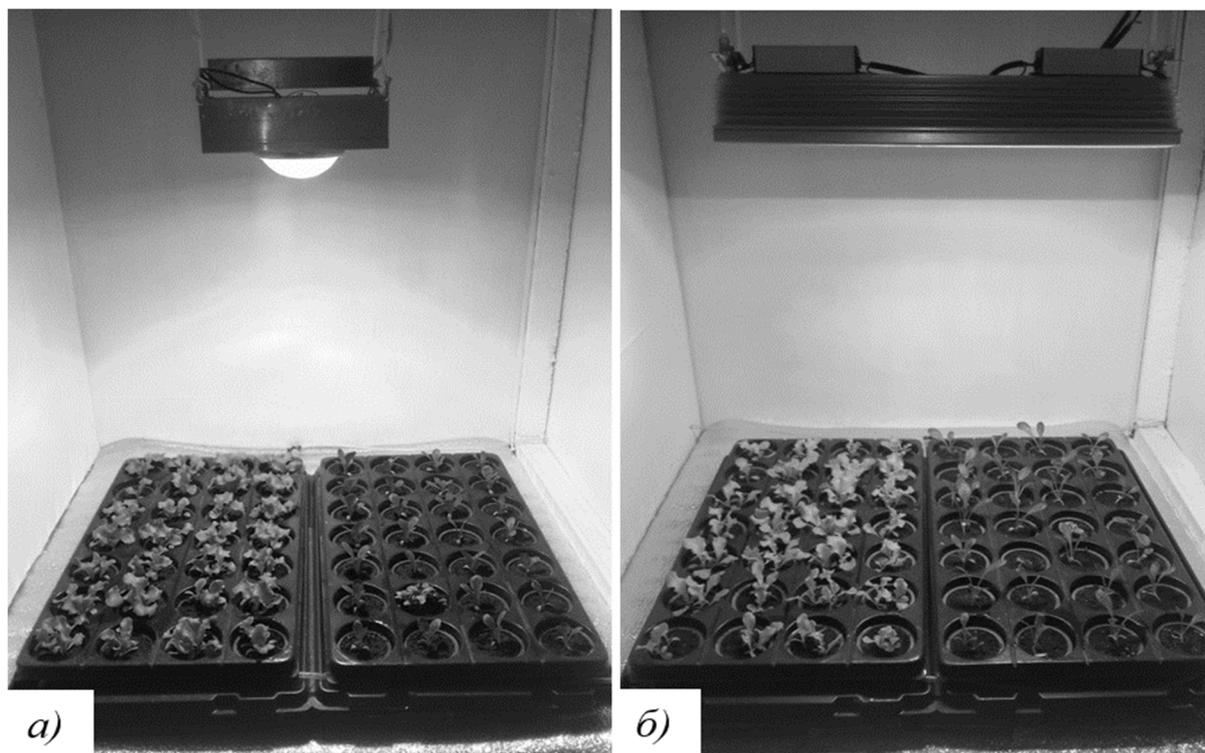


Рис. 3. Вегетационная установка с облучателями в работе: а) – блок № 1; б) – блок № 2

Измерения температуры поверхности радиатора (корпуса) проводились гигрометром CENTER 311 с термопарой. Температура отслеживалась через каждые 5 минут от момента включения в сеть до установившегося режима, характеризующегося стабильной температурой радиатора. Далее LED-фитоизлучатель отключался от сети, и температура также измерялась через каждые 5 минут до установившегося значения.

#### Результаты и их обсуждение

На рисунке 4 показаны кривые нагрева и охлаждения для LED-фитоизлучателей. Из графиков видно, что среднее значение температуры при переходном режиме для облучателя в блоке 1 составит  $45^\circ\text{C}$ , для облучателя в блоке 2 –  $42^\circ\text{C}$ . Время выхода на рабочий режим составляет в обоих случаях 27 минут. Максимальная температура рабочего режима для облучателя в первом блоке –  $67^\circ\text{C}$ , во втором –  $70^\circ\text{C}$ .

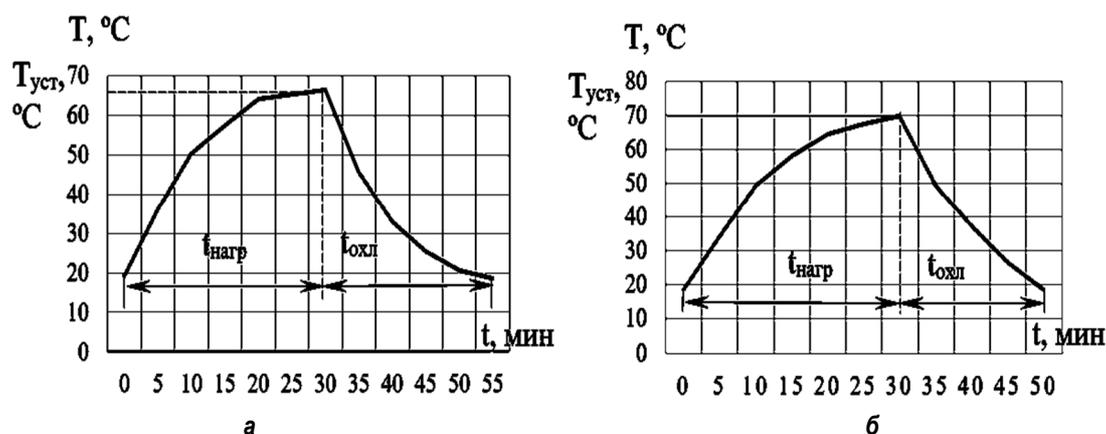


Рис. 4. Кривые нагрева и охлаждения облучателей: а – блок 1; б – блок 2

Определяли количество тепловой энергии, Вт·ч, поступающей в вегетационную камеру от LED-фитоизлучателя отдельно по блокам [7]. Исходные данные и результаты представлены в таблице 1.

$$Q = -\alpha \frac{\partial t}{\partial n} F \tau, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$\frac{\partial t}{\partial n}$  – градиент температуры, °С;

$F$  – площадь изотермической поверхности, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – промежуток времени, ч.

При расчете  $F$  принимаем, что оба LED-фитоизлучателя имеют форму, близкую к параллелепипеду.

**Таблица 1. Исходные данные для расчета и результаты**

Показатель	LED-фитоизлучатель для блока № 1	LED-фитоизлучатель для блока № 2
Размеры (Д × Ш × В), мм	150 × 113 × 120	460 × 120 × 70
Продолжительность работы облучателя в сутки, т, ч.	16	16
Средняя температура LED-фитоизлучателя за период работы с учетом переходных режимов, $t$ , °С	66	69
Коэффициент теплопроводности, $\alpha$ , Вт/(м·К)	210	210
Количество тепловой энергии от одного LED-фитоизлучателя, $Q$ , Вт·ч	92,8	91,2
Удельная установленная тепловая мощность, $q_{уд}$ , Вт/м <sup>2</sup>	136	134
Количество тепловой энергии за 16 часов работы, $Q_{16}$ , Вт·ч	1485	1459

Из таблицы 1 видно, что общее количество тепловой энергии, поступающей от LED-фитоизлучателей, за 16 часов работы в сутки составит 2944 Вт·ч.

Тепловой баланс вегетационной установки рассчитывали по уравнению [3]

$$\Phi_{от} = \Phi_{огр} + \Phi_{вент} + \Phi_{гр}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{огр}$  – тепловой поток, теряемый через ограждения культивационного помещения, Вт;

$\Phi_{вент}$  – тепловой поток, теряемый на естественную вентиляцию, Вт;

$\Phi_{гр}$  – тепловой поток, теряемый в грунт, Вт.

При расчетах учитываем общий объем всей вегетационной установки (оба блока). Результаты расчета представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты расчета энергетических показателей**

Показатель	Значение
Тепловой поток, теряемый через ограждения культивационного помещения, $\Phi_{огр}$ , Вт	62
Тепловой поток, теряемый на естественную вентиляцию, $\Phi_{вент}$ , Вт	9,3
Тепловой поток, теряемый в окружающий грунт, $\Phi_{гр}$ , Вт	2,1
Тепловой поток на обогрев культивационного помещения, $\Phi_{от}$ , Вт	73,4
Количество тепловой энергии на обогрев культивационного сооружения за 16 часов эксплуатации, $Q_{от16}$ , Вт·ч	1174

Из таблицы 2 следует, что за 16 часов эксплуатации количество тепловой энергии, необходимой для поддержания температуры 20°С внутри вегетационной установки,

составит 1174 Вт. Очевидно, что в ночное время дополнительный обогрев вегетационной установки не потребуется, так как температура помещения, где расположена вегетационная установка, и температура, необходимая для выращивания салата, в ночное время совпадают и тепловой баланс равен нулю.

Таким образом, излишки тепловой энергии могут определяться как разность между общим количеством тепловой энергии, поступающей от LED-фитоизлучателей, и количеством тепловой энергии, необходимой для поддержания требуемой температуры внутри вегетационной установки, и составят 1770 Вт·ч.

В результате для реализации полученных данных на практике была предложена конструкция вегетационной установки для проведения экспериментальных исследований по определению технологии эффективного облучения (рис. 5).

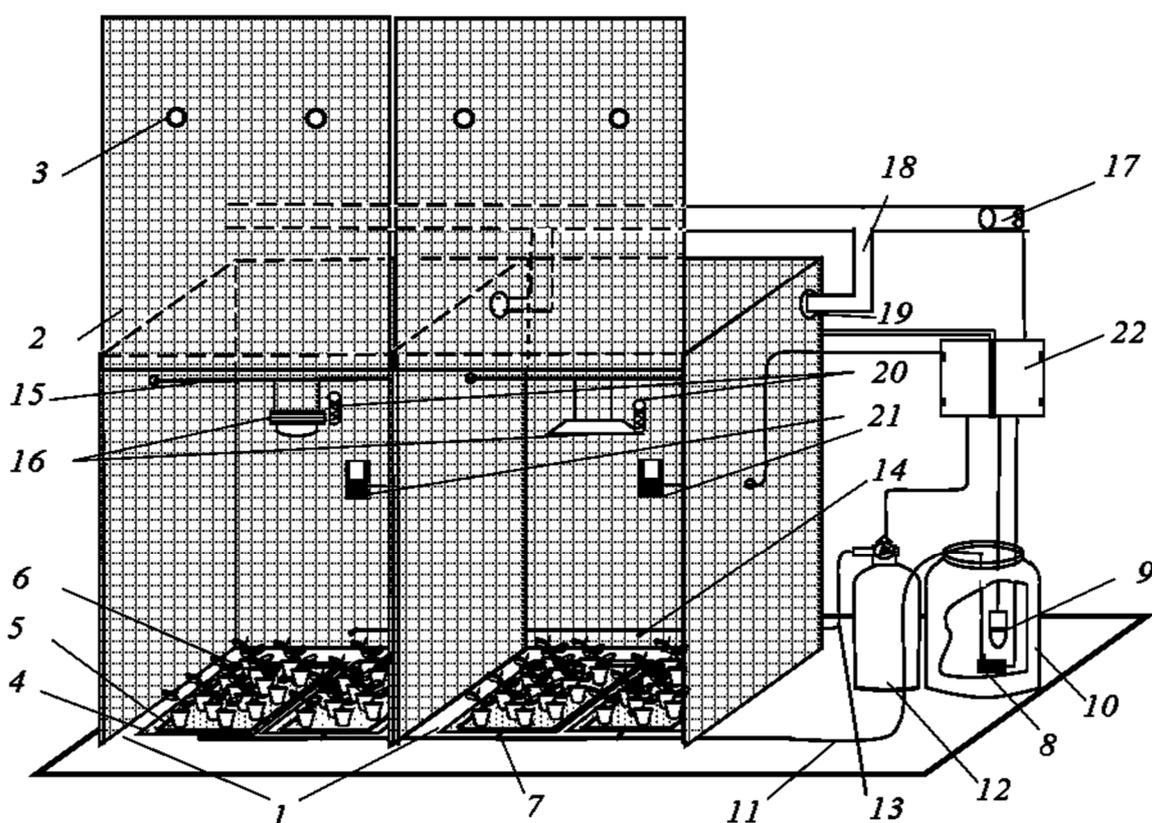


Рис. 5. Вегетационная установка для проведения экспериментальных исследований по определению технологии эффективного облучения: 1 – отсеки для выращивания; 2 – дверцы; 3 – ручки; 4 – посевные поддоны; 5 – рассадные кассеты; 6 – емкости с культурой; 7 – капельницы; 8 – насос; 9 – водонагреватель; 10 – емкость с питательным раствором; 11 – шланг; 12 – баллон с углекислым газом; 13 – газопровод; 14 – форсунки; 15 – штанг; 16 – источники облучения; 17 – вентилятор; 18 – воздуховод; 19 – отверстия для вентиляции; 20 – датчик температуры; 21 – датчик влажности; 22 – система управления

Вегетационная установка функционирует следующим образом.

В начальный момент времени ручки 3 дверцы 2 опускаются вниз и отсеки для выращивания 1 закрываются. При включении источников облучения 16 генерируется лучистый поток, часть которого в виде фотосинтетически активной радиации (ФАР) поступает к емкостям с культурой 6, а другая часть в виде тепловой энергии накапливается в отсеках для выращивания 1. В это же самое время система управления 22 включает подачу углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) из баллона 12 по газопроводу 13 с форсунками 14 в отсеки для выращивания 1. Протекает световая фаза фотосинтеза. Постепенно источ-

ники облучения 16 нагреваются (рис. 4), тепловая энергия создает повышенную температуру, и включается в работу датчик температуры 20, подающий сигнал через систему управления 22 на вентилятор 17, который нагнетает приточный воздух по воздуховоду 18, распределяющийся по отсекам для выращивания 1 с помощью отверстий для вентиляции 19. Движение приточного воздуха создает условия для интенсивного испарения влаги внутри отсеков для выращивания 1, что, в свою очередь, является сигналом для датчика влажности 21, который подает сигнал через систему управления 22 на насос 8, и подогретый водонагревателем 9 питательный раствор из емкости 10 посредством шланга 11 подается по капельницам 7 в посевные поддоны с рассадными кассетами 5 и емкостями с культурой 6. Происходит полив. В это время датчик температуры 20, охлажденный приточным воздухом, подает сигнал через систему управления 22 на отключение вентилятора 17. При выключении источников облучения 16 через систему управления 22 подается сигнал на отключение подачи углекислого газа из баллона 12, и тепловая энергия перестает поступать, что приводит к снижению температуры в отсеках для выращивания 1. Наступает темновая фаза фотосинтеза. При включении источников облучения 16 процесс повторяется.

Так осуществляется зависимое от облучения регулирование микроклиматических процессов в вегетационной установке и достигается повышение эффективности работы оборудования.

### **Выводы**

Проведенные исследования теплового режима LED-фитоизлучателей позволили установить следующее.

1. Режим работы LED-фитоизлучателя оказывает существенное влияние на составляющие уравнения теплового баланса вегетационной установки.
2. Тепловыделение может быть рассчитано по установочной мощности.
3. Рабочая температура нагрева облучателей  $68 \pm 2^\circ\text{C}$ , достигаемая в условиях вегетационной установки в течение 27 минут, позволяет обеспечить количество тепловой энергии, достаточное для выращивания зеленных овощных культур при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

---

### **Библиографический список**

1. Долгих П.П. Анализ технологий и оборудования для управления системой микроклимата в теплицах на базе утилизированной тепловой энергии от систем облучения / П.П. Долгих, Н.В. Кулаков, М.В. Самойлов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 8 (63). – С. 80–94.
2. Долгих П.П. Расширение функций облучательных установок при использовании в системе регулирования микроклимата теплиц / П.П. Долгих, М.В. Самойлов // Вестник ИрГСХА. – 2016. – № 72. – С. 130–138.

3. Драганов Б.Х. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве / Б.Х. Драганов, А.В. Кузнецов, С.П. Рудобашта. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 132 с.
4. Овощеводство / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин и др. ; под ред. Г.И. Тараканова, В.Д. Мухина. – 2-е изд., перераб., доп. – Москва : КолосС, 2003. – 472 с.
5. Павлов М.В. Разработка моделей тепломассообмена и методов расчета тепловлажностного режима теплицы при лучистом отоплении : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 / М.В. Павлов. – Москва, 2018. – 23 с.
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением № 1). – Введ. 2013–07–01. Москва : ФАУ «ФЦС», 2012. – 100 с.
7. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебник для вузов / В.М. Гусев, Н.И. Ковалев, В.П. Попов, В.А. Потрошков ; под ред. В.М. Гусева. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 343 с.
8. Тихомиров А.А. Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы : учеб. пособие / А.А. Тихомиров, В.П. Шарупич, Г.М. Лисовский. – Новосибирск : Изд-во Сибирского отделения Российской академии наук, 2000. – 213 с.
9. Dolgikh P.P. Technology for managing thermal energy flows in industrial greenhouses / P.P. Dolgikh, D.V. Parshukov, Z.E. Shaporova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Scientific Workshop «Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering MIP: Engineering-2019» within the framework of XXIV International Scientific and Research Open Conference Modern Informatization Problems (Yelm, WA, USA). Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations (Russia, Krasnoyarsk, 04–06 April, 2019). – Institute of Physics and IOP Publishing Ltd, 2019. – Vol. 537, No. 62041. DOI: org/10.1088/1757-899X/537/6/62041.
10. Du J. Simulation model of a greenhouse with a heat-pipe heating system / J. Du, P. Bansal, B. Huang // Applied Energy. – 2012. – Vol. 93. – Pp. 268–276.
11. Gupta S.D. Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis / S.D. Gupta, B. Jatothu // Plant Biotechnology. – 2013. – Vol. 7. – Pp. 211–220. DOI: org/10.1007/s11816-013-0277-0.
12. HydroFarm Radiant Air Cooled Reflector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.walmart.com/ip/Hydrofarm-Radiant-Reflector-AC-Unit/39403694> (дата обращения: 18.07.2019).
13. LEDs: the future of greenhouse lighting / C.A. Mitchell, A.J. Both, C.M. Bourget, J.F. Burr, C. Kubota, R.G. Lopez, R.C. Morrow, E.S. Runkle // Chronica Horticulturae. – 2012. – Vol. 52. – Pp. 6–10.
14. Morrow R.C. 2008. LED lighting in horticulture / R.C. Morrow // Horticultural Science. – Vol. 43. – Pp. 1947–1950.
15. Olle M. The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality / M. Olle, A. Viršilė // Agricultural and Food Science. – 2013. – Vol. 22, No. 2. – Pp. 223–234.
16. Plant productivity in response to LED lighting / G.D. Massa, H. Kim, R.M. Wheeler, C.A. Mitchell // Horticultural Science. – 2008. – Vol. 43. – Pp. 1951–1956.
17. Sethi V.P. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications / V.P. Sethi, S.K. Sharma // Solar Energy. – 2008. – Vol. 82. – Pp. 832–859.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Павел Павлович Долгих – кандидат технических наук, доцент кафедры системозащиты ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Россия, Красноярск, e-mail: dpp10@yandex.ru.

Мухаммадикбол Хабибджонович Сангинов – аспирант кафедры системозащиты ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Россия, Красноярск, e-mail: energy1989@bk.ru.

Дата поступления в редакцию 06.09.2019

Дата принятия к печати 25.10.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Pavel P. Dolgikh, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Systemic Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: dpp10@yandex.ru.

Mukhammadikbol Kh. Sanginov, Postgraduate Student, the Dept. of Systemic Energetics, Krasnoyarsk State Agrarian University, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: energy1989@bk.ru.

Received September 06, 2019

Accepted after revision October 25, 2019

---

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В ДРОБИЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

---

Елена Анатольевна Высоцкая  
Андрей Сергеевич Корнев  
Роман Александрович Дружинин  
Олег Евгеньевич Соцков

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Во время работы в дробильных отделениях возникают различные вредные производственные факторы, одним из которых является повышенный уровень шума. На сельскохозяйственном предприятии Липецкой области проведены экспериментальные исследования по определению уровня шума в дробильном отделении. В ходе исследований замеряли уровень шума, создаваемый всеми машинами, находящимися в отделении: непосредственно молотковой дробилкой, шнековыми и ленточным транспортерами и кормосмесителем. Замеры выполняли при работе оборудования на холостом ходу и при полной загрузке, используя шумомер AZ 8922, согласно инструкции, прилагаемой к прибору, и с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9612-2013. Выявлено, что при полной загрузке оборудования создаваемый шум на 16,1 дБА превышает нормативный эквивалентный уровень шума на рабочих местах (80 дБА), установленный в СанПиН 2.2.4.3359-16. С целью снижения шумовых характеристик в дробильном отделении сельскохозяйственного предприятия на молотковую дробилку был изготовлен защитный звукоизолирующий корпус, представляющий собой раму из деревянных планок 50×50 мм, обшитых фанерой толщиной 19 мм. Корпус устанавливался на дробилку с зазором 100 мм, на нем были предусмотрены отверстия для подвода электроэнергии, измельчаемого материала и отвода измельченного продукта. Для достижения наибольшего эффекта звукоподавления корпус дополнительно с внутренней стороны был обработан полиуретановой огнезащитной (с целью устранения вероятности возникновения пожара) пеной, толщина слоя которой составляла 25 мм. Использование предложенного корпуса позволило снизить уровень шума на 5,8–6,6 дБА без обработки его внутренней поверхности полиуретановой пеной и на 8,5–9,9 дБА при обработке. Оснащение дробилки корпусом, обработанным ПУ пеной, позволяет снизить шумовые характеристики производственного помещения до нормативных показателей уровня шума в 80 дБА при работе на холостом ходу и 85 дБА (max) при полной загрузке.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** молотковая дробилка, дробильное отделение, вредные условия, уровень шума, шумомер, защитный звукоизолирующий кожух, нормативный уровень шума.

## IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS IN THE BREAKING PLANT OF THE LIVESTOCK PRODUCTION UNIT THROUGH A DECLINE IN THE LEVEL OF OCCUPATIONAL NOISE

Elena A. Vysotskaya  
Andrey S. Kornev  
Roman A. Druzhinin  
Oleg E. Sotskov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

During the operation of breaking plants there are various harmful production factors, one of which is an increased noise level. The authors have conducted experimental studies in an agricultural enterprise of Lipetsk Oblast in order to determine the noise level in the breaking plant. In the course of research the authors measured the level of noise created by all machines operating in the plant, i.e. hammer crusher, auger and belt conveyors, and feed mixer. The measurements were taken when the equipment was operating at idle and at full load. For this purpose the AZ8922 sound level meter was used according to the instruction manual and taking into account the requirements of GOST R ISO 9612-2013. It was found that when the equipment was fully loaded, the generated

noise was by 16.1 dBA higher than the standard equivalent noise level at workplaces (80 dBA) specified in SanPiN 2.2.4.3359-16. In order to reduce the noise characteristics in the breaking plant of the agricultural enterprise the authors have made a protective acoustic enclosure for the hammer crusher. It consisted of a frame made of 50 × 50 mm wooden slats sheathed with 19 mm thick plywood. The enclosure was mounted on the crusher with a gap (100 mm), and it also had holes for supplying electric power, material for crushing and removal of the crushed product. To achieve the greatest effect of noise reduction the inner surface of the enclosure was additionally treated with 25 mm thick fireproof polyurethane foam (in order to eliminate the likelihood of fire). The use of the proposed enclosure allowed reducing the noise level by 5.8-6.6 dBA without treating the inner surface with polyurethane foam and by 8.5-9.9 dBA with foam treatment. Equipping the crusher with an enclosure treated with PU foam allows reducing the noise characteristics of the production room to standard noise levels of 80 dBA at idling and 85 dBA (max) at full load.

KEYWORDS: hammer crusher, breaking plant, harmful conditions, noise level, sound level meter, protective acoustic enclosure, standard noise level.

### **В**ведение

В процессе производства кормовой продукции для животноводческой отрасли АПК важную роль играет измельчительное и кормосмесительное оборудование. Самой сложной и энергоемкой операцией в процессе приготовления кормов является измельчение. Для этих целей используются различного рода дробилки. В настоящее время наибольшей популярностью пользуются молотковые измельчители, которыми оснащаются свыше 60% всех дробильных отделений [1, 7, 8, 11].

В дробильных отделениях животноводческих предприятий агропромышленного комплекса процесс приготовления кормов связан со значительными рисками для здоровья обслуживающего персонала. К вредным факторам, возникающим в рассматриваемых отделениях, можно отнести повышенные уровни запыленности, шума, вибрации, не соответствие параметров микроклимата рабочих зон, а также возможность поражения электрическим током [12, 13]. Улучшение условий труда в дробильных отделениях путем снижения уровня действия таких вредных факторов, как шум и вибрация от техники, задействованной в технологической линии по производству кормов, является актуальной народнохозяйственной задачей.

В дробильном отделении любого предприятия АПК главным источником шума является молотковая дробилка. Звук, который издает дробилка, исходит как непосредственно от зоны измельчения из-за происходящего в ней ударного взаимодействия рабочих органов машины с измельчаемым материалом, так и от приводного электродвигателя [3, 6].

Помимо измельчающего устройства в цехе имеются два шнековых и один ленточный транспортеры, а также кормосмеситель. Все перечисленное оборудование в отдельности хотя и является менее шумным в сравнении с дробилкой, но в процессе комплексной работы лишь усугубляет общую шумовую ситуацию в здании дробильного отделения [5].

Также источником вредного шума в рассматриваемом помещении является система вентиляции и пылеудаления. Коммуникации вентиляционной системы располагаются под потолком, а так как они не заизолированы, то при включенном электродвигателе система приточно-вытяжной вентиляции издает звуковые волны, неблагоприятно воздействующие на организм человека и мешающие его работе.

При совокупной работе всех описанных выше технических средств происходит усиление шума [2, 10]. Длительное пребывание в данном производственном помещении вызывает неприятные болевые ощущения в органах слуха, что впоследствии может привести к возникновению хронических заболеваний, частичной или полной потере слуха [13].

### **Методика эксперимента**

На сельскохозяйственном предприятии Липецкой области были проведены экспериментальные исследования по определению уровня шума в дробильном отделении.

В ходе исследований измеряли уровень шума, создаваемый всеми машинами, находящимися в отделении:

- непосредственно молотковой дробилкой;
- шнековыми транспортерами;
- ленточным транспортером;
- кормосмесителем.

Замеры выполняли при работе оборудования на холостом ходу и при полной загрузке, используя шумомер AZ 8922 (цифровой измеритель уровня звука – измеритель шума портативный звуковой), согласно инструкции, прилагаемой к прибору, и с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9612-2013 [4].

В ходе замеров микрофон персонального дозиметра шума AZ 8922 располагался на уровне слухового прохода оператора, обращенного в сторону максимального шума, на расстоянии от 0,1 до 0,4 м от источника шума, на высоте  $1,55 \pm 0,08$  м над уровнем поверхности, на которой стоит работник.

Прибор устанавливался таким образом, чтобы движения работника и его одежда не искажали измерения, при этом сам прибор не мешал выполнению необходимых операций.

#### **Результаты и их обсуждение**

Результаты замеров уровня шума в дробильном отделении сельскохозяйственного предприятия представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты замеров уровня шума в дробильном отделении на рабочем месте оператора**

<b>№</b>	<b>Источник шума</b>	<b>Условия проведения</b>	<b>Эквивалентный уровень звука, дБА</b>
1	Молотковая дробилка	Холостой ход	89,9
		Полная загрузка	93,3
2	Шнековый транспортер	Холостой ход	79,8
		Полная загрузка	84,2
3	Ленточный транспортер	Холостой ход	71,5
		Полная загрузка	79,4
4	Кормосмеситель	Холостой ход	80,9
		Полная загрузка	83,4
5	Система вентиляции	При включенном электродвигателе	86,0
6	Комплексная работа отделения	Холостой ход	90,1
		Полная загрузка	96,1

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что при полной загрузке оборудования издаваемый шум на 16,1 дБА превышает предельно допустимый уровень звука в 80 дБА, установленный в СанПиН 2.2.4.3359-16 [14]. Превышение ПДУ наблюдается при полной загрузке почти всего применяемого оборудования.

В дробильном отделении стены выполнены из бетонных плит. Коэффициент звукопоглощения бетонной стены очень мал, поэтому она работает на отражение звуковой волны, а в связи с тем, что облицовка стен отсутствует, неизбежно образуется акустический резонанс («стоячая волна») или эхо.

В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА (СанПиН 2.2.4.3359-16 [14]) работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

При воздействии шума в границах 80–85 дБА работодателю необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения различных мероприятий:

- а) подбор рабочего оборудования с меньшими шумовыми характеристиками;
- б) информирование и обучение персонала таким режимам работы, при которых оборудование генерирует минимальные уровни шума;
- в) использование для защиты от шума всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);
- г) ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- д) проведение контрольных мероприятий всех виброакустических факторов;
- е) ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА персонала, не связанного с основным технологическим процессом;
- ж) обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органов слуха;
- з) ежегодное проведение медицинских осмотров работающих, находящихся в зоне шумовых воздействий выше 80 дБ.

Проведение работ в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускается.

В дробильном отделении исследуемого сельскохозяйственного предприятия отсутствует какое-либо ограждение места оператора, которое могло бы препятствовать распространению звука, поэтому при подходе работника непосредственно к оборудованию показатели уровня шума возрастают на 6–12% [10]. Единственным средством защиты оператора являются наушники.

Как известно, одним из источников шума при работе техники является вибрация, повышенный уровень которой также негативно сказывается на надежности работы машин [5]. Вращающиеся детали молотковой дробилки при большой загрузке в процессе работы изменяют соосность валов, что приводит к увеличению вибрации, вследствие чего уровень шума возрастает.

В ходе проведения экспериментальных исследований выполняли замеры уровня вибрации в дробильном отделении, для чего устанавливали вибродатчики у пульта управления оборудованием и в зоне технического контроля выполняемых процессов (табл. 2).

**Таблица 2. Результаты замеров уровня вибрации в дробильном отделении на рабочем месте оператора**

№	Источник шума	Зона расположения датчика	Условия проведения	Уровень вибрации, Lv, дБА
1	Молотковая дробилка	Пульт управления	Холостой ход	106
			Полная загрузка	121
		Технического контроля	Холостой ход	136
			Полная загрузка	152
2	Шнековый транспортер	Технического контроля	Холостой ход	97
			Полная загрузка	104
3	Ленточный транспортер	Технического контроля	Холостой ход	84
			Полная загрузка	89
4	Кормосмеситель	Пульт управления	Полная загрузка	101
		Технического контроля	Холостой ход	127
			Полная загрузка	133
5	Комплексная работа отделения	Пульт управления	Холостой ход	114
			Полная загрузка	124
		Технического контроля	Холостой ход	139
			Полная загрузка	156

В таблице 2 отсутствуют строчки с уровнем вибрации у пульта управления для транспортеров, а также показатели в рассматриваемых рабочих зонах от системы вентиляции, так как их значения незначительны. В целом можно отметить, что наибольшая вибрация исходит от молотковой дробилки. Показатели уровня вибрации от молотковой дробилки существенно превышают ПДУ в 120 дБА в зоне технического контроля: на 16 дБА – на холостом ходу и на 32 дБА – при полной загрузке. Это отражается и на значениях уровня шума при комплексной работе отделения, где превышение составило соответственно 19 и 36 дБА.

Результаты проведенных исследований по определению уровня шума и вибрации в дробильном отделении указывают на необходимость замены или модернизации молотковой дробилки в линии по производству кормов в дробильном отделении. Также в помещении необходимо провести ряд конструктивных изменений, которые позволили бы снизить действие вредных факторов на работающих в дробильном отделении.

Для борьбы с шумом могут использоваться различные способы защиты. В частности, снизить значение этого показателя можно за счет уменьшения уровня звука непосредственно у источника, подобрав соответствующий тип оборудования [15]. Недостатком данного способа являются значительные финансовые затраты на покупку нового оборудования. Снизить уровень звука от молотковой дробилки можно и менее затратным способом, таким как создание звукового барьера. Данный способ является наиболее простым и эффективным. В качестве материала для звукового барьера могут использоваться различные металлы, дерево, стекло, бетон, пластик и композиты.

С целью снижения шумовых характеристик в дробильном отделении сельскохозяйственного предприятия на молотковую дробилку был изготовлен защитный звукоизолирующий корпус, представляющий собой раму из деревянных планок 50 × 50 мм, обшитых фанерой толщиной 19 мм. Корпус устанавливался на дробилку с зазором 100 мм, также на нем были предусмотрены отверстия для подвода электроэнергии, измельчаемого материала и отвода измельченного продукта. Для достижения наибольшего эффекта звукоподавления корпус дополнительно с внутренней стороны был обработан полиуретановой огнезащитной (с целью устранения вероятности возникновения пожара) пеной, толщина слоя которой составляла 25 мм.

Данные, подтверждающие эффективность предложенного технического решения, представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Результаты замеров уровня шума от молотковой дробилки**

Расстояние от молотковой дробилки, м	Условия проведения	Исходный уровень, дБА	Корпус без обработки ПУ пеной, дБА	Корпус, обработанный ПУ пеной, дБА
1,2	Холостой ход	92,7	82,8	86,9
	Полная загрузка	98,0	89,1	91,4
4,6	Холостой ход	89,9	80,0	84,1
	Полная загрузка	93,3	84,8	87,0

Использование корпуса позволило снизить уровень шума на 5,8–6,6 дБА без обработки его внутренней поверхности полиуретановой пеной и на 8,5–9,9 дБА при обработке.

Таким образом, установка на молотковую дробилку защитного звукоизолирующего корпуса, обработанного полиуретановой пеной, позволяет снизить шумовые характеристики в производственном помещении до нормативных показателей уровня шума в 80 дБА при работе оборудования на холостом ходу и до 85 дБА (max) при полной загрузке.

---

### Библиографический список

1. Акименко А.В. Совершенствование измельчения зерна в рабочей камере дробилки / А.В. Акименко, А.А. Сундеев, В.В. Воронин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 10. – С. 12–14.
2. Анализ и улучшение условий труда в ремонтно-механическом цехе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.refbzd.ru/viewreferat-116-6.html> (дата обращения: 12.08.2019).
3. Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы / В.Я. Борщев. – Тамбов : Изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2004. – 102 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ci.kpi.ua/Books/borchev.pdf> (дата обращения: 12.08.2019).
4. ГОСТ Р ИСО 9612-2013. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. – Введ. 2014–12–01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107818> (дата обращения: 12.08.2019).
5. Коношин И.В. Обоснование эффективности применения сегментного решета в молотковых дробилках закрытого типа / И.В. Коношин, А.В. Звекон // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 6. – С. 35–38.
6. Коношин И.В. Повышение эффективности рабочего процесса молотковых дробилок закрытого типа / И.В. Коношин, А.В. Звекон // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1 (1). – С. 165–174.
7. Коношин И.В. Повышение эффективности функционирования молотковых дробилок при измельчении зерна / И.В. Коношин, А.В. Звекон, А.В. Черепков // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2014. – № 1 (13). – С. 127–132.
8. Корнев А.С. Технические решения для снижения вибраций, возникающих в процессе работы решетчатых зерноочистительных машин / А.С. Корнев, В.И. Оробинский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 100–105.
9. Лебедев А.Т. К вопросу оценки процесса измельчения зерновых материалов / А.Т. Лебедев, Р.Р. Искендеров, А.С. Шумский // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК : матер. XIV Международной науч.-практ. конф. в рамках XX Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал-2018» (Россия, г. Ставрополь, 11–13 2018 г.). – Ставрополь : Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2018. – С. 177–181.
10. Негативное воздействие шума на человека и защита от него [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/\\_private/Shum/Deistv\\_shuma\\_3/3\\_E\\_metod\\_snig\\_shum.htm](http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/_private/Shum/Deistv_shuma_3/3_E_metod_snig_shum.htm) (дата обращения: 12.08.2019).

11. Пат. 2683869 Российская Федерация, МПК В02С 13/00, В02С 18/00, В02С 9/00, В02С 23/00 (2006.01). Дробильная установка пророщенного высушенного зерна / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко, А.Н. Макаренко, К.В. Казаков, А.А. Гетманов, М.С. Широков ; заявитель патентообладатель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – № 2018117135 ; заявл. 07.05.2018 ; опубл. 02.04.2019, Бюл. № 10. – 9 с.

12. Практикум по безопасности жизнедеятельности : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 38.03.07 (100800.62) – «Товароведение» и 35.03.07 (110900.62) – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Е.А. Высоцкая, А.С. Корнев ; под общ. ред. проф. Е.А. Андрианова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 213 с.

13. Производственный шум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmede.org/sait/?id=Gigiena\\_truda\\_izmerov\\_2010&menu=Gigiena\\_truda\\_izmerov\\_2010&page=13](http://vmede.org/sait/?id=Gigiena_truda_izmerov_2010&menu=Gigiena_truda_izmerov_2010&page=13) (дата обращения: 01.08.2019).

14. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 июня 2016 г. № 81 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420362948> (дата обращения: 12.08.2019).

15. Reduction of external noise of mobile energy facilities by using active noise control system in muffler / O.I. Polivaev, A.N. Kuznetsov, A.N. Larionov, R.G. Beliansky // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment : Proceedings of 11<sup>th</sup> International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2017 (Tomsk, December 04–06, 2017). – Institute of Physics IOP Publishing, 2018. – Vol. 327 (04). – No. 042082.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Елена Анатольевна Высоцкая – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности, декан факультета технологии и товароведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, [murka1979@mail.ru](mailto:murka1979@mail.ru).

Андрей Сергеевич Корнев – кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kornev.andr@mail.ru](mailto:kornev.andr@mail.ru).

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

Олег Евгеньевич Соцков – магистрант 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: [anders\\_flint@mail.ru](mailto:anders_flint@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 14.11.2019

Дата принятия к печати 17.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elena A. Vysotskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Dean of the Faculty of Technology and Merchandizing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [murka1979@mail.ru](mailto:murka1979@mail.ru).

Andrey S. Kornev, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processing Plants' Processes, Agricultural Engineering, Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [kornev.andr@mail.ru](mailto:kornev.andr@mail.ru).

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

Oleg E. Sotskov, Master's Degree Student, 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: [anders\\_flint@mail.ru](mailto:anders_flint@mail.ru).

Received November 14, 2019

Accepted after revision December 17, 2019

---

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОМЫВКИ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ОТРАБОТАННЫМ МОТОРНЫМ МАСЛОМ БЕЗ ЕГО СЛИВА ИЗ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ

---

Валерий Васильевич Остриков<sup>1</sup>  
Сергей Николаевич Сазонов<sup>1</sup>  
Виктор Сергеевич Вязинкин<sup>1</sup>  
Алла Владимировна Забродская<sup>1</sup>  
Дмитрий Николаевич Афоничев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники  
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрен процесс очистки отработавшего свой срок моторного масла от загрязнений без его слива из картера двигателя. Принимая во внимание тот факт, что замена отработанного моторного масла на свежее без промывки системы смазки интенсифицирует процесс старения моторного масла, предложено использовать в качестве основы промывочного масла отработанное моторное масло. Установлено, что внесение в моторное масло гидроксида аммония в смеси с карбамидом с последующим запуском двигателя позволяет снизить содержание загрязнений в масле с 0,85 до 0,01% и изменить цвет масла с 8 до 3,5 балла в единицах ЦНТ. Внесение в очищенное масло диметилсульфоксида в смеси с дизельным топливом и изопропилом калия в количестве 3% масс каждого позволяет повысить моющие свойства масла. Определено, что содержание нерастворимого осадка в экспериментальном промывочном масле за 40 минут работы двигателя на холостом ходу повысилось с 0,01 до 0,23%, что свидетельствует о достаточно высоких моющих свойствах масла. Сравнительный анализ результатов исследований при замене масла без промывки системы смазки двигателя Д-240 и с промывкой экспериментальным составом масла выявил снижение образования загрязнений в товарном масле М-10Г<sub>2к</sub> в три раза по сравнению с первым вариантом. После 8 часов работы свежего масла без промывки системы смазки его загрязненность возросла до 0,09%. При промывке работавшим в двигателе маслом с добавками содержание нерастворимого осадка возросло до 0,03%. Замер компрессии в цилиндрах до начала испытаний и после завершения показал рост данного показателя на 8–10%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двигатель, система смазки, моторное масло, загрязнения, очистка, промывка, добавки.

## STUDIES OF THE PROCESS OF CLEANSING THE LUBRICATION SYSTEM BY WASTE ENGINE OIL WITHOUT CRANKCASE DRAIN

Valery V. Ostrikov<sup>1</sup>  
Sergey N. Sazonov<sup>1</sup>  
Victor S. Vyazinkin<sup>1</sup>  
Alla V. Zabrodskaya<sup>1</sup>  
Dmitriy N. Afonichev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture

<sup>2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The process of cleansing waste engine oil from contamination without crankcase drain is considered. Taking into account the fact that waste engine oil replacement without the lubrication system cleansing intensifies the aging process of the engine oil, the authors proposed to use waste engine oil as rinsing oil base. It was found that the addition of ammonium hydroxide to the engine oil in a mixture with urea followed by engine starting allows reducing the content of contaminants in the oil from 0.85 to 0.01% and changing the color of the oil from 8 to 3.5 points determined on colorimeter. The addition of dimethylsulfoxide to the refined oil in a mixture with diesel fuel and

potassium isopropyl in an amount of 3% by weight of each allows increasing the cleansing properties of the oil. It was determined that the content of insoluble precipitate in the experimental rinsing oil increased from 0.01 to 0.23% during 40 minutes of engine idling, which indicates sufficiently high rinsing properties of the oil. A comparative analysis of the research results obtained at oil replacement without D-240 engine lubrication system cleansing and at cleansing using the proposed experimental oil composition revealed a three-fold reduction in contaminants formation in the M-10G<sub>2K</sub> commercial oil as compared to the first option. After 8 hours of fresh oil operation without the lubrication system cleansing, its contamination increased to 0.09%. When cleansing by the engine oil with additives, the insoluble precipitate content increased to 0.03%. Measurement of compression in cylinders before the start of tests and after completion showed an increase of this indicator by 8-10%.

KEYWORDS: engine, lubrication system, engine oil, contamination, cleansing, rinsing, additives.

### **В**ведение

В процессе эксплуатации транспортных средств в любом двигателе происходит накопление загрязнений, которые необходимо периодически удалять.

В настоящее время существует значительное количество разработок, направленных на очистку систем двигателя от загрязнений, которые условно можно разделить на три категории:

- очистка системы смазки двигателя промывочными маслами;
- очистка двигателя со стороны топливной системы специальными присадками и добавками, вносимыми в топливо;
- комплексная очистка двигателя [1, 2, 3, 8].

Известные способы и технологии находят применение и достаточно эффективны при проведении операции очистки бензиновых двигателей [9].

Дизельные двигатели тракторов и комбайнов работают в более жестких нагрузочных режимах, при более высоких температурах. При этом образующиеся отложения в системе смазки, на деталях цилиндрико-поршневой группы имеют несколько другую структуру, твердость и очень часто отличаются количественно [5, 6, 7, 10].

В сельскохозяйственном производстве очистка систем смазки, деталей двигателя при проведении операции технического обслуживания практически не проводится. При этом известно, что образующиеся отложения ухудшают подвижность поршневых колец, снижают компрессию в цилиндрах, уменьшают срок службы масла до замены. Причинами отказа от столь важных мер, направленных на повышение эксплуатационных свойств двигателя, являются высокая цена на промывочные масла и их не очень высокая эффективность при использовании в дизельных двигателях [1, 3, 4].

На основе анализа значительного количества источников информации по использованию моторных масел в двигателях тракторов в условиях эксплуатации установлено, что после замены отработавших свой срок масел заправленное свежее масло уже после 8 часов наработки приобретает черный цвет, а содержание смол и продуктов окисления увеличивается многократно.

На рисунке 1 представлены зависимости изменения содержания нерастворимого осадка и цвета масла после 8 часов наработки и последующей эксплуатации в течение 16 часов.

После первых двух часов работы двигателя Д-240 моторное масло М-10<sub>2K</sub> изменило цвет (линия 2) с 3 до 4 баллов в единицах ЦНТ. Содержание нерастворимого осадка в масле в двигателе выросло за первые 2 часа работы с 0,01 до 0,05% и к 8 часам наработки составило 0,09%. Интенсивное образование загрязнений в масле объясняется высокими моющими свойствами товарного масла и достаточно высокой степенью загрязненности системы смазки. Данные факты подтверждают необходимость и актуальность проведения операции промывки двигателя перед заменой масла.

Проведение операции промывки системы смазки после слива отработанного масла позволяет снизить интенсивность загрязнения моторного масла и продлить срок его службы.

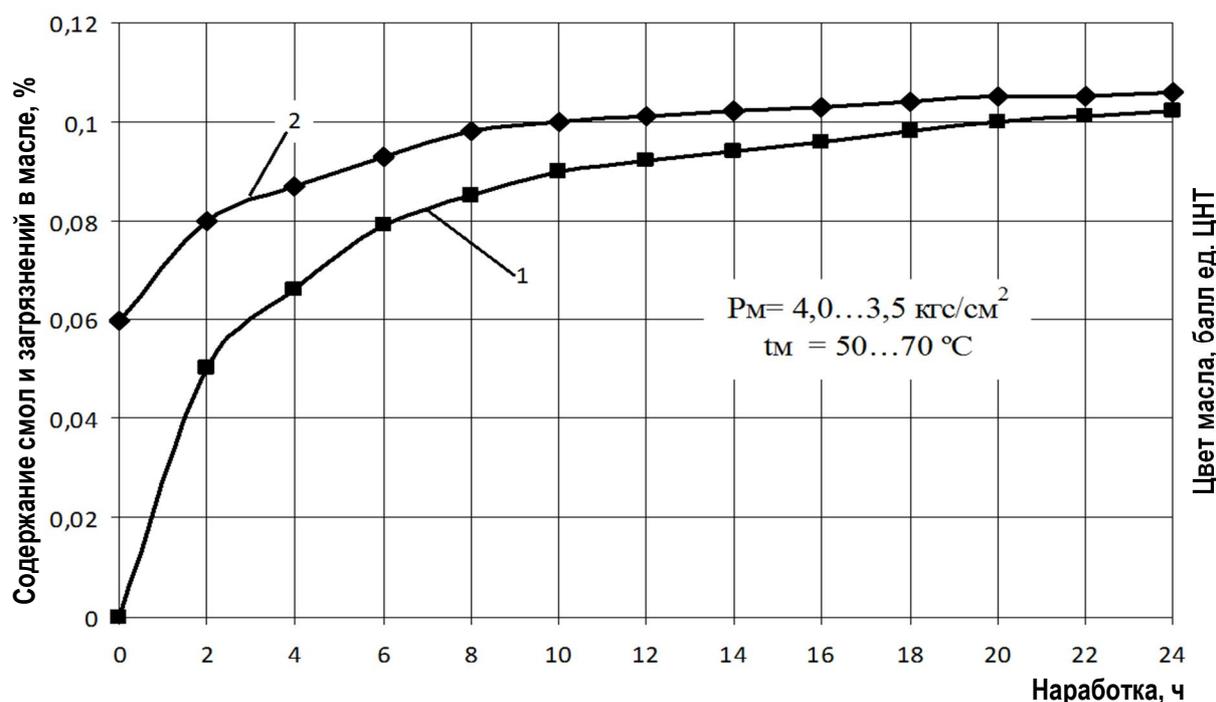


Рис. 1. Зависимость изменения загрязненности свежего масла М-10<sub>2к</sub> от наработки при  $P_m = 4,0 \dots 3,5 \text{ кгс/см}^2$ : 1 – изменение содержания загрязнений в масле; 2 – изменение цвета масла

Сотрудники ФГБНУ ВНИИТиН и Воронежского госагроуниверситета ведут исследования, направленные на поиск способов повышения эксплуатационных свойств двигателей тракторов и снижения затрат на промывку системы смазки.

#### Методика проведения исследований

Исследования проводились в несколько этапов. На первом этапе разрабатывается упрощенная схема и технологический процесс очистки отработавшего свой срок моторного масла без его слива из картера двигателя Д-240. Двигатель прогревается до температуры масла 75–80°C. Через заливную горловину в масло вносится смесь гидроксида аммония и карбамида. Двигатель работает на данном составе масла 10 минут на холостом ходу и далее под нагрузкой в течение 30–40 минут. Через каждые 10 минут посредством шупа достается капельная проба масла и наносится на фильтровальную бумагу «белая лента» для оценки загрязненности и изменения цвета масла.

При появлении на фильтровальной бумаге масла желтого цвета двигатель останавливается, центрифуга очищается от загрязнений, после чего через заливную горловину в картер двигателя добавляется смесь диметилсульфоксида, изопропила калия и дизельного топлива (3% масс к объему масла). Производится пуск двигателя, и он работает на холостом ходу 60 минут. Через каждые 20 минут из картера отбирается проба объемом 100 мл для оценки загрязненности масла и определения качества промывки.

Перед началом испытаний и в конце определяли компрессию в цилиндрах, а также в лабораторных условиях физико-химические характеристики изменения свойств масла в соответствии с утвержденными методиками.

#### Результаты и их обсуждение

Как известно, отработанное моторное масло обладает определенным запасом эксплуатационных свойств [9], к моменту его замены в нем сохраняется 20–30% моюще-диспергирующих, противозносных и других присадок. При этом отработавшее более 200 часов масло содержит смолы, механические примеси и продукты окисления масла.

На основании ранее проведенных исследований [4, 9] установлено, что внесение в масло гидроксида аммония в смеси с карбамидом позволяет укрупнить практически растворенные примеси и загрязнения для их осаждения встроенными в систему смазки средствами очистки (центрифугами). Масло после очистки способно выполнять свои функции на протяжении 50–70 часов.

Данные результаты исследований позволяют предположить возможность использования очищенных отработанных масел без их слива из картера двигателя в качестве промывочного масла с учетом их обогащения присадками и добавками.

При проведении исследований в реальных условиях эксплуатации оценивалось изменение содержания нерастворимого осадка, кислотного и щелочного числа, цвета масла в зависимости от времени работы двигателя и очистки отработанного масла.

На рисунке 2 представлена зависимость изменения физико-химических показателей масла под действием реагентов-коагулянтов от времени работы двигателя.

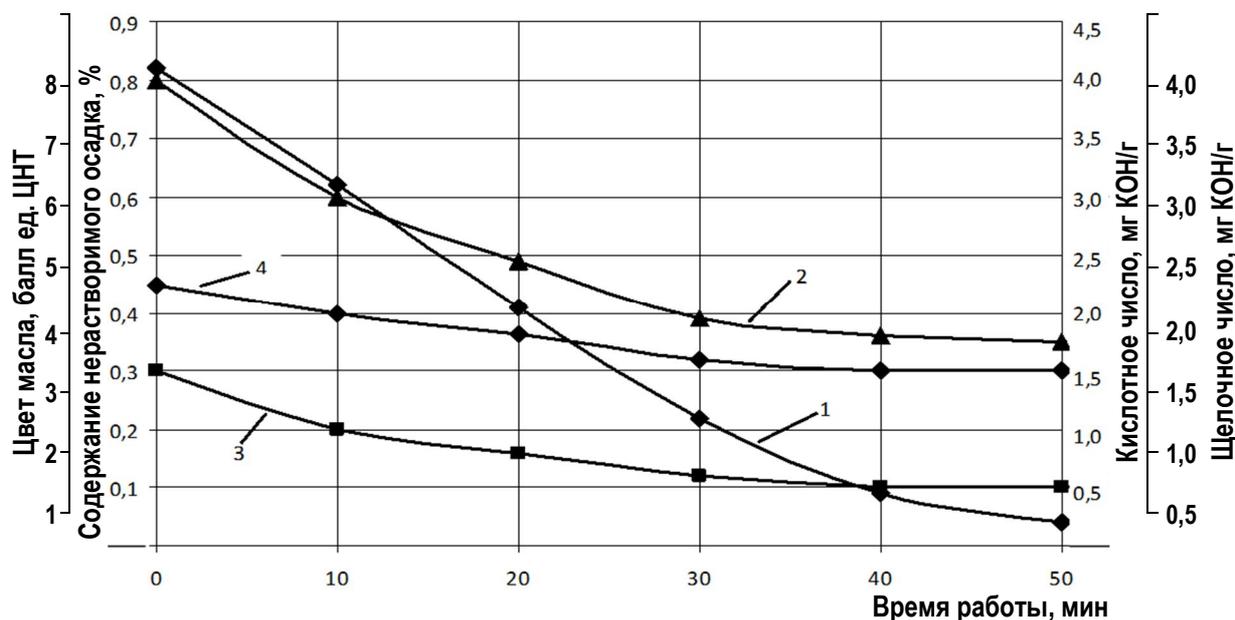


Рис. 2. Зависимость изменения физико-химических характеристик отработанного масла под действием реагентов-коагулянтов от времени работы в двигателе Д-240: 1 – содержание нерастворимого осадка; 2 – цвет масла; 3 – кислотное число; 4 – щелочное число

Содержание нерастворимого осадка и цвет масла изменялись до значений, близких к товарным маслам. После удаления продуктов окисления масла кислотное число снизилось с 2,0 до 0,62 мг КОН/г. Щелочное число моторного масла понизилось с 2,8 до 2,0 мг КОН/г, что свидетельствует о достаточно высоких моющих свойствах масла и возможности его использования в качестве базовой основы для промывки системы смазки от загрязнений.

Цвет пятна масла на фильтровальной бумаге изменился с черного до желтого.

Выполнили разборку центрифуги и определили количество отложений на стенках ротора. Оно получилось равным значению, полученному при работе двигателя в обычных условиях в течение 150–200 часов, а именно 23 мм.

На следующем этапе в очищенное масло в картер двигателя добавили смесь диметилсульфоксида, изопропила калия и дизельного топлива. Производили пуск двигателя, и он работал на холостом ходу в течение 60 минут. Через каждые 20 минут из картера брали пробы масла для анализа изменений его характеристик. Повышение содержания загрязнений в масле свидетельствует о высокой эффективности очистки системы смазки.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения загрязненности масла от времени промывки системы смазки двигателя Д-240.

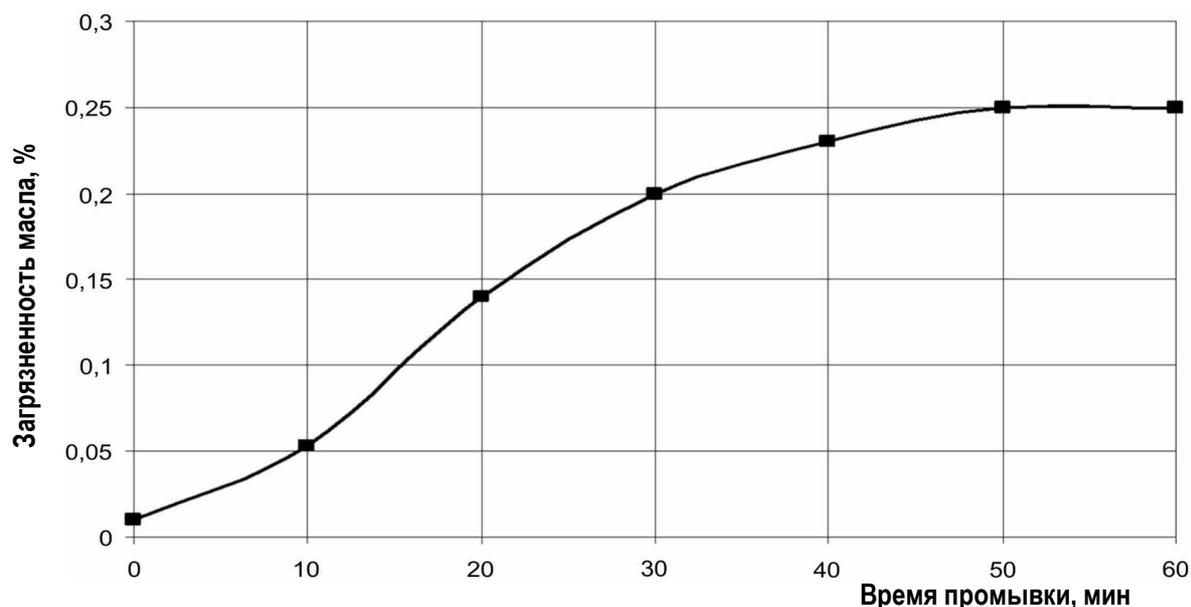


Рис. 3. Изменение загрязненности масла от времени промывки системы смазки двигателя Д-240

Выявлено, что при работе двигателя в течение 40 минут в масле интенсивно накапливались загрязнения и примеси. Далее процесс накопления загрязнений проходил менее активно. После проведения операции промывки в картер двигателя заправляли товарное масло М-10Г<sub>2К</sub>, осуществляли его запуск и эксплуатацию в обычном режиме (на сельскохозяйственных работах).

На рисунке 4 показано изменение содержания загрязненности масла М-10Г<sub>2К</sub> (нерастворимого осадка и цвета) в зависимости от наработки.

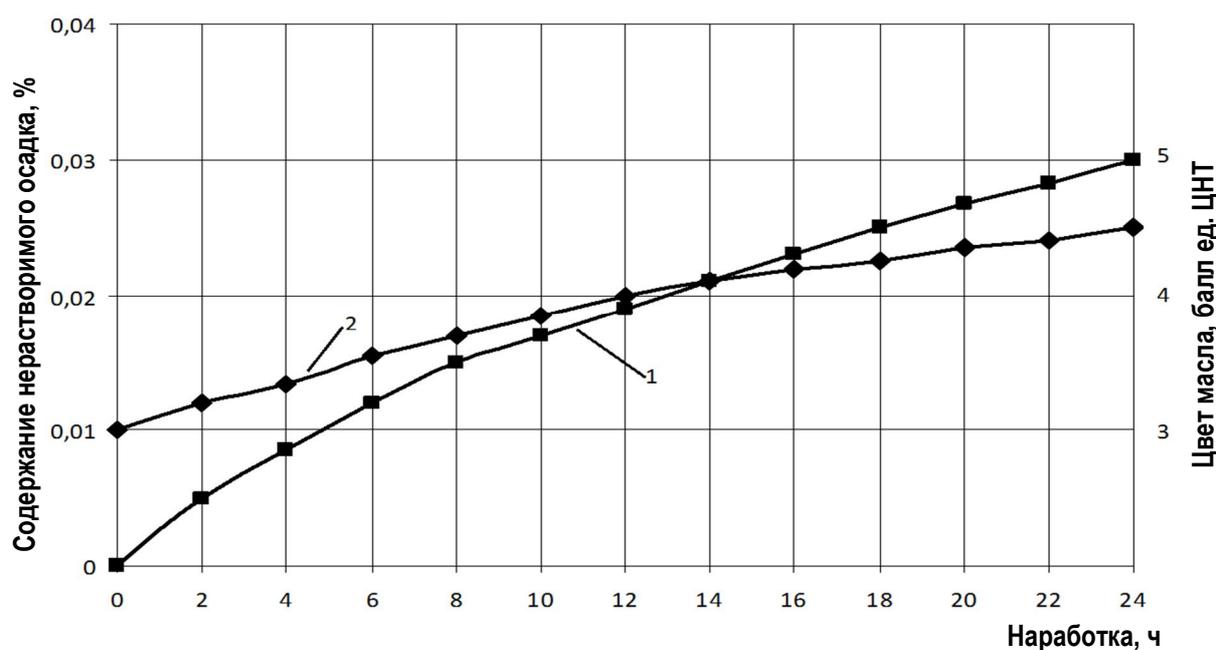


Рис. 4. Зависимость изменения загрязненности товарного масла М-10Г<sub>2К</sub> после проведения операции промывки системы смазки: 1 – изменение содержания нерастворимого осадка в масле; 2 – изменение цвета масла

На основе сравнения зависимости изменения загрязненности товарного масла М-10Г<sub>2К</sub> без промывки системы смазки (рис. 1) и зависимости изменения свойств масла с учетом промывки по анализируемому технологическому процессу (рис. 2) можно утверждать, что во втором варианте после 8 и 24 часов работы загрязненность масла была в три раза ниже. Следовательно, процесс «старения» масла происходит менее интенсивно, и срок его службы до замены может быть выше.

Анализ компрессии в цилиндрах двигателя до начала испытаний и после завершения промывки показал повышение данного показателя в среднем на 8–10%.

### **Выводы**

Использование отработанных моторных масел для промывки системы смазки позволяет повысить эксплуатационные характеристики двигателя и продлить срок службы отработанного моторного масла.

Использование отработанных масел снижает затраты на проведение операций технического обслуживания.

---

### **Библиографический список**

1. Аллилуев В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 367 с.
2. Высокотемпературное динамическое окисление масла в поршневом двигателе / А.В. Непогодьев, В.И. Ворожихина, Л.С. Рязанов и др. // Двигателестроение. – 1990. – № 3. – С. 51–54.
3. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – Москва : ИЦ «Академия», 2008. – 432 с.

4. Исследования по разработке состава приработочного масла для послеремонтной обкатки двигателей тракторов / В.В. Остриков, С.Н. Сазонов, Д.И. Афанасьев, А.В. Забродская, Д.Н. Афоничев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 135–144.
5. Картошкин А.П. Исследование нагаротложений на деталях цилиндропоршневой группы при эксплуатации дизелей сельскохозяйственных тракторов / А.П. Картошкин. – Ленинград : Ленинградский сельскохозяйственный институт, 1984. – 97 с.
6. Николаенко А.В. Количественные характеристики ухудшения работы тракторного дизеля при нагарообразовании в цилиндрах / А.В. Николаенко, А.П. Картошкин, А.И. Проскурин // Двигателестроение. – 1984. – № 8. – С. 45–49.
7. Николаенко А.В. Повышение эффективности использования тракторных дизелей в сельском хозяйстве / А.В. Николаенко, В.Н. Хватов. – Ленинград : Агропромиздат, 1986. – 411 с.
8. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др. ; под ред. В.М. Школьников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский центр «ТЕХИНФОРМ», 1999. – 596 с.
9. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, А.В. Забродская. – Москва-Вологда : ООО «Инфра-Инженерия», 2019. – 244 с.
10. Adkins P. The Burning of Emulsified Fuel in Medium Speed Diesel Engines / P. Adkins // Fairplay International Shipping Weekly. – 1982. – Vol. 281. – Pp. 27–29.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Васильевич Остриков – доктор технических наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Сергей Николаевич Сазонов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: snsazon@mail.ru.

Виктор Сергеевич Вязинкин – научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Алла Владимировна Забродская – научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Дмитрий Николаевич Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электро-техники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.09.2019

Дата принятия к печати 05.11.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery V. Ostrikov, Doctor of Engineering Sciences, Head of Lubricants and Waste Oil Products Usage Laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Sergey N. Sazonov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Researcher, Operational Requirements for Agricultural Machinery Laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Victor S. Vyazinkin, Scientific Researcher, Lubricants and Waste Oil Products Usage Laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Alla V. Zabrodskaya, Scientific Researcher, Lubricants and Waste Oil Products Usage Laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Dmitriy N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Received September 16, 2019

Accepted after revision November 05, 2019

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ КАК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Алексей Николаевич Васильев<sup>1</sup>  
Алексей Семенович Дорохов<sup>1</sup>  
Ирина Георгиевна Ершова<sup>1</sup>  
Александр Иванович Учеваткин<sup>1</sup>  
Елена Валентиновна Косолапова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

<sup>2</sup>Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

Разрабатывается методология исследования и формирования технологических систем обработки сельскохозяйственной продукции и системы электрооборудования (СЭ) как объектов управления. В основу авторской разработки положен методологический подход, в соответствии с которым технологические системы и СЭ рассмотрены как сложные объекты, представляющие собой совокупность взаимодействующих технологических, энергетических, эксплуатационных факторов, влияющих на их технико-экономические, экологические, энергетические и качественные показатели. Основными задачами исследования системы как объекта управления являются изучение ее технологических и энергетических параметров, динамических и статических характеристик звеньев, возмущающих и управляющих воздействий, ожидаемой реакции системы на эти воздействия, определение комплекса контролируемых и регулируемых параметров, аварийных ситуаций, временных режимов и условий работы оборудования, затрат рабочего времени на управление и обслуживание, а также выявление зависимости качества получаемой продукции от различных факторов и технологических параметров системы. Математические модели, устанавливающие количественные взаимосвязи между параметрами контроля, регулирования и управления автоматизированными звеньями и режимами работы энергосберегающих технологических систем, позволяющие на стадии разработки и проектирования обосновывать требуемые режимы работы СЭ автоматизированных звеньев (АЗ), регулировать потоки энергии в системах охлаждения и обеспечивать максимальную эффективность технологического процесса обработки сельскохозяйственной продукции. Предложенная методология дает возможность выявить и обработать всю необходимую информацию, характеризующую технологическую систему, обосновать параметры процесса обработки, режимы ее функционирования, определить структуру СЭ и комплекс технических средств для получения информации о состоянии объекта управления, выявить их влияние на показатели качества продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методология исследования, объект управления, параметры, процесс обработки, система, факторы, хладоноситель.

## RESEARCH METHODOLOGY OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF AGRICULTURAL PRODUCTS PROCESSING AS CONTROLLED OBJECTS

Aleksey N. Vasilyev<sup>1</sup>  
Aleksey S. Dorokhov<sup>1</sup>  
Irina G. Ershova<sup>1</sup>  
Aleksandr I. Uchevatkin<sup>1</sup>  
Elena V. Kosolapova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics

The authors present the methodology of research and the formation of technological systems for agricultural products processing and of the electrical equipment system (EES) as control objects. The proposed approach is based on a methodological technique. According to the presented technique technological systems and EES are considered as complex objects that represent a set of interacting technological, energy, and operational factors

that affect their technical, economic, environmental, energy, and quality indicators. Main objectives of the research of the system as a control object is the study of its technological and energy parameters, dynamic and static characteristics of links, disturbing and control actions expected system response to the effects of the complex controlled and regulated settings, emergency situations, temporary modes and conditions of operation of equipment, working time on management and maintenance, as well as the dependence of the quality of the products obtained from the various factors and technological parameters of the system. Mathematical models that establish quantitative relationships between the parameters of control, regulation and management of automated links and modes of operation of energy-saving technological systems allow the authors at the stage of development and design to justify the required modes of operation of the EES of automated links (AL), to regulate energy flows in cooling systems, to ensure maximum efficiency of the technological process of agricultural products processing. Using the proposed methodology specialists can identify and process all the necessary information that characterizes the technological system, justify the parameters of the processes, modes of its operation, determine the structure of the EES and technical means for obtaining information on the status of the control object, to define their impact on the quality indicators of the processed products.

KEYWORDS: research methodology, control object, parameters, processing process, system, factors, cooling agent.

### **В**ведение

В современных экономических условиях каждый сельхозтоваропроизводитель для повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции неизбежно сталкивается с необходимостью модернизации, ключевой целью которой является повышение производительности и снижение энергоемкости, так как повышение энергоэффективности и грамотная организация энергосбережения позволят существенно сократить энергозатраты на единицу произведенной продукции.

В настоящее время в российском АПК активно применяются энергосберегающие технологические способы обработки сельскохозяйственной продукции [1–5, 7, 8].

Структура теплохолодильных систем (ТХС) предполагает наличие технологического оборудования (машин и агрегатов) для обработки продукции и систем управления (СУ), включающих совокупность технических средств для осуществления контрольных мероприятий, регулирования и управления технологическим процессом, которые, в свою очередь, составляют системы электрооборудования (СЭ) объекта. Данная система состоит из низковольтных комплектных устройств управления (НКУ) отдельными подсистемами, комплекта датчиков и преобразователей. СЭ и технологические системы обработки сельскохозяйственной продукции являются сложными системами, представляющими собой совокупность отдельных звеньев, участвующих в технологическом процессе обработки и взаимодействующих между собой по определенным законам. Они включают различные машины и агрегаты, которые насчитывают один или несколько рабочих органов и могут рассматриваться как автономные объекты управления, поэтому их структура определяется количеством звеньев, способами их соединения и особенностями функционирования [9–12].

Методологический подход исследования технологических систем обработки сельскохозяйственной продукции как объектов управления разрабатывается с целью:

- сбора и обработки информации, необходимой для создания гибких энергосберегающих систем и СЭ;
- обоснованного выбора их контролируемых, регулируемых и управляемых параметров;
- синтеза и анализа энергетического и материального баланса;
- определения уровня автоматизации и быстродействия, плавности работы, диапазона изменения и регулирования потоков подачи, расхода продукта и хладоносителя, их случайного или детерминированного характера.

Реализация такого подхода позволит выполнить моделирование и оптимизацию эффективных режимов работы автоматизированных звеньев (АЗ) и систем в целом. Кроме того, это даст возможность разработать гибкие алгоритмы функционирования

СУ и определить комплекс контролируемых, регулируемых и управляемых параметров, а также установить пределы их регулирования, разработать энергоэффективный рабочий цикл действий АЗ и системы их взаимосвязи в целом.

### **Материалы и методы**

В основу разработки методологических подходов исследования энергосберегающих технологических систем обработки сельскохозяйственной продукции как объектов управления заложен методологический прием, согласно которому данные системы и СЭ представляют собой сложные объекты, в которых взаимодействуют различные факторы – технологические, энергетические, эксплуатационные, оказывающие значительное влияние на основные технико-экономические, экологические, энергетические и качественные показатели.

Решение поставленных задач осуществляется с позиции системного подхода с применением методов системотехники, теории операций, теории вероятностей и математической статистики, теории автоматического регулирования, теории случайных функций.

Для описания нелинейных процессов использованы методы гармонической линеаризации, математического и физического моделирования.

При разработке программы экспериментальных исследований применены методы статистического анализа и планирования эксперимента.

### **Результаты и их обсуждение**

Системы электрооборудования, непосредственно влияя на качество обрабатываемой сельхозпродукции, на технико-экономические показатели, требуют учета не только энергетических, эксплуатационных, организационных факторов функционирования системы, но и системного подхода, заключающегося в формировании и оценке оптимального решения, устанавливающего и учитывающего все существенные взаимосвязи и степень влияния параметров на поведение всей системы в целом [6, 11–13].

Объектами управления в каждой системе обработки являются:

- аккумулятор холода;
- хладоноситель;
- трубопровод;
- поток продукта и охлаждаемого продукта;
- накопительно-регулирующая емкость (НРЕ).

На рисунке 1 представлен алгоритм исследования технологических энергосберегающих систем обработки сельскохозяйственной продукции как объектов управления. Если параметры являются случайными величинами, то они могут быть заданы законами распределения или моментами случайных величин. Параметры системы как функции случайных величин также будут случайными.

Исследование технологических систем и СЭ как объектов управления для описания и анализа параметров процессов функционирования осуществляется на основании построения математических моделей, так как они отображают взаимодействие факторов, оказывающих значительное влияние как на выбор, так и на обоснование основных параметров работы системы управления технологическим процессом.

С методической точки зрения исследуемую технологическую систему обработки можно разделить на отдельные звенья, представляющие собой рабочие машины и исполнительные механизмы и выполняющие одну или несколько технологических операций. Их признаками являются специфика выполнения функционально-структурной схемы, уровень ее автоматизации и агрегации звеньев. Признаки вариантов звена связаны с особенностями его исполнительного органа, регулятора, электропривода и других элементов.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

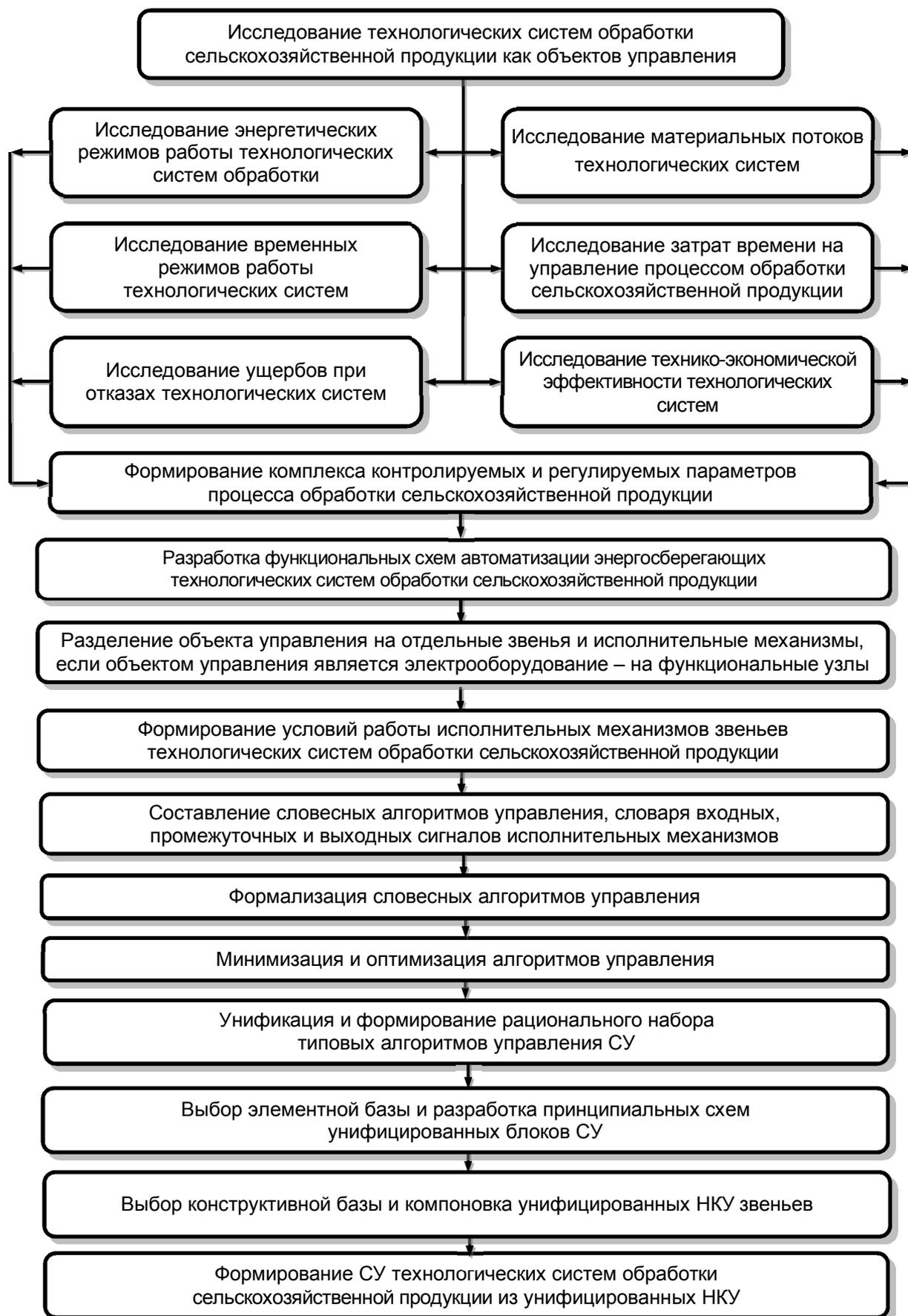


Рис. 1. Алгоритм исследования энергосберегающих технологических систем обработки сельскохозяйственной продукции как объектов управления

Обработка количественной информации осуществляется с использованием математических моделей, устанавливающих детерминированные и статистические зависимости между факторами одной природы. Данные модели содержат выражения, которые позволяют установить как рекомендуемые или граничные значения рассматриваемых показателей технических требований исследуемой системы, так и ее отдельные регулируемые звенья [11–13].

Функциональной моделью исследуемой системы является записанный в виде прямоугольной матрицы  $M$  размером  $[A_m \cdot B_n]$  ранжированный набор альтернативных вариантов выполнения энергосберегающей системы с регулируемыми звеньями охлаждения, например,

$$M = [A_m \cdot B_n]; A_m = \sum_{k=1}^m \psi [D_k L_k]; 1 \rightarrow k \rightarrow m; B_n = \sum_{k=1}^m \psi [D_k L_k]; 1 \rightarrow k \rightarrow m, \quad (1)$$

где  $A_m \cdot B_n$  – число столбцов и строк матрицы;

$m, n$  – количество вариантов выполнения звеньев энергосберегающих охлаждающих систем  $D_k$  и системы электрооборудования  $L_k$  [9–11].

Технологические факторы характеризуются высокой степенью неопределенности исходных данных. Поэтому техническое решение, принимаемое для детерминированных исходных данных, может оказаться неоптимальным или ошибочным. Методы теории операций позволяют выбрать наилучшее для данных условий решение.

Структура и влияние независимых факторов на технологический процесс представлены на рисунке 2.

Формализация принципиально новых технологий включает выбор эффективных технологий, технических средств и их параметров, обеспечивающих выполнение предъявляемых требований. Задача заключается в определении целевой функции и критериев при выборе технических средств при минимизации затрат энергии и удельных затрат на обработку сельхозпродукции, а также в обосновании приемов и методов снижения до минимально возможного или допустимого уровня воздействующих параметров.

В математическом представлении это означает выбор определенного оператора  $A_i$  из набора  $A_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots, n$ ), который бы отвечал поставленным требованиям [9–13], т. е.

$$\Psi(Y_k) = A_k \cdot \sum_{i=1}^k f_k \cdot (x_k; z_k) \rightarrow \min(\max). \quad (2)$$

Предполагается, что при определенном значении  $A_k$  каждому варианту однозначно соответствует требуемый результат  $\Psi(Y_k)$ , выраженный количественно. При этом  $Y_k$  представляет собой количественную оценку одного из качественных показателей системы (температура хладоносителя, температура окружающего воздуха, время охлаждения, аккумулирующая способность системы, хладовосприятие и т. п.).

Значения переменных операторов  $A_k \dots A_n$  соответствуют исследуемым вариантам технического решения и могут быть заданы в виде пределов изменения показателей или в виде параметров закона распределения вероятностей рассматриваемого показателя.

Для получения количественной оценки ТХС, в том числе автоматизированной аккумуляции естественного и искусственного холода, предложен перечень показателей, отдельных звеньев и системы в целом [11–13].

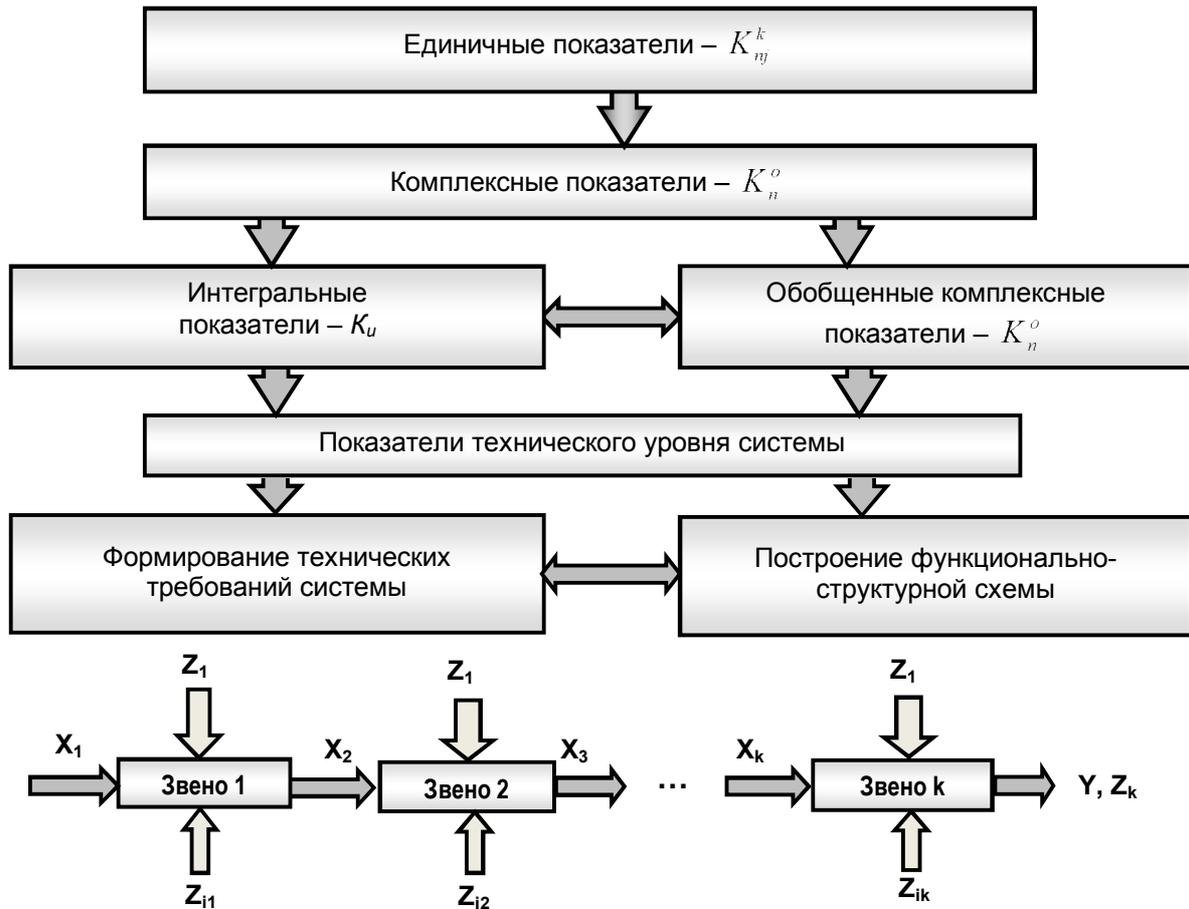


Рис. 2. Действие различных факторов на технологический процесс охлаждения

Методологический подход основан на использовании системы единичных  $K_{ijn}^e$ , комплексных  $K_n^o$  и обобщенных комплексных  $K_n^o$  показателей (ОКП), характеризующих различные свойства исследуемой системы [11].

К единичным показателям  $K_{ijn}^e$  относятся интенсивность потока подачи продукта  $Q_n$  и хладоносителя  $Q_x$ , температура продукта  $t_{n1}$ , хладоносителя  $t_{x1}$  и окружающего воздуха  $t_o$ , аккумулирующая способность  $W_a$  и хладовосприятие  $W_x$  системы, т. е. совокупность таких показателей, которые изменяются в процессе работы системы по случайному закону.

Единичный показатель количественно характеризует какое-то определенное свойство звеньев [11]

$$K_{ijn}^e = \frac{K_{nj}}{K_{nj}^b}, \quad (3)$$

где  $K_{ijn}^e$  – единичный  $i$ -й показатель  $j$ -го звена  $n$ -го варианта системы;

$K_{nj}$  – численная характеристика  $i$ -го показателя  $j$ -го звена  $n$ -го варианта системы;

$K_{nj}^b$  – базовый показатель  $j$ -го звена  $n$ -го варианта системы.

Данные показатели характеризуют одно из свойств сравниваемых исследуемых систем по таким основным видам оценок, как энергетическая, технологическая, экс-

плуатационная, технико-экономическая и эргономическая. Эти оценки отражают первостепенные свойства системы, а также предъявляемые к ней специальные требования, учитывающие специфику сельскохозяйственного производства. Этот вид оценки, а также весомость отдельных показателей определяются расчетным путем или при помощи экспертных методов.

Энергетические показатели, в роли которых используются холодильные коэффициенты системы, представляют собой отношение полученной холодопроизводительности  $q_0$  к затраченной работе  $A_l$  [11–13]

$$\varepsilon = \frac{q_0}{A_l}. \quad (4)$$

При оценке ТХС используется также дифференциал энтропии  $dS$  охлаждающей среды [11–13]

$$dS = \frac{dQ}{T^*}, \quad (5)$$

где  $dS$  – дифференциал энтропии («поворот», «превращение», т. е. функция состояния термодинамической системы, определяющая меру необратимого рассеивания энергии);

$dQ$  – бесконечно малое количество сообщенного среде тепла;

$T^*$  – абсолютная температура, К.

К единичным показателям энергосберегающих систем обработки сельскохозяйственной продукции относятся удельные затраты энергии на охлаждение продукции, а также следующие коэффициенты:

- коэффициент размещения  $P$ , характеризующий уровень централизации СУ и СЭ в целом [11–13]

$$P = \frac{1}{\sum P_1}, \quad (6)$$

где  $\sum P_1$  – количество автономных управляющих устройств, включая централизованное устройство управления;

- коэффициент аккумуляции  $A$  системы [11–13]

$$A = \frac{W}{\sum W}, \quad (7)$$

где  $W$  – количество энергии холода, накапливаемое аккумулирующими звеньями системы, кВт·ч;

$\sum W$  – требуемое количество энергии холода, кВт·ч;

- коэффициент интеграции  $I$  системы [4–9]

$$I = \frac{\sum I^1}{\sum I}, \quad (8)$$

где  $\sum I^1$  – количество интегральных элементов СУ;

$\sum I$  – общее количество элементов;

- коэффициент хладовосприятия  $W_x$  системы [11–13]

$$W_x = \frac{W}{T}, \quad (9)$$

где  $T$  – время рабочего цикла намораживания, ч.

Регулируемые звенья характеризуются таким коэффициентом, как диапазон регулирования  $D$  [11–13]

$$D = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}, \quad (10)$$

где  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$  – максимальные и минимальные значения потоков продукта или потоков хладоносителя, м<sup>3</sup>/ч.

К числу единичных показателей АЗ, действующих в случайных потоках подачи продукта и хладоносителя, относятся:

- математическое ожидание;
- среднее квадратическое отклонение;
- автокорреляционная функция;
- график спектральной плотности (интенсивности) случайных потоков подачи и хладоносителя, и продукта [9–13].

Для дискретно управляемых регулируемых звеньев, функционирующих в случайных потоках продукта и хладоносителя, в качестве единичных показателей выступают коэффициенты передачи, представляющие собой частоту и относительную продолжительность включений [6, 11–13]:

- для время-импульсной модуляции (ВИМ) потока – оценка математического ожидания относительной продолжительности включений  $\tilde{m}[\varepsilon]$

$$\tilde{m}[\varepsilon] = \frac{\tilde{m}[Q_n]}{Q_j}, \quad (11)$$

где  $\tilde{m}[Q_n]$  – оценка математического ожидания потока подачи хладоносителя, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_j$  – производительность звена  $j$ , м<sup>3</sup>/ч;

- для широтно-импульсной модуляции (ШИМ) потока при ограничении  $Q_j > Q_n$  – оценка математического ожидания числа включений  $\tilde{m}[Z]$

$$\tilde{m}[Z] = \frac{Q_j \cdot \tilde{m}[Q_n] - \tilde{m}[Q_n]^2}{V_p \cdot Q_j}, \quad (12)$$

где  $V_p$  – средняя величина эффективной вместимости аккумулятора холода, м<sup>3</sup>.

К интегральным показателям относится комплекс единичных показателей, характеризующих несколько звеньев энергосберегающих систем по какому-то одному из их свойств [11–13]

$$K_u = \sum_{i=1}^j [K_1^e, \dots, K_i^e, \dots, K_j^e], \quad (13)$$

где  $K_u$  – интегральный показатель;

$K_i^e$  – единичные показатели;

$j$  – количество оцениваемых звеньев.

Комплексный показатель  $K_{nj}^k$  характеризует энергетические  $K_w$  и технико-экономические  $K_s$  свойства системы, а также количественно характеризует звено системы по  $m$ -параметрам и несколько единичных показателей [11–13]

$$K_{nj}^k = \sum_{i=1}^L \frac{K_{ijn}^e}{L}, \quad (14)$$

где  $K_{nj}^k$  – комплексный показатель  $j$ -го звена  $n$ -варианта технологической системы;

$L$  – количество оцениваемых параметров.

Комплексные показатели рассчитываются при помощи единичных и интегральных показателей. В качестве комплексных показателей системы охлаждения, отража-

ющих надежность и технико-экономические свойства системы, выбраны коэффициент готовности  $K_g$  и коэффициент технико-экономической эффективности  $K_э$ , оценивающий прибыль на единицу вложенных средств.

Обобщенный комплексный показатель (ОКП) количественно характеризует абсолютный технический уровень энергосберегающей системы в целом и отражает все существенные взаимосвязи и характеристики системы, влияющие на ее качество или потребительские свойства, и может быть чисто экономическим, энергетическим, эксплуатационным показателем.

К ОКП относятся также удельные приведенные затраты, интегральные показатели  $K_u$ , отражающие соотношения суммарного эффекта  $\Delta Э$  и суммарных затрат на создание и эксплуатацию системы  $\Delta З$ .

Выбор и обоснование оптимальных параметров и режимов функционирования технологических систем обработки сельскохозяйственной продукции являются задачей, которая формулируется следующим образом: найти решение при заданных условиях, с учетом неопределенных факторов, которое обращало бы в максимум (минимум) принятое за критерий значение показателя эффективности.

Целевые функции, обеспечивающие обоснование и выбор энергосберегающих технологий и технических средств, заданы на основании двух критериев: энергетического  $K_w$  и экономического  $K_э$  [11–13]:

$$K_w = K_{nw}^o \rightarrow \min; K_э = K_{nэ}^o \rightarrow \min, \text{ при } K_{nw}^o, K_{nэ}^o \leq K_{дон}, \quad (15)$$

где  $K_{nw}^o, K_{nэ}^o$  – значения обобщенных показателей;

$K_{дон}$  – допустимые значения единичного показателя.

По первому критерию целевая функция строится для проверки намеченной стратегии энергосбережения, по второму – тогда, когда по функции  $K_w$  выбрано несколько стратегий и необходимо определить наиболее эффективную. В качестве  $K_{nw}^o$  рекомендуется использовать холодильный коэффициент системы [11–13].

Целевую функцию при количественном анализе системы целесообразно реализовывать в виде минимизации (максимизации) обобщенного комплексного показателя, отражающего экономические показатели  $K_э^o$  [5–9]

$$K_э^o = \frac{З_1}{З_2} \rightarrow \min(\max), \quad (16)$$

где  $K_э^o$  – обобщенный экономический комплексный показатель;

$З_1, З_2$  – приведенные затраты соответственно на традиционный и предлагаемый варианты, руб.

Для определения ряда единичных показателей системы – временных характеристик и режимов работы отдельных звеньев и системы в целом, работающих в случайных режимах, необходимо проанализировать случайные возмущающие воздействия, для чего в течение рабочего цикла снимают  $n$  реализаций всего исследуемого процесса, которые разбиваются по времени на  $m$  интервалов при помощи сечений, сделанных в определенные моменты времени  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_m$ .

По полученным реализациям рассчитываются оценки для математического ожидания исследуемого возмущающего воздействия  $\tilde{m}[t]$ , среднеквадратического отклонения  $\sigma_x$ , дисперсии  $D_x$  и нормированных корреляционных моментов  $K_x$ .

В общем виде расчет для временных сечений трубопроводов  $t_k$  и  $t_e$  проводится по следующим выражениям [6, 11–13]:

$$\tilde{m}_x[t_k] = \frac{\sum_{i=1}^n x_i(t_k)}{n-1}; \sigma_x(t_k) = \sqrt{D_x(t_k)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [x_i(t_k) - \tilde{m}_x[t_k]]^2}{n-1}}; \quad (17)$$

$$K_x(t_k, t_e) = \frac{\sum_{i=1}^n \{x_i(t_k) - \tilde{m}_x[t_k]\} \cdot \{x_i(t_e) - \tilde{m}_x[t_e]\}}{(n-1) \cdot \sigma_x(t_k) \cdot \sigma_x(t_e)},$$

где  $x_i(t_k), x_i(t_e)$  – значения параметра  $x$  в  $i$ -ой реализации в моменты времени  $t_k$  и  $t_e$ .

После вычисления и построения вероятностных характеристик случайного процесса выносится суждение о его стационарности. Случайная функция  $x_i(t)$  называется стационарной, если все ее вероятностные характеристики не зависят от момента времени  $t$ . При этом должны соблюдаться следующие условия [9, 10–13]:

$$\tilde{m}_x(t) = \tilde{m}_x = Const; \sigma_x^2(t) = D_x(t) = D_x = Const; K_x(t+\tau) = K_x(\tau), \quad (18)$$

где  $\tilde{m}_x, D_x, K_x$  – постоянные оценки математического ожидания, дисперсии и автокорреляционной функции (АКФ) стационарного процесса;

$\tau$  – временной сдвиг автокорреляционной функции, ч.

Для случайных процессов АКФ  $K_x(\tau)$  случайной функции (потока подачи продукта и хладоносителя) имеет вид [9–13]

$$K_x(\tau) = \tilde{m} [Q_i(t) \cdot Q_i^*(t-\tau)], \quad (19)$$

где  $\tilde{m} [Q_i(t) \cdot Q_i^*(t-\tau)]$  – оценка математического ожидания потока подачи, м<sup>3</sup>/ч (звездочка означает комплексное сопряжение).

Автокорреляционная функция  $K_x(\tau)$  аппроксимируется выражением [9–13]

$$K_x(\tau) = \sigma_x^2 \cdot e^{-\alpha(\tau)} \cdot \cos \omega \tau, \quad (20)$$

где  $\alpha$  – коэффициент;

$\omega$  – частота спектрального разложения случайной функции.

Используя выражение (20), получим в общем виде уравнение для расчета графика спектральной плотности  $S_x(\omega)$  случайного потока продукта и хладоносителя [9–13]:

$$S_x(\omega) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} K_x(\tau) \cdot \cos \omega \tau \cdot d\tau; S_x(\omega) = f(D_x; \alpha; \omega). \quad (21)$$

По полученным выражениям определяется диапазон преобладающих частот  $\omega_n$ , которые лежат на отрезке, ограниченном значениями частоты [9–13]:

$$\omega_{n_1} < \omega_n < \omega_{n_2}; S_x(\omega_{n_2}) < S_x(\omega_n) < S_x(\omega_{n_1}); \omega_{n_1} < \omega_n < \omega_{n_2}; \quad (22)$$

$$S_x(\omega_{n_2}) < S_x(\omega_n) < S_x(\omega_{n_1}); S_x(\omega_{n_1}); S_x(\omega_{n_2}) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot S_x(\omega)_{\min, \max}.$$

Передаточная функция АЗ с двухпороговым решающим элементом (ДРЭ)  $W_9(p)$  описывается выражением (23) [11–13]

$$W_9(p) = e^{-p-\tau_1} \cdot \frac{K_9}{T_{9p} + 1}, \quad (23)$$

где  $K_9$  – коэффициент усиления звена.

Представленные выражения позволяют получить в общем виде требуемое значение диапазона регулирования звена  $D_r^m$  [9–13]

$$D_r^m = \frac{m_x + 3\sqrt{D_x}}{m_x - 3\sqrt{D_x}}. \quad (24)$$

Требуемая величина быстродействия определяется анализом синусоидального возмущающего воздействия на АЗ с ДРЭ.

На качественное функционирование системы оказывают влияние различные связи между возмущающими факторами (могут быть как случайными, так и детерминированными), которые находятся в корреляционной зависимости и характеризуются корреляционным моментом [19–13]

$$K_m = M[K_g \cdot K_o] = M[(K_g - \tilde{m}K_g) \cdot (K_o - \tilde{m}K_o)], \quad (25)$$

где  $K_m$  – корреляционный момент;

$M[K_g, K_o]$  – центрированные значения случайных возмущающих показателей и показателей отклика потока продукта и хладоносителя.

Если отсутствует зависимость между возмущающими показателями отклика, то корреляционный момент равен нулю.

Из приведенных выражений следует, что корреляционный момент  $K_m$  представляет собой важнейшую характеристику системы случайных величин потоков продукта и хладоносителя, которая описывает связь возмущающих показателей и показателей отклика системы. Поэтому при исследовании баланса материальных потоков системы основными уравнениями, описывающими потоки подачи продукта и хладоносителя  $Q_{ni}$  на любом  $i$ -ом участке системы как стационарную случайную функцию времени, являются [9–13]:

$$Q_n(t)_i = \sum \left[ \sum_{i=1}^i \tilde{m}[Q_n](t) + Q_{ny}(t) \right]; \quad \int_0^T Q_{i-1}(t)dt - \int_0^T Q_i(t)dt \leq V_p, \quad (26)$$

где  $\tilde{m}[Q_n](t)$  – оценка математического ожидания потока подачи обрабатываемого продукта, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{ny}(t)$  – центрированное значение сплошного случайного потока подачи, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{i-1}(t), Q_i(t)$  – средние значения потоков расхода на двух соседних ступенях регулирования, м<sup>3</sup>/ч;

$T$  – время цикла обработки продукта, ч;

$V_p$  – вместимость НРЕ, м<sup>3</sup>.

На основании анализа уравнения, описывающего потоки подачи продукта и хладоносителя  $Q_{ni}$  в рамках математических моделей функционирования и материальных потоков, устанавливаются зависимости, определяющие основные единичные показатели исследуемой системы.

Оценка математического ожидания потока подачи  $\tilde{m}[Q_{ni}]$  [1, 5–8]

$$\tilde{m}[Q_{ni}] = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot P_i, \quad (27)$$

где  $\tilde{m}[Q_{ni}]$  – оценка математического ожидания случайной величины потока подачи продукта и хладоносителя на  $i$ -ом участке системы, м<sup>3</sup>/ч;

$P_i$  – вероятность того, что случайная величина потока примет значение  $Q_i$ .

Дисперсия  $D_{Q_i}$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma_{Q_i}$  потока подачи определяются как:

$$D_{Q_i} = \sum_{i=1}^n (Q_i - \tilde{m}[Q_n])^2 \cdot P_i; \quad \sigma_{Q_i} = \frac{\sqrt{D_{Q_i}}}{n}. \quad (28)$$

Для оценки следящих регулируемых звеньев по быстродействию при работе в случайных потоках продукта на основе анализа спектральной плотности и стационарной, случайной функции определяется диапазон частот, гармонических составляющих потока подачи в различных сечениях системы.

Автокорреляционная функция потока подачи  $K_{Q_n}(t)$  аппроксимируется экспоненциальной кривой вида [1, 5–9]

$$K_{Q_n}(t) = \sigma_{Q_n}^2 \cdot \exp[-\alpha(\tau)], \quad (29)$$

где  $\sigma_{Q_n}^2$  – среднеквадратическое отклонение случайной величины потока подачи;  
 $\tau$  – текущая величина временного сдвига АКФ;  
 $\alpha$  – коэффициент.

Так как поток подачи продукта на фермах является стационарным случайным процессом и подчиняется закону нормального распределения, то выражение плотности вероятности для случайной величины потока подачи имеет вид [10]

$$f(Q_n) = \frac{1}{\sigma_{Q_i} \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{(Q_i - \tilde{m}[Q_n])^2}{2\sigma_{Q_i}^2}\right]. \quad (30)$$

АКФ для случайных потоков строятся путем расчета и нанесением на график корреляционных моментов  $K_{Q_n}(t_k; t_e)$  для моментов времени  $t_k$  и  $t_e$ . Корреляционные моменты определяются по выражению (31) [11, 13]

$$K_{Q_n}(t_k; t_e) = \frac{\sum \{Q_i(t_k) - \tilde{m}[Q_n](t_k)\} \cdot \{Q_i(t_e) - \tilde{m}[Q_n](t_e)\}}{(n-1) \cdot \sigma_{Q_i}(t_k) \cdot \sigma_{Q_i}(t_e)}, \quad (31)$$

где  $m[Q_n](t_k)$ ,  $m[Q_n](t_e)$  – оценки математических ожиданий случайной функции  $Q_i$  в моменты времени  $t_k$  и  $t_e$ ;

$Q_i(t_k)$ ,  $Q_i(t_e)$  – реализации величины потоков подачи в моменты времени  $t_k$  и  $t_e$ ;

$\sigma_{Q_i}(t_k)$ ,  $\sigma_{Q_i}(t_e)$  – среднеквадратические отклонения потоков подачи в моменты времени  $t_k$  и  $t_e$ .

Используя комплексную форму преобразования Фурье и подставляя значения  $\alpha$  АКФ в соотношение, связывающее АКФ и спектральную плотность, получим выражение для спектральной плотности потока [11, 13]

$$S_{Q_n}(\omega) \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} K_{Q_n}(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} \cdot d\tau = \frac{\alpha(\sigma_{Q_n}^2)}{\pi \cdot (\alpha^2 + \omega^2)}, \quad (32)$$

где  $\omega$  – частота переменной составляющей  $Q_i$ ;

$K_{Q_n}(\tau)$  – АКФ потока подачи.

Для повышения качества функционирования звеньев и системы в целом, надежности процесса обработки продукции необходимо смоделировать оптимальные временные режимы работы звеньев с последующим обоснованием алгоритмов управления и технических средств и сокращением непроизводительных или трудоемких операций по управлению системой в целом. Таким образом, конечная цель исследований может быть сформулирована как оценка времени и характера рабочего цикла СУ, регулируемых звеньев и системы в целом в их взаимосвязи.

Оценка математического ожидания времени обработки продукта  $\tilde{m}[T_j]$  на участке звена  $\tilde{m}[T_j]$  и на всей линии  $\tilde{m}[T_n]$  [1, 5–10]:

$$\tilde{m}[T_j] = \sum_{i=1}^j (\tilde{m}[T_m]; \tilde{m}[T_3]; \tilde{m}[T_n]) = \sum_{j=1}^n \tilde{m}[T_j], \quad (33)$$

где  $\tilde{m}[T_m]$ ,  $\tilde{m}[T_3]$  – оценки математического ожидания времени транспортировки обрабатываемого продукта и емкостного запаздывания на участке звена  $j$ ;

$n$  – число последовательно расположенных участков в линии.

Временной режим работы системы в целом определяется временным циклом работы главного звена, выполняющего основную операцию обработки – охлаждение. Эта операция определяет производительность всей линии в целом и время рабочего цикла  $\tilde{m}[T]$  [6, 12, 13]

$$\tilde{m}[T] = \frac{M_u}{Q_c}, \quad (34)$$

где  $\tilde{m}[T]$  – оценка математического ожидания времени рабочего цикла, ч;

$M_u$  – количество продукта, обработанного за рабочий цикл, т;

$Q_c$  – производительность главного звена, м<sup>3</sup>/ч.

Режимы работы АЗ с двухпороговым решающим элементом (например, перекачка продукта на охлаждение, аккумулярование естественного и искусственного холода), характеризуются частотой и относительной продолжительностью включений их исполнительных механизмов.

Оценка математического ожидания времени работы  $\tilde{m}[T_p]$  и паузы  $\tilde{m}[T_n]$  в рабочем цикле АЗ с ДРЭ [6, 11–13]:

$$\tilde{m}[T_p] = \frac{V_{нре}}{Q_j - \tilde{m}[Q_n]}; \quad \tilde{m}[T_n] = \frac{V_{нре}}{\tilde{m}[Q_n]}, \quad (35)$$

где  $V_{нре}$  – средняя величина эффективной вместимости НРЕ, м<sup>3</sup>;

$Q_j$  – производительность звена  $j$ , м<sup>3</sup>/ч;

$\tilde{m}[Q_n]$  – оценка математического ожидания потока подачи продукта, м<sup>3</sup>/ч.

Оценка математического ожидания времени рабочего цикла АЗ с двухпороговым решающим элементом:

$$\tilde{m}[T_{рч}] = \frac{V_{нре} \cdot Q_j}{Q_j \cdot \tilde{m}[Q_n] - \tilde{m}[Q_n]^2}. \quad (36)$$

Оценка математического ожидания числа включений  $\tilde{m}[Z]$  и относительной продолжительности включений  $\tilde{m}[\varepsilon]$  АЗ [11–13]:

$$\tilde{m}[Z] = \frac{Q_j \cdot \tilde{m}[Q_n] - \tilde{m}[Q_n]^2}{V_p \cdot Q_j}; \quad \tilde{m}[\varepsilon] = \frac{\tilde{m}[Q_n]}{Q_j}. \quad (37)$$

На рисунке 3 представлены временные графики функционирования АЗ с двухпороговым решающим элементом по случайному закону (в частности, реакция широтно-импульсных (ШИ) и время-импульсных (ВИ) систем на ступенчатое изменение потока подачи в теплообменник) [6, 12].

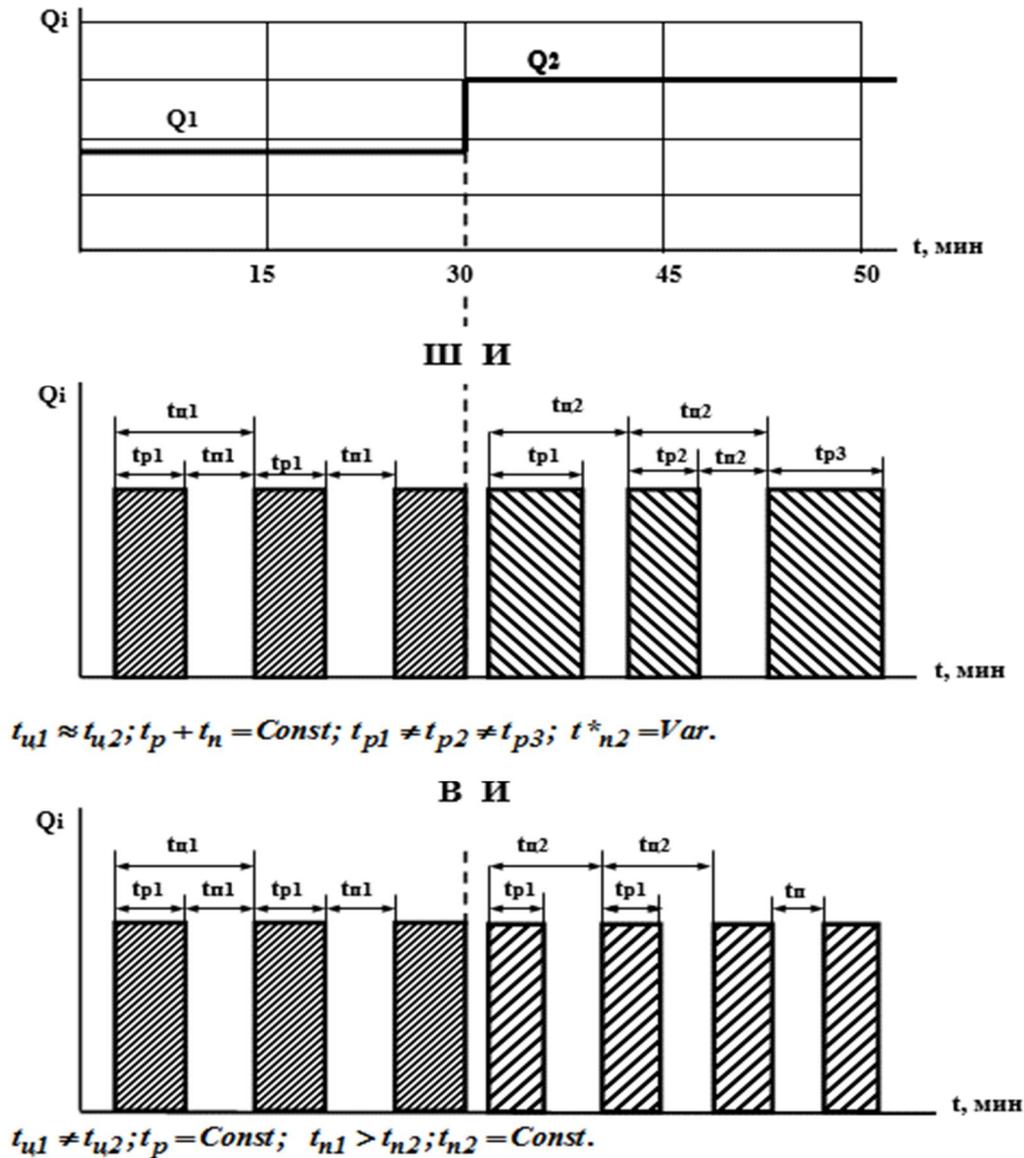


Рис. 3. Реакция на единичное воздействие широтно-импульсной (ШИ) и время-импульсной (ВИ) систем на ступенчатое изменение потока подачи продукта и хладоносителя из аккумулирующих устройств

Для систем с ШИМ регулируемого потока оценка математического ожидания интенсивности включений  $\tilde{m}[Z]_{шим}$  [10]

$$\tilde{m}[Z]_{шим} = \frac{Q_j \cdot \tilde{m}[Q_n] - \tilde{m}[Q_n]^2}{V_{пре} \cdot Q_j} \quad (38)$$

Для измерительных систем с ВИМ регулируемого потока оценка математического ожидания интенсивности включений  $\tilde{m}[Z]_{вим}$  [10]

$$\tilde{m}[Z]_{вим} = \frac{\tilde{m}[Q_n]}{V_{оя}}, \quad (39)$$

где  $V_{оя}$  – объем дозирующей (измерительной) ячейки, м<sup>3</sup>.

Расчетная частота включений АЗ с ДРЭ с достаточной для практических задач точностью может быть определена по формулам [6, 11–13]:

$$0 < \omega_n < \frac{1}{T_n}; Z_p = \tilde{m}[Z] + 3\sigma_z, \quad (40)$$

где  $\omega_n$  – основная частота вынужденных колебаний потока подачи;  
 $T_n$  – постоянная времени (тепловая) звена.

При условии  $\omega_n > \frac{1}{T_n}$   $Z_p = \tilde{m}[Z] + 3\sigma_z \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$ , а при  $\omega_n = \frac{1}{T_n}$   $Z_p = \tilde{m}[Z]$  (41)

Для этой системы уравнение материального баланса запишется в следующем виде [6, 12, 13]:

$$\sum_{i=1}^n Q_n \cdot \tilde{m}[t_n] = \sum_{i=1}^n \left[ \int_{t_1}^{t_2} Q_p(t) \cdot dt \right], \quad (42)$$

где  $Q_n$  – поток подачи холода хладоносителя насосным агрегатом, м<sup>3</sup>/ч;  
 $\tilde{m}[t_n]$  – математическое ожидание длительности импульса;  
 $n$  – количество импульсов;  
 $Q_p(t)$  – мгновенные значения потока расхода, м<sup>3</sup>/ч.

Для системы с емкостным теплообменником непрерывно-регулируемого действия уравнение материального баланса запишется следующим образом:

$$\int_{t_1}^{t_2} Q_n(t) \cdot dt = \sum_{i=1}^n \left[ \int_{t_1}^{t_2} Q_p(t) \cdot dt \right]. \quad (43)$$

Анализ представленных уравнений и моделируемых потоков энергии позволяет получить данные для расчета АЗ дискретного и непрерывного действия, регулирующих потоки подачи продукта и хладоносителя из аккумулирующих звеньев в теплообменники для охлаждения. При дискретном регулировании  $Q_n \geq 2Q_p$ . В реальных системах диапазон регулирования звеньев достигает значений  $d_p \geq 20$  [6, 12, 13].

Установлено, что стоимость непрерывно регулируемых звеньев более чем в 15 раз превосходит стоимость аналогичных звеньев дискретного регулирования, действующих по принципу ШИМ потока [6, 12, 13].

Качественное функционирование системы в оптимальных режимах связано с вместимостью НРЕ, определяющей поточность процесса обработки.

Эффективная вместимость НРЕ  $V_{нре}$  АЗ с ДРЭ определяется из условия

$$V_{нре} > V_p, \quad (44)$$

где  $V_p$  – регулирующая масса продукта, хладоносителя, м<sup>3</sup>.

АЗ с ДРЭ работают в режиме следящей системы. Входная величина системы – поток продукта, поступающего на обработку  $Q_{nj}(t)$ , а выходная – поток обработанного охлажденного продукта  $Q_{pj}(t)$ . В этом случае регулирующая масса для каждого звена за время  $t$  определяется по выражению (45) [1, 7, 8]

$$V_{pj} = \int_0^T Q_{nj}(t) \cdot dt - \int_0^T Q_{pj}(t) \cdot dt = \tilde{m}[Q_{nj}] \cdot t - \int_0^T Q_{pj}(t) \cdot dt, \quad (45)$$

где  $V_{pj}$  – регулирующая масса продукта или хладоносителя  $j$ -го звена, м<sup>3</sup>;  
 $Q_{nj}(t)$ ,  $Q_{pj}(t)$  – потоки подачи и расхода продукта, хладоносителя  $j$ -го звена, м<sup>3</sup>/ч;

$T$  – продолжительность рабочего цикла, ч;  
 $\tilde{m}[Q_{nj}]$  – оценка математического ожидания потока подачи продукта, хладоносителя, м<sup>3</sup>/ч.

Способы уменьшения регулирующей массы продукта или хладоносителя  $V_p$  и вместимости НРЕ  $V_{нре}$  при использовании АЗ с ДРЭ могут быть определены как расчетным путем, так и экспериментально [9–13].

Регулирующая масса  $V_p$  звеньев зависит от следующих параметров АЗ с ДРЭ [6, 12, 13]:

$$V_p = f(Z, \varepsilon, \omega_p, T_\varepsilon), \quad (46)$$

где  $Z, \varepsilon$  – соответственно частота и относительная продолжительность включений звена;

$\omega_p$  – частота вращения рабочего органа АЗ;

$T_\varepsilon$  – электромеханическая постоянная времени электродвигателя.

При обосновании параметров АЗ с ДРЭ регулируемую массу  $V_p$  представляют в виде составляющих [9–13]

$$V_p = V_o + V_\delta + V_c, \quad (47)$$

где  $V_o$  – основная составляющая при дискретном регулировании звеньев;

$V_\delta, V_c$  – составляющие соответственно при динамических и статических ошибках системы.

Составляющая  $V_o$  определяется по выражению (48) [6, 12, 13]

$$V_o = \frac{\tilde{m}[Q_n](1 - \tilde{m}[\varepsilon])}{\tilde{m}[Z]}, \quad (48)$$

где  $\tilde{m}[Z], \tilde{m}[\varepsilon]$  – оценки математического ожидания соответственно частоты и относительной продолжительности включений АЗ с ДРЭ.

Составляющая  $V_\delta$  определяется временем разбега АЗ с ДРЭ, поэтому

$$V_{\delta \max} \approx Q_{n \max} \cdot T_{II} - \int_0^{T_{II}} Q_p(t) \cdot dt; \quad (49)$$

$$Q_p = Q_{p \max} \cdot (1 - e^{-t/T_{II}}); \quad Q_{p \max} = K_p \cdot k \cdot \omega_p, \quad (50)$$

где  $Q_{n \max}$  и  $Q_{p \max}$  – максимальные потоки подачи продукта или хладоносителя в регулируемое звено и его расхода, м<sup>3</sup>/ч;

$K_p$  – передаточное отношение редуктора;

$k$  – коэффициент пропорциональности;

$T_{II}$  – время переходного процесса;

$\omega_p$  – частота вращения рабочего органа АЗ.

Для существующих АЗ с ДРЭ  $T_{II} < 1$  с, поэтому максимальное значение  $V_{\delta \max}$  не превышает 0,3 дм<sup>3</sup>. Это составляет не более 1% общего объема регулирующей массы, что позволяет при практических расчетах пренебречь данной величиной [6, 12, 13].

Составляющая  $V_c$  определяется статическим режимом работы АЗ [13]

$$V_c = \tilde{m}[Q_n] \cdot t - K_p \cdot k \cdot \int_0^t \omega_p(t) \cdot dt. \quad (51)$$

Максимальный поток расхода АЗ с ДРЭ  $Q_{p \max}$  выбирается из условия

$$Q_{p \max} > Q_{n \max}, \quad (52)$$

поэтому принимается, что  $V_c = 0$  [9].

Таким образом, вместимость НРЕ АЗ с ДРЭ  $V_p$  может быть рассчитана по выражению (47) с учетом общей вместимости резервуаров НРЕ для хладоносителя или молока  $V_x$  [13]

$$V_x = V_p + V_x, \quad (53)$$

где  $V_x$  – вместимость резервуаров (резервуаров-охладителей или резервуаров-термосов) линии для хранения молока, м<sup>3</sup>.

Диапазон регулирования  $n$  звена системы  $D_r^n$  [6, 12, 13]

$$D_r^n = \frac{\tilde{m}[Q_n]_{\max}}{\tilde{m}[Q_n]_{\min}}, \quad (54)$$

где  $\tilde{m}[Q_n]_{\max}$ ,  $\tilde{m}[Q_n]_{\min}$  – максимальная и минимальная величина математического ожидания потоков подачи, м<sup>3</sup>/ч.

Быстродействие звена  $D_e$  [6, 12, 13]:

$$D_e = \frac{V_p \cdot \omega_c - A(Q_n)}{\tilde{m}[Q_n] \cdot \omega_c}, \quad (55)$$

где  $\omega_c$  – граничное значение частоты переменной составляющей  $Q_n$ ;

$A(Q_n)$  – амплитудное значение переменной составляющей  $Q_n$ .

Плавность работы  $D_e^n$  звена и системы [6, 12, 13]:

$$D_e^n = \frac{Q_i(t) \cdot T - V_p}{Q_i(t) \cdot T}; \quad D_{npe}^n = \frac{V_p}{M_{rc}^n}; \quad D_{npe}^\Sigma = \frac{V_c}{M_{rc}^\Sigma}, \quad (56)$$

где  $D_{npe}^n$ ,  $D_{npe}^\Sigma$  – коэффициент НРЕ звена и системы;

$M_{rc}^n$ ,  $M_{rc}^\Sigma$  – объем продукта, обработанный за рабочий цикл соответственно звеном и системой, м<sup>3</sup>;

$V_c$  – объем главной НРЕ, м<sup>3</sup>.

Уровень автоматизации звена  $D_a^n$  или системы  $D_a^\Sigma$  [1, 7, 8, 10]:

$$D_a^n = \frac{\sum T_a}{\sum T_u}; \quad D_a^\Sigma = \sum_{i=1}^n M_a^n \cdot D_a^n, \quad (57)$$

где  $M_a^n$  – весомость уровня автоматизации звена системы;

$\sum T_a$ ,  $\sum T_u$  – время работы в автоматическом режиме и время цикла, ч.

Количественный показатель уровня автоматизации относится к основным единичным показателям и его оптимальные значения определяются при численном анализе целевой функции вида [5, 12, 13]

$$\lambda[D_a^n]_{D_i L_k} = f \sum \left[ K(D_a^\Sigma)_{D_i L_i} \cdot E_n; 3(D_a^\Sigma)_{D_i L_i} \right] \rightarrow \min, \quad (58)$$

где  $\lambda[D_a^n]_{D_i L_k}$  – относительные удельные приведенные затраты на обработку сельскохозяйственной продукции при уровне автоматизации  $D_a^\Sigma$  в варианте  $D_i L_i$ ;

$K(D_a^\Sigma)_{D_i L_i}$ ,  $3(D_a^\Sigma)_{D_i L_i}$  – капитальные и эксплуатационные затраты в варианте  $D_i L_i$  при уровне автоматизации  $D_a^\Sigma$ ;

$E_n$  – нормативный коэффициент.

Повышение уровня автоматизации характеризуется коэффициентом  $d_a$ , который определяется из выражения [6, 12, 13]

$$d_a = 1 - \sum_{j=1}^f \tilde{m}[T_{ла}] / \sum_{j=1}^f \tilde{m}[T_{л}], \quad (59)$$

где  $\tilde{m}[T_{л}]$ ,  $\tilde{m}[T_{ла}]$  – оценки математического ожидания суммарных затрат рабочего времени оператора на управление соответственно до и после автоматизации рабочих операций.

Повышение производительности труда оператора оценивается коэффициентом  $d_t$ , который отражает соотношение количества выпущенной продукции с суммарными затратами рабочего времени оператора, необходимыми для ее выпуска за определенный интервал времени [12, 13]

$$d_t = 1 - \tilde{m}[T] / T_u, \quad (60)$$

где  $\tilde{m}[T]$  – оценка математического ожидания суммарных затрат рабочего времени оператора на управление линией, ч;

$T_u$  – продолжительность рабочего цикла, ч.

### Выводы

Предложенная методология исследования энергосберегающих технологических систем обработки сельхозпродукции как объектов управления позволяет:

- выявить и обработать всю необходимую информацию, характеризующую технологическую систему как объект исследования;
- обосновать контролируемые и регулируемые параметры процесса обработки, режимы функционирования системы (режимы работы);
- определить структуру системы электрооборудования и комплекс технических средств для получения информации о состоянии объекта управления, а также их влияние на показатели качества продукции, энергетические, экологические и эксплуатационные характеристики.

Математические модели, устанавливающие количественные взаимосвязи между параметрами контроля, регулирования и управления автоматизированными звеньями и режимами работы энергосберегающих технологических систем, используются на стадии разработки и проектирования для обоснования требуемых режимов работы системы электрооборудования автоматизированного звена, регулирования потоков энергии в системах охлаждения и обеспечения максимальной эффективности технологического процесса обработки сельхозпродукции.

Предложенная система единичных, интегральных и обобщенных комплексных показателей позволяет количественно оценить влияние различных технологических факторов среды и режимов работы оборудования на процесс обработки и качество сельхозпродукции, подобрать эффективную структуру энергосберегающих технологических систем для различных агроклиматических регионов страны. Применение автоматизированного звена с двухпороговым решающим элементом для обработки сельхозпродукции существенно упрощает структуру технологических линий и обеспечивает повышение хладопроизводительности охлаждающих систем не менее чем в 2 раза.

Установлено, что автоматизированные звенья с двухпороговым решающим элементом, действующие по принципу время-импульсной и широтно-импульсной модуляции потоков хладоносителя, по технико-экономическим показателям более чем в 15 раз эффективнее звеньев с непрерывным регулированием, работающих по аналоговому принципу.

### Библиографический список

1. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 7 (86). – С. 7–18.
2. Альт В.В. Перспективы автоматизации в агропромышленном комплексе / В.В. Альт // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2006. – № 6. – С. 59–66.
3. Бекмухамбетов Р.Н. Методы расчета многосвязных объектов управления на примере вакуумного деаэратора / Р.Н. Бекмухамбетов // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее : сб. статей X Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Пенза, 10 июня 2017 г.). – Пенза : Изд-во «Наука и просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 63–68.
4. Белов А.А. Моделирование оценки факторов влияния на процесс электрогидравлической обработки воды / А.А. Белов // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 11 (90). – С. 103–112.

5. Васильев А.Н. Моделирование процесса нагрева зерна в СВЧ-поле универсального электро-технического модуля при различных алгоритмах работы электрооборудования / А.Н. Васильев, Д.А. Будников, А.А. Васильев // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – Т. 1, № 33. – С. 12–17.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2003. – 479 с.
7. Разработка системы автоматического управления электрооборудованием для реализации энергосберегающих электротехнологий / Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, И.А. Баранова, С.И. Юран, А.И. Батулин, Р.Г. Большин, М.Г. Краснолуцкая // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 6 (85). – С. 36–49.
8. Родионова А.В. Обоснование выбранной частоты электромагнитных излучений при физиопрофилактике крольчат / А.В. Родионова, М.С. Боровков, М.А. Ершов // Нива Поволжья. – 2012. – № 1 – С. 108–110.
9. Славин Р.М. Автоматизация на животноводческих фермах / Р.М. Славин. – Москва : Сельхозиздат, 1963. – 343 с.
10. Славин Р.М. Автоматизация производственных процессов животноводческих ферм / Р.М. Славин. – Москва : Машиностроение, 1965. – 395 с.
11. Славин Р.М. Научные основы автоматизации производства в животноводстве и птицеводстве / Р.М. Славин. – Москва : Колос, 1974. – 464 с.
12. Учеваткин А.И. Алгоритмы управления дискретно-регулируемых электроприводов в системе охлаждения на технологических линиях обработки с.-х. продукции / А.И. Учеваткин, В.М. Богоявленский, В.А. Лавров // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». Тема выпуска: Агроинженерия. – 2007. – № 1 (21). – С. 40–47.
13. Учеваткин А.И. Метод расчета материальных потоков технологической линии первичной обработки молока с энергосберегающей технологией / А.И. Учеваткин, Ф.Г. Марьяхин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 4-й Международной научно-технической конференции (Россия, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ, 12–13 мая 2004 г.). – Т. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2004. – С. 134–139.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Алексей Николаевич Васильев – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Москва, e-mail: [vasilev-viesh@inbox.ru](mailto:vasilev-viesh@inbox.ru).

Алексей Семенович Дорохов – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора по научно-организационной работе ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Москва, e-mail: [dorokhov@rgau-msha.ru](mailto:dorokhov@rgau-msha.ru).

Ирина Георгиевна Ершова – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории электрофизического воздействия на сельскохозяйственные объекты и материалы ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Москва, e-mail: [eig85@yandex.ru](mailto:eig85@yandex.ru).

Александр Иванович Учеваткин – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Россия, г. Москва, e-mail: [uai1953@yandex.ru](mailto:uai1953@yandex.ru).

Елена Валентиновна Косолапова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», Россия, г. Княгинино, e-mail: [K-art-inka@yandex.ru](mailto:K-art-inka@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 11.11.2019

Дата принятия к печати 23.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksey N. Vasilyev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, Moscow, e-mail: [vasilev-viesh@inbox.ru](mailto:vasilev-viesh@inbox.ru).

Aleksey S. Dorokhov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Scientific and Organizational Work, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, Moscow, e-mail: [dorokhov@rgau-msha.ru](mailto:dorokhov@rgau-msha.ru).

Irina G. Ershova, Candidate of Engineering Sciences, Senior Scientific Researcher, Electrophysical Action on Agricultural Objects and Materials Laboratory, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, Moscow, e-mail: [eig85@yandex.ru](mailto:eig85@yandex.ru).

Aleksandr I. Uchevatkin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Russia, Moscow, e-mail: [uai1953@yandex.ru](mailto:uai1953@yandex.ru).

Elena V. Kosolapova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Information Systems and Technologies, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Russia, Knyaginino, e-mail: [K-art-inka@yandex.ru](mailto:K-art-inka@yandex.ru).

Received November 11, 2019

Accepted after revision December 23, 2019

---

---

## **ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА СИЛОС КУКУРУЗЫ**

---

---

**Павел Иванович Подрезов  
Николай Георгиевич Мязин**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1969 г. на черноземе типичном. В опыте освоен шестипольный севооборот. Схема опыта состоит из 17 вариантов. Для проведения исследований в 2007–2009 гг. были выбраны семь вариантов и одна культура – кукуруза, возделываемая на силос. Полученные результаты показали, что сельскохозяйственное использование чернозема типичного приводило к его подкислению. При этом добавление калийных удобрений к азотно-фосфорным не оказывало существенного влияния на показатели почвенной кислотности. Внесение органических удобрений как в чистом виде, так и в комплексе с минеральными снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс. Самые высокие показатели минерального азота (183,5 кг/га) отмечены при внесении двойной дозы полного минерального удобрения ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ). Фосфорный режим наиболее благоприятно складывался при внесении высоких доз минеральных удобрений. При интенсивном использовании пашни без внесения удобрений происходило снижение содержания в почве обменного калия, которое стабилизировалось на уровне 5-го класса на вариантах применения двойной дозы калийных удобрений. Совместное внесение органических и минеральных удобрений повышало содержание в почве обменного калия. Использование минеральных удобрений в одинарной и двойной дозах ежегодно давало математически достоверную прибавку урожая: в среднем за 3 года при внесении  $N_{60}P_{60}$  получено 250,4 ц/га, а при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 345,5 ц/га. Применение повышенных доз калия не приводило к дальнейшему росту урожайности зеленой массы и при этом снижало ее качество.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** чернозем типичный, минеральные и органические удобрения, агрохимические свойства, кукуруза, урожайность.

## **THE INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM, YIELD AND QUALITY OF MAIZE CULTIVATED FOR SILAGE**

**Pavel I. Podrezov  
Nikolay G. Myazin**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies performed in a long-term stationary field experiment laid in 1969 in typical chernozem. The experiment was conducted in six-field crop rotation. The experimental design consists of 17 variants. For research in 2007-2009 the authors selected seven variants and one crop (maize cultivated for silage). The obtained results showed that the use of typical chernozem for agricultural purposes led to its acidification. At the same time, the addition of potassium fertilizers to nitrogen and phosphorus fertilizers did not significantly affect the soil acidity. The application of organic fertilizers both in pure form and in combination with mineral fertilizers reduced the growth rate of acidity, but did not stop this process. The highest levels of mineral nitrogen (183.5 kg/ha) were noted when the double dose of full mineral fertilizer ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) was applied. The development of phosphorus regimen was most favorable when high doses of mineral fertilizers were applied. Intensive use of arable land without fertilization caused a decrease in the content of exchangeable potassium in the soil; it stabilized at the level of Grade 5 in the variants where the double dose of potassium fertilizers was applied. The combined application of organic and mineral fertilizers increased the content of exchangeable potassium in the soil. The use of mineral fertilizers in single and double doses resulted in the annual mathematically significant yield increase: an average of 250.4 c/ha over 3 years when  $N_{60}P_{60}$  was applied and 345.5 c/ha when  $N_{60}P_{60}K_{60}$  was applied. The use of increased doses of potassium did not lead to a further increase in the yield of green mass and at the same time reduced its quality.

**KEYWORDS:** typical chernozem, mineral and organic fertilizers, agrochemical properties, maize, yield.

## Введение

Ведущее место в современной отрасли кормопроизводства занимает кукуруза, выращиваемая для получения силоса. Кормовая ценность кукурузы достаточно высока: в 100 кг силоса из початков содержится 40 корм. ед., в стеблях, листьях и початках – 21, в силосе из листьев и стеблей без початков – 15 корм. ед. (в силосе из стеблей и других частей подсолнечника содержится только 13,9 корм. ед.) [4].

Кукуруза является весьма требовательной культурой к условиям произрастания. Она поглощает элементы питания в течение всего периода жизни. В начальный период культура растет медленно и потребность в элементах питания небольшая. Затем рост ее резко усиливается, соответственно, увеличивается и потребление элементов питания. При этом, если в одних исследованиях авторы показывают, что ведущая роль в формировании урожайности кукурузы на силос и увеличении сбора «сырого протеина» принадлежит азоту [1, 2, 3, 11], то в других – приводят данные о роли не только азота, но и других элементов питания при формировании урожая кукурузы на силос, отмечая следующие особенности: на черноземе типичном во второй ротации севооборота первое место принадлежит азоту, второе – фосфору, третье – калию; в третьей ротации при доминирующей роли азота на второе место в формировании урожая выходит калий; в четвертой ротации севооборота доля участия элементов питания в получении дополнительной продукции изменялась: первое место принадлежало калию (34,7%), второе – азоту (33,0%) и третье – фосфору (32,7%) [5, 6, 8, 9, 10].

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния многолетнего применения минеральных и органических удобрений на агрохимические свойства чернозема типичного, урожайность и качество кукурузы, возделываемой на силос.

### Методика эксперимента

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ в 1969 г. на черноземе типичном. В опыте освоен шестипольный севооборот: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – яровая пшеница – кукуруза на силос – ячмень.

Схема опыта включает 17 вариантов. Для проведения исследований были выбраны следующие семь.

1. Контроль, без удобрений.
5. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>.
8. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.
9. N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>.
11. 20 т/га навоза.
13. 20 т/га навоза + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.
16. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>.

Повторность опыта – 4-кратная. Площадь посевной делянки составляла 230 м<sup>2</sup> (длина – 50 м, ширина – 4,6 м), учетной – 50 м<sup>2</sup>. Расположение вариантов рендомизированное.

Агрохимическая характеристика почвы пахотного слоя перед закладкой опыта (1969 г.) представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка перед закладкой опыта

Глубина отбора, см	рН <sub>KCl</sub>	Нг	S	V, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Чирикову, мг/кг почвы	K <sub>2</sub> O по Масловой, мг/кг почвы
		мг-экв. на 100 г почвы				
0–20	6,0	4,0	41,1	90,9	69	220

Использовались следующие удобрения: аммиачная селитра, суперфосфат двойной, хлористый калий, навоз КРС. Удобрения вносили осенью под вспашку.

Учет урожайности кукурузы на силос проводили при достижении молочно-восковой спелости (первая декада августа). В это время растения кукурузы содержат около 70% воды – количество, необходимое для благоприятного протекания процесса силосования.

Отбор почвенных образцов проводился в начале вегетации (по всходам), в середине вегетации (в период выметывания метелок у кукурузы на силос) и перед уборкой культуры.

Агрохимические анализы почвенных образцов (определение содержания аммонийного азота, нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия и др.) проводились по общепринятым методам [7].

#### **Результаты и их обсуждение**

Как следует из полученных данных, внесение удобрений приводило к подкислению почвы (табл. 2).

**Таблица 2. Физико-химические свойства чернозема типичного под кукурузой на силос перед уборкой урожая, слой почвы 0–40 см (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	рН <sub>KCl</sub>	Нг	S	V, %
		мг-экв. на 100 г почвы		
1. Контроль, без удобрений	5,2	4,6	34,6	88,2
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	5,1	4,9	33,3	87,2
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,2	4,9	33,2	87,3
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	5,1	4,9	32,8	87,1
11. Навоз 20 т/га	5,3	4,6	36,2	88,8
13. Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,3	4,7	34,5	88,0
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	5,2	4,8	33,6	87,5

На контроле, без применения средств химизации, величина рН<sub>KCl</sub> уменьшалась по сравнению с исходным содержанием на 0,8. На варианте 8 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) величина рН снизилась до 5,2. При внесении N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> (вариант 9) величина рН снизилась до 5,1. Одновременно несколько увеличивалась величина гидролитической кислотности.

А.П. Карповым, А. Дибаве и другими исследователями установлено, что если внесение минеральных удобрений приводит к подкислению почвы, то при применении органических удобрений этот процесс замедляется [2, 3]. Результаты представленных исследований согласуются с полученными ранее данными.

Прямое действие органической и органо-минеральной системы удобрения снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс. Так, при длительном прямом действии 20 т/га органических удобрений (вариант 11) величина рН<sub>KCl</sub> снизилась до 5,3, а при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на фоне прямого действия 20 т/га навоза – до 5,3.

Анализ влияния удобрений на запасы азота в черноземе типичном позволяет сделать вывод, что внесение удобрений приводит к их увеличению (табл. 3). Так, если на контроле этот показатель составлял 119,2 кг/га, то при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (вариант 8) – возрастал до 152,9 кг/га, а при увеличении дозы минеральных удобрений в два раза (вариант 9) – до 183,5 кг/га.

**Таблица 3. Динамика запасов минерального азота в почве  
в период вегетации кукурузы на силос, кг/га (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Сроки отбора образцов		
	май	июль	сентябрь
1. Контроль, без удобрений	119,2	58,2	76,0
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	110,1	67,9	82,3
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	152,9	85,2	117,1
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	183,5	91,4	127,3
11. Навоз 20 т/га	140,8	94,5	108,0
13. Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	157,2	90,8	111,7
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	146,7	76,7	108,0

Внесение под основную обработку почвы 20 т/га навоза позволило создать запасы минерального азота в начале вегетации кукурузы 140,8 кг/га, а при добавлении к органическим минеральных удобрений (вариант 13) запас минерального азота составил 157,2 кг/га, то есть на уровне варианта с внесением только минеральных удобрений.

К середине вегетации культуры (к периоду наивысшего потребления элементов питания) запасы минерального азота в почве снижались по всем вариантам опыта, а перед уборкой происходило некоторое их восстановление. При этом запасы азота в конце вегетации находились в прямой зависимости от их величины в начале вегетации.

Наиболее заметное восполнение минерального азота во второй половине вегетации произошло на тех вариантах, где вносились органические удобрения. На наш взгляд, это связано с минерализацией гумуса и внесенного навоза, а также с прохождением кукурузой периода максимального потребления элементов питания.

Среди форм минерального азота в начале вегетации кукурузы на силос преобладала нитратная. К середине вегетации преобладающей в общих запасах минерального азота в почве стала аммонийная форма. Причем на вариантах с использованием прямого действия органических удобрений доля аммонийного азота в общих запасах минерального была наибольшей. К концу вегетации кукурузы на силос произошло восполнение нитратного азота в почве и увеличение его доли в общих запасах минерального азота.

Определение содержания фосфора в почве показало, что на контрольном варианте (удобрения не вносили более 40 лет) содержание подвижного фосфора в начале вегетации кукурузы в слое почвы 0–20 см находилось на уровне 64–66 мг/кг почвы (табл. 4). Это связано с корневым питанием растений из более глубоких горизонтов почвы, когда при активной деятельности растений поглощенный фосфор поступает вверх и обогащает почву фосфатами. У растений с глубокопроникающей в материнские породы корневой системой, какой является кукуруза, этот процесс происходит наиболее интенсивно.

Внесение фосфорных удобрений приводило к повышению содержания подвижного фосфора в почве. Если на контроле перед уборкой кукурузы в среднем за 3 года в слое почвы 0–40 см содержание подвижного фосфора составляло 65 мг/кг почвы, то на варианте с одинарной дозой удобрения – 77, а на варианте с двойной дозой – 93 мг/кг почвы. Основное действие удобрений в большей степени проявляется в пахотном слое почвы 0–20 см, что говорит о слабой миграции фосфора внесенных удобрений в более глубокие горизонты.

## АГРОНОМИЯ

**Таблица 4. Динамика подвижного фосфора в почве в период вегетации кукурузы на силос, мг/кг (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Слой почвы, см	Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг		
		май	июль	сентябрь
1. Контроль, без удобрений	0–20	69	65	67
	20–40	64	62	62
	0–40*	66	64	65
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0–20	83	77	78
	20–40	74	67	74
	0–40	78	72	76
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–20	89	82	80
	20–40	75	75	75
	0–40	82	79	77
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0–20	109	104	95
	20–40	102	94	91
	0–40	106	99	93
11. Навоз 20 т/га	0–20	86	79	77
	20–40	77	74	75
	0–40	81	76	76
13. Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0–20	102	95	87
	20–40	93	87	80
	0–40	98	91	84
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	0–20	90	87	86
	20–40	80	79	79
	0–40	85	83	83

Примечание: \*0–40 – среднее содержание в слое 0–40 см.

Распределение содержания необменного калия по вариантам опыта в почве под кукурузой (табл. 5) имело свои особенности. На контрольном варианте и варианте с азотно-фосфорным питанием оно различалось незначительно и достигало наименьшую в опыте величину. Внесение только минеральных удобрений увеличивало его тем сильнее, чем выше была доза калийных удобрений (от 660 мг/кг почвы при использовании N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> до 739 мг/кг почвы на варианте с внесением N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>).

**Таблица 5. Содержание в почве необменного калия под кукурузой на силос, мг/кг почвы, слой 0–40 см (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Начало вегетации	Середина вегетации	Перед уборкой
1. Контроль	570	526	566
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	575	527	560
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	660	623	664
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	739	704	748
11. Навоз 20 т/га	670	626	669
13. Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	758	709	750
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	726	683	725

Содержание необменной формы калия увеличивалось и под влиянием органических удобрений. Причем наибольшим в опыте оно было при совместном использовании 20 т/га навоза и минеральных удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

В течение роста кукурузы содержание необменной формы калия существенно уменьшалось от начала вегетации к середине, а к уборке урожая вновь возрастало.

Причем на вариантах опыта, где калий поступал в почву с минеральными или органическими удобрениями содержание его необменной формы к концу вегетации было даже несколько выше, чем в начале. Вероятно, это было связано с биологическими особенностями кукурузы: наибольшее потребление калия у нее приходится на первую половину вегетации, а к уборке урожая создавались условия для накопления необменной формы калия, что еще раз доказывает важную роль изучаемой формы калия в питании растений.

Необменные формы калия являются ближайшим резервом пополнения его обменной формы. Оценка содержания обменного калия показывает, что внесение только калийсодержащих удобрений повышало его количество в почве в среднем на 14–54 мг/кг почвы (табл. 6). Так, при внесении калийных удобрений в сочетании с азотно-фосфорными количество обменного калия по сравнению с вариантом N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> увеличилось в почве на 32 мг/кг почвы, а по сравнению с контролем – на 40 мг/кг почвы.

**Таблица 6. Содержание в почве обменного калия под кукурузой на силос, мг/кг почвы (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Начало вегетации	Середина вегетации	Перед уборкой	Среднее
1. Контроль	139	128	133	133
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	146	138	140	141
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	177	167	174	173
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	199	195	200	198
11. Навоз 20 т/га	168	152	156	159
13. Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	217	208	214	213
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	193	191	192	192

Внесение в почву калийных удобрений на фоне азотно-фосфорных давало математически достоверную прибавку урожая (табл. 7). Так, при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> получено в среднем за три года 250,4 ц/га, а при внесении N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 345,5 ц/га – прибавка от калия составляла 95,1 ц/га.

**Таблица 7. Влияние удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка урожайности		Содержание протеина		Сбор протеина	
		ц/га	%	%	прибавка к контролю	ц/га	прибавка к контролю
1. Контроль без удобрений	197,6	–	–	6,8	–	13,4	–
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	250,4	52,8	26,7	8,6	1,8	21,6	8,2
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	345,5	147,9	74,8	8,6	1,8	29,8	16,4
9. N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	335,4	137,8	69,7	10,2	3,4	34,2	20,8
11. 20 т/га навоза	301,7	104,1	52,7	7,4	0,6	22,4	9,0
13. 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	317,4	119,8	60,6	8,4	1,6	26,8	13,4
16. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	312,4	114,8	58,1	7,0	0,2	21,8	8,4

Неоднозначным оказалось действие органических удобрений. При внесении 20 т/га навоза получена прибавка урожая по сравнению с контрольным вариантом 52,7 ц/га, сов-

местно с оптимальной дозой минеральных удобрений – прирост урожая незначительный – 15,7 ц/га, тогда как прирост урожая от применения той же дозы минеральных удобрений без навоза – 147 ц/га. Таким образом, нами не подтверждается высокая эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений.

Удобрения оказали существенное влияние на содержание протеина в зеленой массе кукурузы. Так, если на контрольном варианте в среднем за три года содержание протеина было 6,8%, то на вариантах с применением удобрений оно изменялось в пределах 7,0–10,2%. Максимальными содержание протеина и сбор его с 1 га были на варианте с двойной дозой NPK – соответственно 10,2% и 34,2 ц/га.

### Выводы

1. При сельскохозяйственном использовании чернозема типичного наблюдалось его подкисление. Без внесения удобрений актуальная кислотность повышалась на 0,8 ед. Использование минеральных удобрений усиливало этот процесс. Добавление калийных удобрений к азотно-фосфорным не оказывало существенного влияния на показатели почвенной кислотности. Внесение органических удобрений как в чистом виде, так и в комплексе с минеральными снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс.

2. При внесении минеральных удобрений запасы минерального азота в почве в начале вегетации увеличивались по сравнению с контролем. Наибольший запас минерального азота (183,5 кг/га) в начале вегетации создавался при внесении двойной дозы полного минерального удобрения ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ). Из всех удобренных вариантов минимальные запасы минерального азота были при внесении в почву азотно-фосфорных удобрений.

3. Фосфорный режим при длительном применении удобрений в почве в начале вегетации наиболее благоприятно складывался при внесении высоких доз минеральных удобрений. Минимальное количество подвижного фосфора было в почве контрольного варианта, среди удобренных вариантов – при внесении азотно-фосфорных удобрений.

4. В зависимости от уровня удобренности количество обменного калия в почве колебалось в значительных пределах: от 570 до 758 мг/кг почвы. На вариантах с внесением высоких доз минеральных удобрений содержание обменного калия уменьшалось в большей степени, чем при внесении умеренных доз, что связано с большим выносом калия с увеличивавшимся урожаем и переходом части обменного калия в усвояемые формы.

При интенсивном использовании пашни происходило снижение содержания в почве обменного калия и лишь на вариантах с двойной дозой калийных удобрений его содержание стабилизировалось на уровне 5-го класса. Совместное внесение органических и минеральных удобрений повышало содержание в почве обменного калия.

5. Внесение в почву удобрений при возделывании кукурузы на силос в одинарной и двойной дозах ежегодно давало математически достоверную прибавку урожая: в среднем за 3 года при внесении  $N_{60}P_{60}$  получено 250,4 ц/га, а при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 345,5 ц/га. Применение повышенных доз калия не приводило к дальнейшему росту урожайности зеленой массы и снижало ее качество.

## Библиографический список

1. Адедиран Д.А. Эффективность локального внесения удобрений под кукурузу : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Д.А. Адедиран. – Краснодар, 1987. – 22 с.
2. Дибаве А. Действие удобрений при основном внесении на продуктивность кукурузы, возделываемой в полевом севообороте на выщелоченном черноземе : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / А. Дибаве. – Краснодар, 1988. – 24 с.
3. Карпов А.П. Эффективность минеральных удобрений в звене типичного севооборота в лесостепной зоне Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / А.П. Карпов. – Москва, 1984. – 26 с.
4. Отзывчивость кукурузы на силос на современные удобрения на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / С.А. Коростылёв, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1639.
5. Подрезов П.И. Калийный режим чернозема типичного и его влияние на урожайность и качество кукурузы на силос / П.И. Подрезов // Направления стабилизации развития и выхода из кризиса АПК в современных условиях : тезисы докладов международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1999. – С. 104–105.
6. Подрезов П.И. Эффективность калийных удобрений под сахарную свеклу и кукурузу на силос на черноземе типичном / П.И. Подрезов // Обеспечение стабилизации АПК в условиях рыночных форм хозяйствования : тезисы докладов межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1997. – С. 220–221.
7. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
8. Тиберькова Г.А. Влияние длительного применения удобрений на пищевой режим почвы и урожайность надземной массы кукурузы / Г.А. Тиберькова // Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Черноземной полосы : сб. науч. тр. ВГАУ им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 1989. – С. 4–13.
9. Тиберькова Г.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и урожайность надземной массы кукурузы по ротациям севооборота / Г.А. Тиберькова, Н.Л. Плескова, Л.П. Крутских // Агрохимия. – 1994. – № 1. – С. 44–50.
10. Тиберькова Г.А. Продуктивность кукурузы на силос в третьей ротации севооборота при длительном применении удобрений / Г.А. Тиберькова, Н.Л. Плескова // Достижения аграрной науки – стабилизация сельскохозяйственного производства : тезисы докладов науч. и учеб.-метод. конф. Воронежского ГАУ. – Воронеж : ВГАУ, 1991. – С. 24–25.
11. Штефан В.К. Жизнь растений и удобрения / В.К. Штефан. – Москва : Московский рабочий, 1981. – 240 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Павел Иванович Подрезов – старший преподаватель кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: pipodrezov@mail.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@ag.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 07.10.2019

Дата принятия к печати 19.11.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Pavel I. Podrezov, Senior Lecturer, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia Voronezh, e-mail: pipodrezov@mail.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 October 07, 2019

Accepted after revision November 19, 2019

---

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СТРОЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ УДОБРЕНИЙ И ДЕФЕКТА**

---

**Елена Сергеевна Гасанова<sup>1</sup>  
Анна Николаевна Кожокина<sup>1</sup>  
Николай Георгиевич Мязин<sup>1</sup>  
Константин Егорович Стекольников<sup>1</sup>  
Светлана Валерьевна Мухина<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Станция агрохимической службы «Таловская»

В настоящее время проблема повышения содержания органического вещества в почве приобрела особую актуальность. На всей территории страны наблюдается отрицательный баланс гумуса. В Воронежской области содержание гумуса, начиная с 1964 г., стабилизировалось на уровне 5,6–5,7%, что ничтожно мало для черноземных почв. Весьма остро на территории области стоит и проблема кислых почв, площадь которых к 2017 г. достигла 699 тыс. га. При этом содержание гумуса и почвенная кислотность взаимосвязаны: ухудшение одного показателя приводит к ухудшению другого, что вызывает необходимость детального исследования влияния различных по направленности агроприемов. В связи с этим сотрудники Воронежского госагроуниверситета изучают влияние многолетнего внесения минеральных, органических удобрений и дефеката на изменение физико-химических свойств и показателей гумусного состояния чернозема выщелоченного. Исследования проводятся в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. Полученные в опыте результаты показали, что внесение навоза и дефеката способствует оптимизации показателей почвенной кислотности. Одновременно улучшается и гумусное состояние чернозема выщелоченного. Так, внесение дефеката значительно увеличивает содержание гуминовых кислот за счет роста доли фракции ГК2, связанной с кальцием (в среднем на 10%). При использовании навоза также повышается содержание гуминовых кислот, но в основном за счет увеличения доли фракции ГК1 (на 8,61%), молекулы которой имеют более простое строение и поэтому легче подвергаются деструкции. Результаты спектрального анализа гуминовых кислот различных вариантов опыта показали, что известкование почвы приводит к возрастанию доли высококонденсированных фрагментов молекул с сохранением развитой периферической структуры. Гуминовые кислоты неизвесткованных вариантов опыта характеризуются более простым строением.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Чернозем выщелоченный, плодородие, удобрения, дефекат, почвенная кислотность, гумус, гуминовые кислоты.

## **CHANGES IN THE CONTENT AND STRUCTURE OF HUMIC ACIDS IN LEACHED CHERNOZEM UNDER THE EFFECT OF FERTILIZERS AND DEFECATE**

**Elena S. Gasanova<sup>1</sup>  
Anna N. Kozhokina<sup>1</sup>  
Nikolay G. Myazin<sup>1</sup>  
Konstantin E. Stekolnikov<sup>1</sup>  
Svetlana V. Mukhina<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>Talovskaya Agrochemical Service Station

At present the problem of increasing the content of organic matter in the soil has become particularly relevant. Throughout the country a negative humus balance is observed. In Voronezh Oblast the humus content has stabilized since 1964 at the level of 5.6-5.7%, which is almost negligible for chernozem soils. A very acute problem for the region is acidic soils, the area of which has reached 699 thousand ha by 2017. At the same time, the humus content and soil acidity are interrelated: the deterioration of one parameter leads to the deterioration of the other, which necessitates a detailed study of the effect of different agricultural practices. In this regard the research staff of Voronezh State Agrarian University is studying the effect of long-term application of mineral and organic fertilizers and lime sludge on the changes in physicochemical properties and indicators of humus state of

leached chernozem. The research is performed in a long-term stationary field experiment laid in 1986. The results obtained in the experiment show that the application of manure and lime sludge contributes to the optimization of soil acidity indicators. Alongside with that, the humus state of leached chernozem is being improved. For instance, the application of lime sludge significantly increases the content of humic acids due to the increase in the proportion of HA2 fraction associated with calcium (by 10% on average). If manure is applied, the content of humic acids also increases, but mainly due to the increase in HA1 fraction (by 8.61%), the molecules of which have a simpler structure and therefore are more easily destroyed. The results of spectral analysis of humic acids in various experimental variants show that soil liming leads to an increase in the proportion of highly condensed fragments of molecules with preservation of the developed peripheral structure. Humic acids in non-limed experimental variants are characterized by a simpler structure.

KEYWORDS: leached chernozem, fertility, fertilizers, lime sludge, soil acidity, humus, humic acids.

### **В** ведение

Важнейшим свойством почвы, отличающим ее от других природных объектов, является плодородие. Оно определяется как условиями естественного почвообразовательного процесса, так и интенсивностью антропогенного использования [2, 3].

При оценке плодородия почвы необходимо учитывать количество гумуса и его качественный состав, выражающийся через содержание различных фракций гуминовых и фульвокислот. Принято считать, что почвы, содержащие гумус, в котором преобладают гуминовые кислоты, более плодородны, чем почвы, содержащие гумус фульватного типа [4, 6, 12]. В связи с этим агротехнические приемы возделывания сельскохозяйственных культур должны быть направлены на увеличение содержания гуминовых кислот.

К одному из главных способов улучшения гумусного состояния почв относят внесение органических удобрений. Они являются источником для образования гумуса и увеличивают его содержание в почве [10, 17]. Другим способом считается использование кальцийсодержащих мелиорантов (известкование). Их внесение ведет и к увеличению содержания гумуса (если вносят мелиоранты, содержащие органическое вещество, например дефекат), и к повышению его качества [7, 13].

Улучшение качества гумуса в результате проведения химической мелиорации ученые связывают с образованием гуматов кальция, которые в меньшей степени подвержены минерализации, чем гумусовые кислоты. Кроме того, в этом случае увеличивается содержание обменного кальция в почве, что ведет к нейтрализации повышенной почвенной кислотности и увеличению буферной способности почвы к подкислению [11, 15, 16].

Известно, что в условиях кислой реакции среды наблюдается разрушение гумусовых кислот и в целом процесс гумусонакопления сдвигается в сторону образования более простых их молекул. При внесении минеральных удобрений на известкованном фоне образуются сложные молекулы гумусовых кислот, деструкция которых протекает в меньшей степени [3, 13].

В связи с этим целью проведенных исследований являлось изучение изменения физико-химических свойств и состава гумуса чернозема выщелоченного под влиянием минеральных и органических удобрений, а также дефеката.

### **Методика эксперимента**

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета.

В опыте освоен шестипольный севооборот.

1. Чистый пар.
2. Озимая пшеница.
3. Сахарная свекла.
4. Вико-овес на зеленый корм.
5. Озимая пшеница.
6. Ячмень.

Схема опыта включала 15 вариантов. Для исследований были выбраны семь: 1, 2, 3, 5, 12, 13, 15 (табл. 1, 2, 3, рис. 2, 4). Повторность опыта четырехкратная, размещение повторений двухъярусное, расположение делянок систематическое шахматное. Общая площадь опытной делянки составляла 191,7 м<sup>2</sup>.

Образцы почвы отбирались после завершения пятой ротации севооборота с поля чистого пара на глубину до 100 см послойно через каждые 20 см с двух несмежных повторений в пятикратной повторности.

Агрохимические анализы почвенных образцов проводили по общепринятым методам [1].

Содержание органического углерода определяли по методу Тюрина.

Фракционно-групповой состав изучали по схеме Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [14], которая позволяет разделить гумус почвы на три фракции гуминовых кислот, четыре фракции фульвокислот и гумин.

Изучены следующие фракции гуминовых кислот:

фракция 1 – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами;

фракция 2 – связанная с кальцием;

фракция 3 – связанная с глинистыми минералами и неподвижными полуторными оксидами.

Выделены следующие фракции фульвокислот:

фракция 1а – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами («агрессивная фракция»);

фракция 1 – связанная с фракцией 1 ГК;

фракция 2 – связанная с фракцией 2 ГК;

фракция 3 – связанная с фракцией 3 ГК.

#### **Результаты и их обсуждение**

Результаты исследований (табл. 1) показали, что при многолетнем возделывании сельскохозяйственных культур без известкования почвы на конец пятой ротации севооборота уровень обменной кислотности снижался до 4,7–5,0 ед. рН<sub>КС1</sub>. Реакция среды оценивалась как среднекислая.

**Таблица 1. Влияние удобрений и дефеката на физико-химические свойства чернозема выщелоченного, среднее в слое 0–40 см, 2018–2019 гг.**

Варианты опыта	рН <sub>КС1</sub>		Нг, мг-экв. на 100 г почвы		S, мг-экв. на 100 г почвы	
	1*	2**	1	2	1	2
1. Без удобрений – контроль	4,9	4,8	5,1	5,3	23,7	23,3
2. 40 т/га навоза	5,0	5,1	4,8	4,1	24,3	24,7
3. 40 т/га навоза + NPK	4,9	5,0	6,0	4,1	23,6	24,4
5. 40 т/га навоза + 2NPK	4,7	4,9	6,4	4,4	23,4	24,3
12. 40 т/га навоза + NPK + дефекат по 1,0 Нг	5,5	6,6	4,2	0,9	24,8	27,2
13. 40 т/га навоза + дефекат по 1,0 Нг	5,6	6,7	3,7	0,8	25,2	27,7
15. NPK + дефекат по 1,0 Нг	5,4	6,1	4,2	1,1	24,9	27,3

Примечание: 1\* – перед внесением навоза и дефеката (18.04.2018 г); 2\*\* – перед уборкой озимой пшеницы (17.07.2019 г.).

Самые высокие показатели кислотности почвы (6,4 и 4,4 мг-экв. на 100 г почвы соответственно перед внесением навоза и дефеката и перед уборкой озимой пшеницы) отмечены на варианте применения двойной дозы минеральных удобрений (вариант 5).

Кислотность почвы на вариантах внесения дефеката была на один-два класса ниже, т.е. слабокислой в случае совместного внесения минеральных удобрений, навоза и дефеката – 4,2 и 0,9 мг-экв. на 100 г почвы (вариант 12) и совместного использования

минеральных удобрений и дефекта – 4,2 и 1,1 мг-экв. на 100 г почвы (вариант 15); близкой к нейтральной – при совместном использовании навоза и дефектата без минеральных удобрений – 3,7 и 0,8 мг-экв. на 100 г почвы (вариант 13).

Внесение навоза в поле чистого пара в начале шестой ротации севооборота привело к улучшению физико-химических свойств чернозема выщелоченного – снижалась обменная и гидrolитическая кислотность, увеличивалось содержание обменных оснований.

Положительное действие навоза сохранялось и при использовании на его фоне минеральных удобрений (варианты 3 и 5). Почва по степени кислотности в этом случае практически переходила в класс слабокислой, значительно обогащаясь обменными основаниями.

Еще большей оптимизации показателей почвенной кислотности способствовало известкование. На всех вариантах опыта с дефектатом чернозем выщелоченный по степени кислотности из классов слабокислого и близкого к нейтральному переходил в класс нейтрального. При этом увеличивались показатели рН<sub>KCl</sub> (на 0,7–1,1) и содержания обменных оснований (на 2,4–2,5 мг-экв./100 г почвы) при снижении показателей гидrolитической кислотности (на 2,9–3,3 мг-экв./100 г почвы).

Соотношение содержания обменных форм кальция и магния (табл. 2) до внесения навоза и дефектата колебалось в широких пределах. На вариантах без известкования колебания соотношения Ca : Mg были меньше, чем на известкованных вариантах, и находились в интервале 4,6–5,6. На вариантах внесения мелиоранта соотношение Ca : Mg расширилось до 4,2–9,5, как правило, за счет более низкого содержания магния.

**Таблица 2. Влияние удобрений и дефектата на содержание обменного кальция и известковый потенциал чернозема выщелоченного, слой 0–40 см, 2018–2019 гг.**

Варианты опыта	Содержание обменного кальция, мг-экв./100 г почвы		Содержание обменного магния, мг-экв./100 г почвы		Соотношение Ca : Mg		pCa		Известковый потенциал	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Без удобрений – контроль	19,5	19,4	4,2	3,9	4,6	5,0	3,1	3,4	4,4	3,7
2. 40 т/га навоза	20,6	20,2	3,7	4,5	5,6	4,5	2,9	3,3	4,9	4,1
3. 40 т/га навоза + NPK	19,9	20,0	3,7	4,4	5,4	4,5	2,9	3,3	4,7	4,0
5. 40 т/га навоза + 2NPK	19,4	20,0	4,0	4,3	4,9	4,7	3,0	3,4	4,4	4,1
12. 40 т/га навоза + NPK + дефектат по 1,0 Нг	20,0	23,2	4,8	4,0	4,2	5,8	2,9	2,2	5,2	5,7
13. 40 т/га навоза + дефектат по 1,0 Нг	22,8	23,2	2,4	4,5	9,5	5,2	3,0	2,2	5,1	5,6
15. NPK + дефектат по 1,0 Нг	21,9	22,1	3,0	5,2	7,3	4,3	3,0	2,4	5,0	5,3

Примечание: 1\* – перед внесением навоза и дефектата (18.04.2018 г.); 2\*\* – перед уборкой озимой пшеницы (17.07.2019 г.).

Перед уборкой озимой пшеницы (конец первого года действия навоза и дефектата) соотношение Ca : Mg сузилось до 4,3–5,8. При этом применение навоза и дефектата обеспечивало рост содержания и кальция, и магния практически по всем вариантам опыта. Исключение составлял вариант внесения только навоза, где содержание обменного кальция было несколько ниже, чем в первый срок отбора почвенных образцов, но в то же время значительно увеличивалось содержание обменного магния (на 0,8 мг-экв./100 г почвы). Обратная закономерность наблюдалась на варианте 12, где значительно увеличивалось содержание обменного кальция (на 3,2 мг-экв./100 г почвы), а содержание обменного магния уменьшалось (на 0,8 мг-экв./100 г почвы).

Говоря о потребности почвы в кальции, которая оценивается по величине известкового потенциала, следует отметить, что внесение навоза, несмотря на некоторое увеличение содержания обменных оснований в почве, не привело к оптимизации этого показателя. В то же время если на контрольном варианте потребность почвы в кальции к уборке озимой пшеницы из класса средней увеличилась до класса сильной, то на вариантах применения навоза и даже при внесении на этом фоне минеральных удобрений она оставалась средней.

Химическая мелиорация чернозема выщелоченного увеличивала величину известкового потенциала и активность ионов кальция в почве (pCa), при этом снижения потребности почвы в этом элементе по сравнению с периодом до внесения дефеката не наблюдалось.

В таблице 3 представлены данные определения фракционно-группового состава гумуса анализируемых почвенных образцов. Для объективного сравнения полученных данных произведен перерасчет в % органического углерода.

**Таблица 3. Результаты определения фракционно-группового состава гумуса анализируемых почвенных образцов**

Варианты опыта	Собщ	ГК				ФК					ГК + ФК
		ГК1	ГК2	ГК3	Σ	ФК1а	ФК1	ФК2	ФК3	Σ	
<b>В % к массе почвы</b>											
1	<u>2,35</u>	<u>0,23</u>	<u>0,90</u>	<u>0,11</u>	<u>1,23</u>	<u>0,00</u>	<u>0,16</u>	<u>0,22</u>	<u>0,09</u>	<u>0,47</u>	<u>1,70</u>
	2,43	0,25	0,96	0,24	1,44	0,00	0,17	0,15	0,11	0,42	1,86
2	<u>2,48</u>	<u>0,05</u>	<u>1,12</u>	<u>0,06</u>	<u>1,23</u>	<u>0,00</u>	<u>0,14</u>	<u>0,43</u>	<u>0,14</u>	<u>0,71</u>	<u>1,94</u>
	2,62	0,27	1,17	0,19	1,63	0,00	0,16	0,28	0,14	0,56	2,18
3	<u>2,86</u>	<u>0,06</u>	<u>1,20</u>	<u>0,22</u>	<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>0,09</u>	<u>0,40</u>	<u>0,14</u>	<u>0,62</u>	<u>2,09</u>
	2,69	0,12	0,84	0,17	1,12	0,00	0,19	0,43	0,11	0,73	1,85
5	<u>2,76</u>	<u>0,21</u>	<u>1,10</u>	<u>0,16</u>	<u>1,47</u>	<u>0,00</u>	<u>0,17</u>	<u>0,20</u>	<u>0,24</u>	<u>0,60</u>	<u>2,07</u>
	2,68	0,18	0,96	0,18	1,31	0,06	0,15	0,37	0,22	0,79	2,10
12	<u>3,31</u>	<u>0,25</u>	<u>1,76</u>	<u>0,24</u>	<u>2,25</u>	<u>0,00</u>	<u>0,15</u>	<u>0,21</u>	<u>0,15</u>	<u>0,51</u>	<u>2,75</u>
	3,27	0,22	1,42	0,22	1,85	0,00	0,12	0,22	0,13	0,46	2,31
13	<u>3,06</u>	<u>0,27</u>	<u>1,54</u>	<u>0,26</u>	<u>2,06</u>	<u>0,00</u>	<u>0,11</u>	<u>0,14</u>	<u>0,15</u>	<u>0,40</u>	<u>2,46</u>
	2,93	0,22	1,16	0,23	1,60	0,00	0,09	0,43	0,16	0,68	2,28
15	<u>2,96</u>	<u>0,28</u>	<u>0,92</u>	<u>0,25</u>	<u>1,44</u>	<u>0,00</u>	<u>0,13</u>	<u>0,26</u>	<u>0,15</u>	<u>0,54</u>	<u>1,98</u>
	2,93	0,22	1,16	0,23	1,60	0,00	0,09	0,43	0,16	0,68	2,28

Примечание: числитель – перед внесением навоза и дефеката (18.04.2018 г); знаменатель – перед уборкой озимой пшеницы (17.07.2019 г.).

По результатам анализа установлено, что перед внесением удобрений и мелиоранта максимальное содержание ГК отмечалось на вариантах применения дефеката на фоне навоза (варианты 12 и 13). Минимальные показатели характерны для контрольного и фонового вариантов. За анализируемый период количество ГК возросло на всех вариантах, кроме контрольного. Прибавка составила от 3,77 до 13,63% к общему углероду (варианты 5 и 13 соответственно). Данное увеличение содержания ГК на вариантах применения дефеката по органическому фону (варианты 12 и 13), а также на варианте внесения одинарной дозы минеральных удобрений (вариант 3) связано с возрастанием доли ГК2 в среднем на 10% от общего углерода. На контроле отмечалось снижение содержания ГК за счет уменьшения количества ГК2. На фоновом варианте увеличилось количество ГК1 на 8,61% от общего углерода.

Таким образом, выявлено, что применение дефеката по органическому фону увеличивало сумму всех фракций ГК за счет образования ГК2. На вариантах внесения разных доз минеральных удобрений содержание ГК относительно низкое. Ранее нами установлено, что внесение минеральных туков способствует деструкции молекул ГК, а их фрагменты могут попадать во фракции ФК при анализе [3].

ФК являются наиболее подвижной и реакционноспособной фракцией гумуса. Наибольшее их содержание отмечалось на вариантах применения минеральных удобрений на фоне навоза (варианты 3 и 5). На известкованных вариантах сумма всех фракций ФК за анализируемый период снижается на 0,23–9,84% от органического углерода. В составе фульвокислот преобладают фульваты кальция (ФК-2): 6,55–14,45% от органического углерода в образцах от 18.04.2018 г. и 6,1–10,75% в образцах от 17.07.2019 г.

Установлено, что в составе гумусовых кислоты преобладают ГК2 фракции. Данный факт определен типовыми особенностями черноземных почв. Ионы кальция связываются с гуминовыми кислотами в прочные нерастворимые соединения. Образование гетерополярных солей ГК с катионами кальция может способствовать закреплению ГК на глинистых минералах [5, 13]. Это способствует накоплению в почве стабильного гумуса, который менее подвержен окислению и гидролизу. Кроме того, гуматы кальция при коагуляции за счет адгезии образуют пленки на поверхности частиц твердой фазы почвы. В результате формируется агрономически ценная почвенная структура.

В исследованиях анализировали особенности молекулярного строения ГК различных фракций. Для этого был использован метод УФ-спектроскопии [8, 9]. УФ-спектры растворов отдельных фракций ГК регистрировали в диапазоне длин волны 200–1000 нм с шагом 5 нм на спектрофлуориметре СМ2203. Анализировались почвенные образцы, отобранные перед уборкой озимой пшеницы (17.07.2019 г.).

Известно, что гумусовые кислоты представляют собой гетерогенную смесь полидисперсных, неоднородных соединений переменного состава и нерегулярного строения. Однако продолжительные структурные исследования гуминовых кислот позволили сделать вывод об общности построения их молекул, при этом выделяют характерные структурно-функциональные компоненты гумусовых кислот.

На рисунке 1 представлена оптимизированная нами модель строения ГК методом молекулярной механики. За основу была взята модель строения ГК по Стивенсону [18].

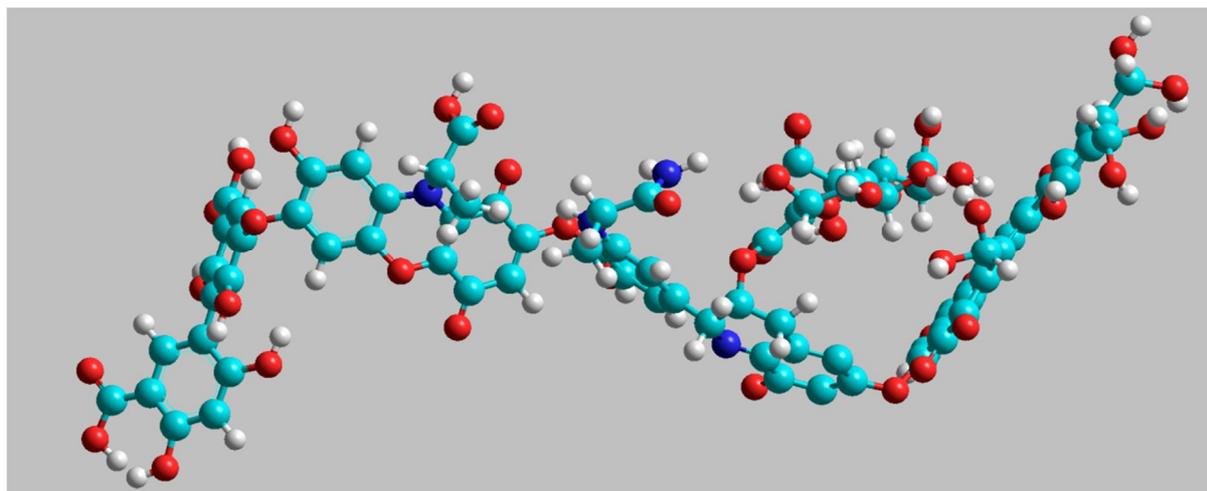


Рис. 1. Оптимизированная модель строения молекулы гуминовой кислоты (F.J. Stevenson, 1982)

Так, все гуминовые кислоты имеют периферические компоненты, представлены алифатическими структурами, а также «ядерный» компонент – ароматическую часть. В состав этих основных компонентов входят многочисленные функциональные группы, определяющие способность образовывать координационные связи с металлами, а также способность связывать микробные ферменты.

На рисунке 2 представлены УФ-спектры фракций ГК в диапазоне волн 200–400 нм. Точное положение максимумов поглощения определялось из зависимости первой производной оптической плотности от длины волны при условии  $dD/d\lambda = 0$ .

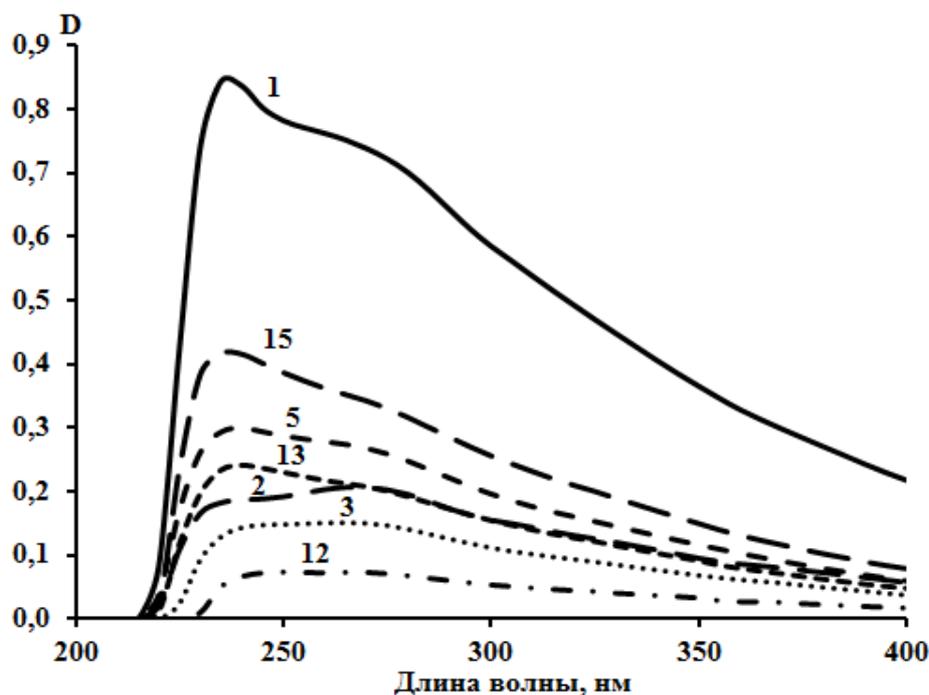


Рис. 2. Электронные спектры ГК1 фракции анализируемых вариантов

УФ-спектры ГК1 фракции характеризуются развитым максимумом в области 230 нм, который определяется фрагментами бензола с сильным ауксохромным заместителем, например, с карбоксильными группами. На контрольном варианте отмечается резкий гиперхромный эффект. Возможно, это объясняется увеличенным размером углеводородного радикала. Также на всех электронных спектрах отмечается небольшой максимум при длине волны 275 нм, который может быть объяснен присутствием фенольных соединений. ГК данной фракции представлены подвижным, легкоизвлекаемым органическим веществом.

На рисунке 3 представлена модель строения ГК2 фракции, связанной с кальцием.

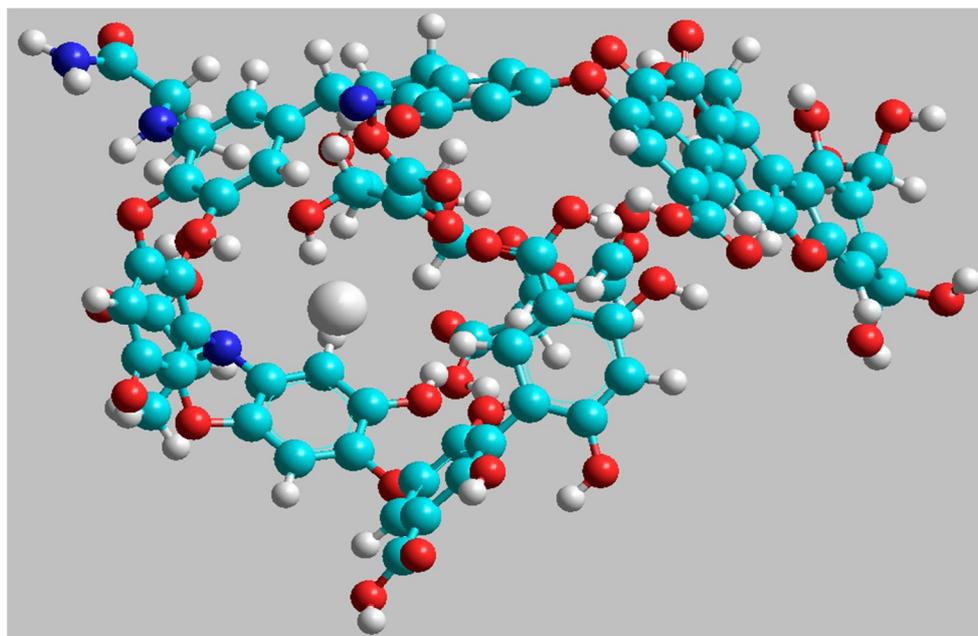


Рис. 3. Оптимизированная модель строения гуминовых кислот, связанных с ионом кальция (F.J. Stevenson, 1982)

Подтверждается факт, что гумус относится к «краун-соединениям», образующим замкнутые кольцевые структуры, внутри которых расположены центральные атомы металлов [8, 9]. Молекулы данной фракции имеют сложный характер спектров (рис. 4).

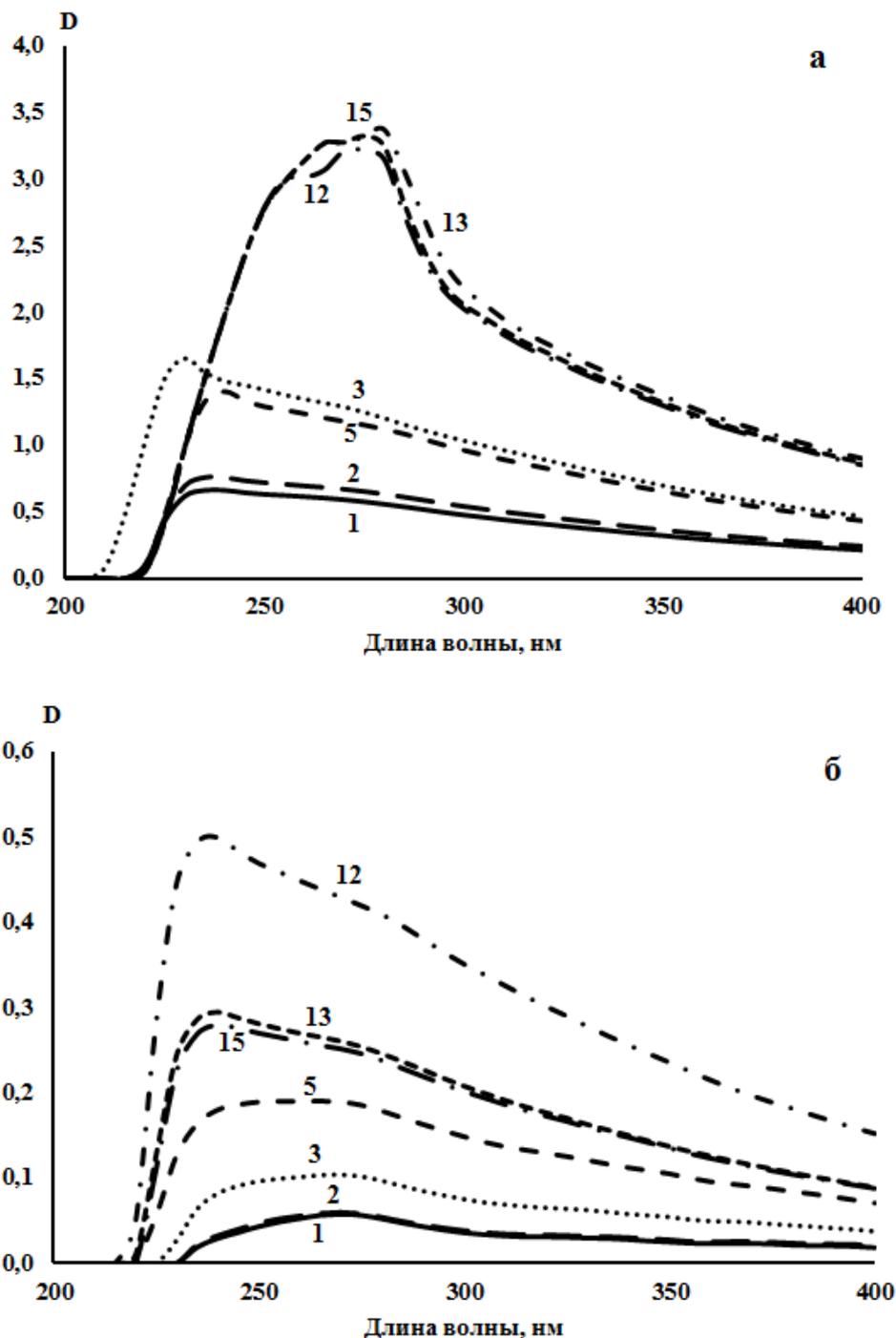


Рис. 4. Электронные спектры ГК2 (а) и ГК3 (б) анализируемых вариантов

На кривых контрольного и фонового вариантов при 230 нм выделяется один максимум. На варианте внесения одинарной дозы минеральных удобрений отмечается гипсохромный сдвиг до 220 нм. На мелиорированных вариантах выделяются два выраженных максимума в диапазоне 255–270 нм, а также несколько перегибов в длинноволновой части спектра. Кроме того, на данных вариантах отмечается гиперхромный эффект. Это свидетельствует о высоком содержании в молекулах ГК фенолкарбоновых кислот.

Можно предположить, что молекулы данной фракции характеризуются развитыми ядерными и алифатическими структурами.

УФ-спектры ГКЗ фракции характеризуются следующими особенностями. Спектры контрольного и фонового вариантов практически совпадают и имеют один максимум – 275 нм. Спектры вариантов с применением минеральных удобрений имеют два перегиба – 240 нм и 275 нм. Спектры известкованных вариантов имеют один интенсивный пик 235 нм и один перегиб 280 нм, а также отмечается гиперхромный эффект. Это свидетельствует о структурных различиях соответствующих хромофорных группировок в гумусовых молекулах. Таким образом, выявлено, что применяемые агротехнические приемы приводят к изменениям молекулярного строения фракций ГК. Известкование приводит к возрастанию доли высококонденсированных фрагментов молекул с сохранением развитой периферической структуры.

### Выводы

1. Использование навоза и дефеката приводило к снижению обменной и гидролитической кислотности и обогащению почвы основаниями. Однако потребность почвы в кальции как при внесении только навоза, так и при его совместном использовании с минеральными удобрениями к уборке озимой пшеницы увеличивалась.

2. Внесение минеральных удобрений на фоне навоза привело к возрастанию содержания ФК. Использование дефеката способствовало снижению содержания ФК и увеличению общего количества ГК за счет накопления ГК<sub>2</sub>, связанных с кальцием. В составе гумусовых кислот всех анализируемых вариантов преобладают ГК<sub>2</sub>.

3. По данным электронной спектроскопии установлено, что изучаемые агротехнические приемы приводят к изменению строения молекул фракций ГК. При известковании возрастает содержание фенолкарбоновых кислот с различными ауксохромными заместителями в молекулах ГК. Это свидетельствует о высокой конденсированности и развитой алифатической структуре молекул ГК.

Таким образом, известкование почвы, увеличивая содержание обменных оснований, оказало благоприятное влияние на содержание и строение молекул гуминовых кислот. Это проявилось в усложнении их структуры в сторону большей конденсированности и алифатизации, что будет способствовать повышению устойчивости гумуса к минерализации.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-316-00035 мол\_а «Изучение механизма деградации чернозема на примере дегумификации и декальцирования и разработка мероприятий по повышению почвенного плодородия»*

### Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв / З.Г. Ильковская, А.С. Коновалов, В.В. Пономарев и др. ; под ред. чл.-корр. АН СССР А.В. Соколова. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Наука, 1975. – 656 с.
2. Влияние удобрений на гумусное и агрофизическое состояние чернозема выщелоченного / Н.Л. Кураченко, О.А. Ульянова, М.В. Луганцева, М.В. Бабаев // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 1. – С. 33–38.
3. Гасанова Е.С. Химия почв : учеб. пособие / Е.С. Гасанова, К.Е. Стекольников. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2013. – 154 с.
4. Ерёмин Д.И. Изменение гумусного состояния при распахке целинного чернозема выщелоченного в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин, В.Л. Телицын, Г.Д. Притчина // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 17–19.
5. Ерёмин Д.И. Изменение качественного состава гумуса чернозема выщелоченного под действием возрастающих доз минеральных удобрений / Д.И. Ерёмин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 6. – С. 20–26.
6. Завьялова Н.Е. Влияние приемов землепользования на трансформацию гуминовых кислот дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья / Н.Е. Завьялова, В.А. Кончиц // Почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 103–110.
7. Изменение показателей ППК и гумусного состояния чернозема выщелоченного при многолетнем внесении удобрений и известковании / Е.С. Гасанова, А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин, К.Е. Стекольников // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 13–21.

8. Кудеяров А.Ю. Использование электронной спектроскопии для выявления структурных различий гумусовых кислот целинной и пахотной серой лесной почвы / А.Ю. Кудеяров // Почвоведение. – 2008. – № 9. – С. 1079–1091.
9. Методы спектрального анализа : учебник / А.А. Бабушкин, П.А. Бажулин, Ф.А. Короваев и др. ; под ред. проф. В.Л. Левшина. – Москва : Изд-во МГУ, 1962. – 509 с.
10. Минакова О.А. Гумусное состояние чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в зернопаропропашном севообороте ЦЧП / О.А. Минакова, А.И. Громовик // Плодородие. – 2009. – № 2 (47). – С. 10–11.
11. Мязин Н.Г. Урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы при внесении удобрений и мелиоранта на черноземе выщелоченном / Н.Г. Мязин, А.Н. Кожокина // Агрэкологический вестник: посвящается 25-летию кафедры агроэкологии Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 151–158.
12. Онищенко Л.М. Анализ гумусного состояния чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / Л.М. Онищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 1129–1146.
13. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
14. Орлов Д.С. Химия почв : учебник / Д.С. Орлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.
15. Середина И.Г. Влияние систематического применения удобрений и известкования на агрохимические свойства чернозема выщелоченного, урожай и качество озимой пшеницы по вико-овсяной смеси / И.Г. Середина, П.Т. Брехов // Молодежный вектор развития аграрной науки : матер. 65-й научной студенческой конференции. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014 – С. 129–133.
16. Шеуджен А.Х. Влияние длительного применения удобрений на физико-химические и агрохимические свойства почвы, урожайность и качество сои / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, Ю.А. Исупова // Плодородие. – 2013. – № 1 (70). – С. 26–28.
17. Широких Е.В. Оценка гумусного состояния чернозема типичного в естественных и сельскохозяйственных антропогенных ландшафтах / Е.В. Широких, А.И. Стифеев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1. – С. 38–40.
18. Stevenson F.J. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions / F.J. Stevenson – New York: John Wiley and Sons, 1982. – 443 p.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Елена Сергеевна Гасанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Анна Николаевна Кожокина – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@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](mailto:agrohimi@agronomy.vsau.ru).

Константин Егорович Стекольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [agrohimi@agronomy.vsau.ru](mailto:agrohimi@agronomy.vsau.ru).

Светлана Валерьевна Мухина – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора ФГБУ «Станция агрохимической службы «Таловская», Россия, Воронежская область, Таловский район, e-mail: [agrohim\\_36\\_2@mail.ru](mailto:agrohim_36_2@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 08.11.2019

Дата принятия к печати 14.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elena S. Gasanova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Anna N. Kozhokina, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@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](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Konstantin E. Stekolnikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Svetlana V. Mukhina, Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Director, Talovskaya Agrochemical Service Station, Russia, Voronezh Oblast, Talovskiy Raion, e-mail: [agrohim\\_36\\_2@mail.ru](mailto:agrohim_36_2@mail.ru).

Received November 08, 2019

Accepted after revision December 14, 2019

---

---

## **ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ОРГАНОПРОФИЛЯ ЧЕРНОЗЕМОВ КАМЕННОЙ СТЕПИ**

---

---

**Александра Михайловна Саинчук  
Константин Егорович Стекольников**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Об эволюции почвенного покрова Каменной степи под влиянием лесных полос впервые упоминается в работах Г.М. Тумина (1923). В период 1925–1929 гг. под его руководством П.Г. Адерикиным на основании изучения влияния лесных полос на почвы Каменной степи было показано, что скорость эволюции профиля почв неодинакова и зависит от возраста, ширины лесных полос и расстояния до них. Представлены результаты исследования, проведенного в целях изучения эволюции гранулометрического состава и органо профиля чернозема обыкновенного в условиях Каменной степи (стационар А.Ф. Витера, заложенный в 1968 г.). В лабораторных условиях определяли гранулометрический состав по Качинскому, содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием,  $\text{CO}_2$  карбонатов – газовольметрическим методом. Установлено, что под влиянием развивающегося гидроморфизма изучаемой территории происходят процессы выщелачивания и декальцирования профиля почв. Следствием этого является существенная трансформация гранулометрического состава и органо профиля изучаемых почв. Выявлена слабая (разрез 3) и тесная связь (разрезы 4–6) содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$  с фракцией крупной пыли – соответственно  $r^1$  0,309; 0,956; 0,900 и 0,846; средняя ( $r^2$  0,454; 0,599) в разрезах 1–2 и в разрезе 3 сильная (0,781) связь содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$  с фракцией средней пыли; средняя и сильная связь (за исключением разреза 4) содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$  с фракцией тонкой пыли (соответственно  $r^3$  0,603; 0,738; 0,617; 0,787 и 0,535). Полученные данные дают основание утверждать, что основная масса  $\text{C}_{\text{орг}}$  закрепляется не на илстых частицах, а на частицах тонкой пыли. В пользу этого говорит и выявленная тесная отрицательная связь содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$  с илом –  $r^4$  варьирует в пределах 0,612–0,957.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эволюция черноземов, выщелачивание, декальцирование, трансформация, гранулометрический состав, органофиль.

## **EVOLUTIONARY TRANSFORMATION OF GRANULOMETRIC COMPOSITION AND ORGANIC PROFILE OF CHERNOZEMS IN THE KAMENNAYA STEPPE**

**Aleksandra M. Sainchuk  
Konstantin E. Stekolnikov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The evolution of topsoil of the Kamennaya Steppe under the influence of forest belts was first mentioned in the works of G.M. Tumin (1923). During the period of 1925-1929 P.G. Aderikhin supervised by G.M. Tumin studied the influence of forest belts on the soils of the Kamennaya Steppe and showed that the rate of evolution of the soil profile varies and depends on the age, width of forest belts and the distance to them. The authors present the results of research conducted in order to study the evolution of texture and organic profile of ordinary chernozem in the conditions of the Kamennaya Steppe (stationary experiment laid by A.F. Viter in 1968). In the laboratory conditions the authors determined the texture and particle size distribution according to Kachinsky, the humus content according to Tyurin adapted by Nikitin with spectrophotometric termination, and  $\text{CO}_2$  of carbonates by the gas volumetric method. It is established that the influence of the developing hydromorphism of the studied territory causes the development of the processes of soil leaching and decalcification. The consequence of this is a significant transformation of texture and organic profile of the studied soils. It was revealed that there was a weak (profile 3) and close relationship (profiles 4-6) between the content of  $\text{C}_{\text{org}}$  and the coarse silt fraction:

$r^1$  0.309; 0.956; 0.900 and 0.846, respectively. The relationship between the content of  $C_{org}$  with the medium silt fraction was medium ( $r^2$  0.454; 0.599) in profiles 1-2 and strong in profile 3 (0.781). The relationship between the content of  $C_{org}$  with the fine dust fraction was medium or strong, except profile 4 ( $r^3$  0.603; 0.738; 0.617; 0.787 and 0.535, respectively). The obtained data suggests that the bulk of  $C_{org}$  is fixed not on silty particles, but on fine dust particles. This is also confirmed by the close negative relationship between the  $C_{org}$  content and silt ( $r^4$  varies between 0.612 and 0.957).

KEYWORDS: evolution of chernozems, leaching, decalcification, transformation, texture, organic profile.

## **В**ведение

Почвенный покров Каменной степи был всесторонне изучен учеными-почвоведом К.Д. Глинкой и Н.М. Сибирцевым в период закладки первых лесных полос (1884–1886 гг.). В те годы почвообразование протекало преимущественно под влиянием многолетней травянистой растительности. С момента начала работ экспедиции В.В. Докучаева почвообразование протекает под всевозрастающим влиянием антропогенного фактора, главным является влияние лесных полос [5].

Об эволюции почвенного покрова Каменной степи под влиянием лесных полос впервые упоминается в работах Г.М. Тумина (1923). В период 1925–1929 гг. под его руководством П.Г. Адериным изучалось влияние лесных полос на почвы Каменной степи. Было выявлено, что лесные полосы оказывают влияние на все параметры почв. Спустя 40–50 лет исследованиями П.Г. Адериным было установлено, что чернозем обыкновенный постепенно эволюционирует в выщелоченный. Скорость эволюции профиля почв неодинакова и зависит от возраста, ширины лесных полос и расстояния до них. Исследованиями Б.П. Ахтырцева, выполненными в 1980–1990 гг., было установлено минимальное влияние лесных полос на эволюцию чернозема обыкновенного [2, 9].

К.Е. Стекольниковым с соавт. в июле 2017 г. в стационарном опыте в Каменной степи выявлена трансформация чернозема обыкновенного в выщелоченный. За истекшие 123 года (с даты, когда были заложены первые лесные полосы) почвы под влиянием лесных полос заметно эволюционировали. Скорость и направление эволюции до настоящего времени остаются недостаточно изученными, что и обусловило актуальность проведенных нами исследований [8].

### **Объект исследований**

Объектом исследования являются черноземные почвы стационара А.Ф. Витера. Опыт был заложен в 1968 г. в трехкратной повторности. В течение последних 25–30 лет опытный участок использовался в полевом севообороте без применения удобрений.

В 2017 г. в соответствии с программой экспериментальных исследований сотрудниками кафедры агрохимии и почвоведения Воронежского ГАУ были заложены 6 почвенных разрезов (по 2 разреза на каждой повторности опыта) глубиной 1,5–1,8 м.

Выполнены полевое описание и диагностика почв. Для лабораторных исследований из генетических горизонтов были отобраны почвенные образцы.

На исследуемом участке хорошо проявляются просадочные явления в виде западин и блюдцеобразных понижений различной площади и глубины вреза. На момент проведения исследований на участке был посеян подсолнечник. Наличие понижений обусловило существенную пестроту посева по высоте растений: отмечены колебания от 0,6–0,8 до 1,5–2,0 м.

Представлены результаты исследования, проведенного авторами с целью изучения эволюции гранулометрического состава и органофилия чернозема обыкновенного в условиях Каменной степи.

### **Методы исследований**

В лабораторных условиях определяли:

- гранулометрический состав – по Качинскому;

- содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием;

- содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов – газоволюметрическим методом [7].

### **Результаты и их обсуждение**

Результаты исследований представлены в таблицах 1–5 и на рисунках 1–2.

По содержанию физической глины почва является тяжелоглинистой. Преобладающей фракцией является крупнопылеватая – 0,05–0,01 мм, так называемая лессовая. Эта фракция важна для понимания генезиса почвообразующей породы. При содержании лессовой фракции выше 30–40% можно утверждать, что почвообразующей породой является лесс.

К сожалению, и в науке, и тем более в практике, гранулометрический состав почв изучается только с целью определения разновидности и разряда почв. Однако результаты гранулометрического состава следует использовать и для решения некоторых вопросов генезиса почв и оценки профилеобразующих процессов. В этом отношении важны не только содержание фракций, но и характер их распределения по профилю. Так, перераспределение тонких фракций по профилю может свидетельствовать о развитии процесса элювиирования, или внутрпочвенного оглинивания.

В агролесоландшафте Каменной степи почвы, подвергшиеся поверхностному сезонному переувлажнению, распространены на плоских водоразделах с хорошо развитым западинным микрорельефом. Это обуславливает формирование водного режима промывного типа и, как следствие, существенное элювиирование профиля изучаемых почв, что сопровождается существенной трансформацией минеральной матрицы.

Характерной особенностью гранулометрического состава черноземов типичных и обыкновенных является равномерный характер распределения гранулометрических фракций по профилю. Гранулометрический состав черноземов типичных и обыкновенных, сформировавшихся на лессах, характеризуется преобладанием крупнопылеватой фракции, на долю которой приходится более половины всей почвенной массы [6]. На этих почвах, как правило, отмечают равномерное распределение гранулометрических фракций по профилю, хотя возможно и некоторое утяжеление гранулометрического состава в нижней части профиля. В гранулометрическом составе этих почв наблюдается очень низкая опесчаненность профиля. Совершенно иной характер содержания и распределения гранулометрических фракций наблюдается в этих почвах при развитии процессов эволюции или деградации, о чем наглядно свидетельствуют данные, представленные на рисунке 1.

Как следует из данных рисунка 1, содержание фракции крупной пыли (0,05–0,01 мм) в изучаемых почвах неодинаково. Минимальное содержание лессовой фракции наблюдается в разрезе 1 и несколько большее в разрезе 5, а в остальных разрезах содержание этой фракции составляет 22,15–49,54%. Профиль почвы резко дифференцирован по содержанию лессовой фракции и соответствует элювиально-иллювиальному типу. Общей тенденцией в распределении крупной пыли является снижение ее содержания в нижней части профиля. В пределах гумусового горизонта, особенно в его нижней части, для большинства разрезов характерна аккумуляция крупной пыли (разрезы 2, 3, 5).

Обратная зависимость наблюдается по содержанию и распределению по профилю фракции средней пыли (0,01–0,005 мм). Максимальное ее количество отмечается в разрезе 1, а в разрезе 5 содержание этой фракции заметно выше по сравнению с фракцией крупной пыли.

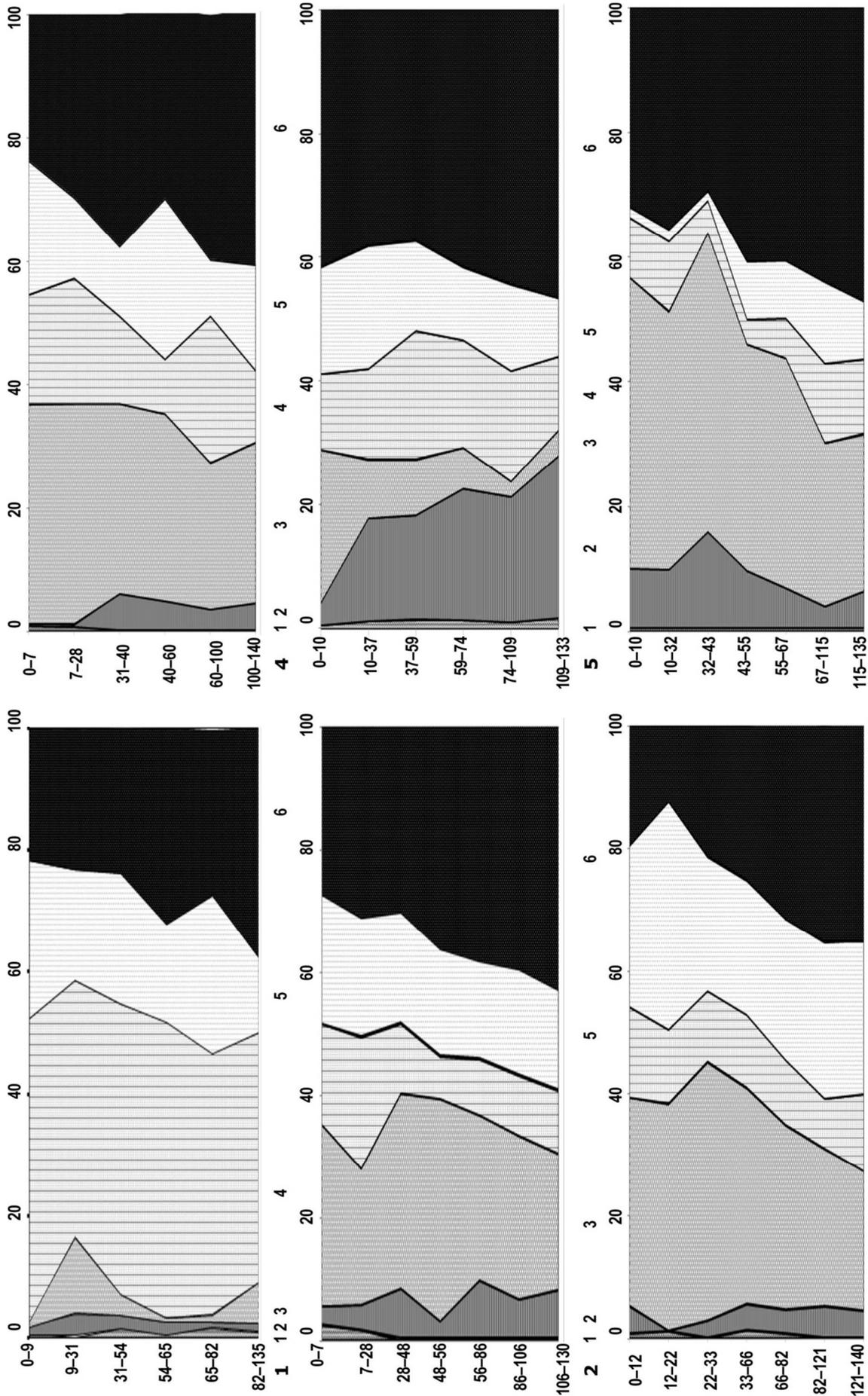


Рис. 1. Содержание и характер распределения гранулометрических фракций по профилю: 1 – 1,00–0,25; 2 – 0,25–0,05; 3 – 0,05–0,01; 4 – 0,01–0,005; 5 – 0,005–0,001; 6 – < 0,001

Характер распределения по профилю фракции крупной и средней пыли элювиально-иллювиальный, что указывает на развитие процессов элювирования этих фракций под влиянием нисходящего тока влаги. Это прямое следствие усиления гидроморфизма почв изучаемой территории. Подобная закономерность в изменении содержания фракций крупной и средней пыли может быть связана с процессами выщелачивания карбонатов и деструкцией фракции крупной пыли ( $r^1$ ). Между количеством крупной пыли и послойным содержанием средней пыли выявлена корреляционная связь (табл. 1).

**Таблица 1. Коэффициенты парной корреляции**

Коэффициент корреляции	Слой, см					
	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–121
$r^1$	-0,740	-0,286	-0,667	-0,746	-0,607	-0,473
$r^2$	-0,969	-0,924	-0,958	-0,978	-0,964	-0,989
$r^3$	-0,191	0,519	0,034	0,313	-0,223	0,387
$r^4$	0,530	0,774	0,493	0,509	0,801	0,584

В слоях 0–12 и 33–66 см выявлена тесная отрицательная связь содержания фракции крупной пыли с фракцией мелкой пыли, в слое 12–22 см она слабая отрицательная, а в остальных слоях – средняя отрицательная.

Наибольший интерес представляют выявленные связи содержания лессовой фракции с содержанием средней, тонкой пыли и илом. По рассчитанным коэффициентам корреляции  $r^2$ – $r^4$ , представленным в таблице 1, можно сделать вывод, что между содержанием лессовой фракции и средней пыли существует тесная отрицательная связь по всему профилю –  $r^2 = -0,924 \dots -989$ . Высокому содержанию лессовой фракции соответствует низкое содержание фракции средней пыли, и наоборот. Таким образом, можно утверждать, что повышение содержания фракции средней пыли является следствием деструкции фракции крупной пыли (лессовой).

Связь содержания фракции крупной пыли с тонкой не столь явная, но в слоях 12–22, 33–66 и 82–121 см она оценивается как средняя и слабая. А вот между содержанием фракции крупной пыли и илом выявлена средняя и тесная связь по всему профилю –  $r^4 = 0,493-0,801$ .

Представляет интерес содержание и характер распределения по профилю фракции тонкой пыли и ила (0,005–0,001 и < 0,001 мм). Общей закономерностью в распределении этих фракций по профилю является обогащение верхней части профиля тонкой пылью, а нижней части – илом. Распределение тонкой пыли по профилю элювиально-иллювиальное. Характер распределения ила по профилю указывает на утяжеление гранулометрического состава в нижней части профиля. Это может быть обусловлено элювированием профиля под влиянием нисходящего тока влаги вследствие усиления гидроморфизма изучаемой территории. Максимальное содержание ила по всему профилю наблюдается в разрезах 5 и 6, а минимальное – в разрезе 3 в пределах верхней части органофилия. Считаем, что подобное распределение этих фракций по профилю связано с декарбонизацией профиля.

Для подтверждения этого мы рассчитали коэффициенты корреляции послойного содержания фракции крупной пыли (0,01–0,05 мм), средней пыли (0,05–0,001 мм), тонкой пыли (0,005–0,001 мм) и ила (< 0,001 мм) с карбонатами – соответственно  $r^1$ – $r^4$  (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты парной корреляции послыоного содержания фракции крупной, средней и тонкой пыли и ила с карбонатами

Коэффициент корреляции	Слой, см					
	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–112
$r^1$	-0,073	0,002	-0,282	0,785	0,187	0,460
$r^2$	-0,085	-0,087	0,034	0,313	-0,046	-0,471
$r^3$	-0,817	-0,702	0,001	-0,798	-0,485	0,040
$r^4$	0,644	0,137	0,277	0,096	0,249	0,033

В связи с существенным декальцированием верхней части профиля почвы связь содержания крупной пыли с карбонатами наблюдается только в нижней части профиля в переходном горизонте ( $r^1 = 0,785$ ) и в почвообразующей породе ( $r^1 = 0,460$ ) и оценивается как соответственно тесная и слабая. Связь содержания фракции средней пыли с карбонатами выражена менее явно, она слабая в слое 33–66 см ( $r^2 = 0,313$ ) и слабая отрицательная – в почвообразующей породе –  $r^2 = -0,471$ . Связь содержания фракции тонкой пыли с содержанием карбонатов практически по всему профилю тесная в пределах гумусового горизонта –  $r^3 = -0,817 \dots -0,702$ , а в переходном горизонте снижается до слабой отрицательной –  $r^3 = -0,485$ . Наиболее тесная связь содержания ила с карбонатами выявлена только в слое 0–12 см ( $r^4 = 0,644$ ), вниз по профилю она снижается до слабой или отсутствует.

Несколько иные закономерности прослеживаются при расчетах парной корреляции по профилю почвы (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты парной корреляции по профилю почвы

Коэффициент корреляции	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
$r^1$	0,171	-0,247	-0,870	-0,874	-0,812	-0,819
$r^2$	-0,681	-0,259	-0,816	0,230	-0,337	0,602
$r^3$	-0,541	-0,294	-0,202	-0,397	-0,653	-0,068
$r^4$	0,903	0,606	0,808	0,762	0,859	0,634

Примечание: коэффициенты парной корреляции:  $r^1$  –  $S_{карб}$  – фракция крупной пыли;  $r^2$  –  $S_{карб}$  – фракция средней пыли;  $r^3$  –  $S_{карб}$  – фракция мелкой пыли;  $r^4$  –  $S_{карб}$  – фракция ила.

Как следует из представленных в таблице 3 данных, в разрезах 3–6 выявлена тесная отрицательная связь содержания фракции крупной пыли и карбонатов ( $r^1 = -0,812 \dots -0,874$ ). Связь содержания фракции средней пыли с карбонатами варьирует от очень слабой отрицательной и прямой в разрезах 2, 4 до отрицательной средней и слабой – в разрезах 1, 5 и средней – в разрезе 6. Связь содержания фракции тонкой пыли с карбонатами отрицательная средняя в разрезах 1, 5 и 6 и слабая отрицательная – в разрезе 4. Связь содержания ила и карбонатов варьирует от средней в разрезах 2, 6 до тесной – в остальных.

Полученные нами данные позволяют утверждать, что эволюция изучаемой почвы обусловлена прежде всего усилением процессов гидроморфизма территории и связанными с ними процессами выщелачивания и декальцирования профиля. Следствием этих процессов является существенная трансформация гранулометрического состава изучаемых почв. Как результат выщелачивания карбонатов из верхней части профиля наблюдается диспергирование крупной пыли, именно поэтому изменяется содержание и соотношение гранулометрических фракций, а также и характер их распределения по профилю. Он изменяется с равномерного типа на элювиально-иллювиальный. Профиль почвы существенно дифференцирован по содержанию всех гранулометрических фракций.

Существенной трансформации подвергся и органофиль изучаемых почв. Для черноземов типичных и обыкновенных характерны высокое содержание органического углерода и постепенно убывающий тип распределения по профилю (табл. 4).

Таблица 4. Содержание и характер распределения  $C_{орг}$  по профилю

Слой, см	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
0–12	4,31	4,94	4,33	4,83	4,79	4,16
12–22	4,02	5,01	4,58	4,64	4,44	4,41
22–33	3,40	3,44	3,25	3,56	4,31	3,92
33–66	2,09	4,26	1,93	2,80	3,24	2,28
66–82	2,31	2,48	1,31	1,32	1,76	1,86
82–121	1,07	1,26	0,79	0,72	0,88	1,64

Органофиль изучаемых почв разрезов 1, 5 и 6 трансформирован в наименьшей степени, а характер распределения  $C_{орг}$  по профилю близок к естественному – постепенно убывающему. Это наиболее наглядно представлено на рисунке 2. В разрезах 2–4 наблюдается резкое снижение содержания  $C_{орг}$  в средней части органофилия, т. е. эта часть заметно элювирована. Максимальная мощность органофилия отмечается в разрезах 1, 2, 5 и 6 (превышает 80 см), в остальных – значения мощности достигают 70 см.

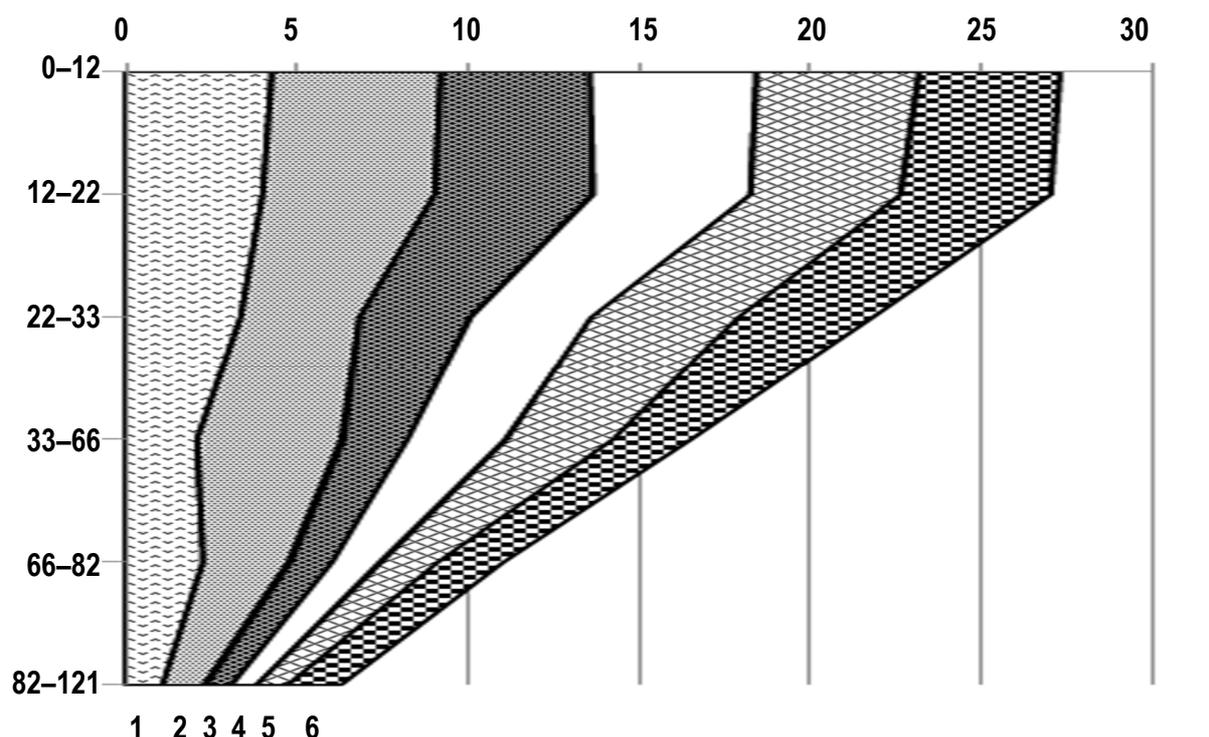


Рис. 2. Содержание и характер распределения по профилю органического углерода

На содержание и характер распределения органического углерода оказывают влияние многие параметры состояния почв. В основном это показатели физико-химического состояния, а также содержание свободных форм кальция. Гумусовые кислоты в присутствии кальция образуют малорастворимые гуматы кальция. Гумусовые вещества активно взаимодействуют с минеральной матрицей и закрепляются на ней. В сущности, для накопления гумусовых веществ важно наличие свободной поверхности на почвенных частицах [3, 4].

Считается, что основная часть  $C_{орг}$  закрепляется на илистой фракции. Характер превращения органического вещества определяется в первую очередь соотношением физической глины и физического песка. От содержания основных гранулометрических фракций сильно зависит не только глубина гумификации, но и фракционный состав гумуса. Физический песок обуславливает образование подвижных форм гумуса, а физическая глина способствует образованию стабильных малоподвижных форм гумуса [1].

Для выявления связи размеров частиц с закреплением на них гумусовых веществ мы рассчитали коэффициенты парной корреляции  $C_{орг}$  и гранулометрических фракций. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5. Коэффициенты парной корреляции содержания  $C_{орг}$  и гранулометрических фракций

Коэффициент корреляции	Разрез					
	1	2	3	4	5	6
$r^1$	0,146	0,098	0,309	0,956	0,900	0,843
$r^2$	0,454	0,599	0,781	0,157	0,173	0,108
$r^3$	0,603	0,738	0,617	0,189	0,787	0,535
$r^4$	-0,957	-0,791	-0,612	-0,859	-0,854	-0,876

Примечание: коэффициенты парной корреляции:  $r^1$  –  $C_{орг}$  – фракция крупной пыли;  $r^2$  –  $C_{орг}$  – фракция средней пыли;  $r^3$  –  $C_{орг}$  – фракция мелкой пыли;  $r^4$  –  $C_{орг}$  – фракция ила.

Выявлена слабая (разрез 3) и тесная связь (разрезы 4–6) содержания  $C_{орг}$  с фракцией крупной пыли – соответственно  $r^1$  0,309; 0,956; 0,900 и 0,846; средняя ( $r^2$  0,454; 0,599) в разрезах 1–2 и разрезе 3 сильная (0,781) связь содержания  $C_{орг}$  с фракцией средней пыли; средняя и сильная связь (за исключением разреза 4) содержания  $C_{орг}$  с фракцией тонкой пыли (соответственно  $r^3$  0,603; 0,738; 0,617; 0,787 и 0,535). Полученные данные дают основание утверждать, что основная масса  $C_{орг}$  закрепляется не на илистых частицах, а на частицах тонкой пыли. Об этом свидетельствует и выявленная тесная отрицательная связь содержания  $C_{орг}$  с илом –  $r^4$  варьирует в пределах 0,612–0,957.

Следует отметить, что важны не только размеры частиц, но и наличие свободных форм кальция. Для доказательства этого утверждения нами рассчитаны коэффициенты корреляции послойного содержания  $C_{орг}$  и  $CO_2$  карбонатов (представлены ниже).

Слой, см	0–12	12–22	22–33	33–66	66–82	82–112
$r$	0,530	0,108	0,917	-0,090	-0,844	-0,262

Установлена средняя и тесная связь содержания  $C_{орг}$  с  $CO_2$  карбонатов в слоях 0–12 и 22–33 см и сильная отрицательная связь в слое 66–82 см – соответственно  $r$  0,530; 0,917 и -0,844. Таким образом, в пределах органопрофиля содержание  $C_{орг}$  зависит от содержания  $CO_2$  карбонатов. Обратная зависимость содержания  $C_{орг}$  от содержания  $CO_2$  карбонатов наблюдается при расчете коэффициентов корреляции по профилю изучаемых почв (представлены ниже).

Разрез	1	2	3	4	5	6
$r$	-0,781	-0,793	-0,807	-0,892	-0,944	-0,598

Между содержанием  $C_{орг}$  и  $CO_2$  карбонатов выявлена тесная отрицательная связь:  $r$  варьирует в пределах 0,781–0,944 в разрезах 1–5, а в разрезе 6 она средняя отрицательная ( $r = -0,598$ ). Это тоже вполне объяснимый результат, так как в пределах органопрофиля карбонаты практически полностью выщелочены, содержание  $CO_2$  составляет от 0,08 до 0,16% в разрезах 1–5 и от 0,04 до 0,97% – в разрезе 6. При этом надо учитывать, что карбонатный горизонт в профиле почвы выполняет функцию геохими-

ческого барьера для гумусовых веществ. Поэтому выявленная нами тесная отрицательная связь содержания  $C_{орг}$  и  $CO_2$  карбонатов вполне закономерна [10].

### Выводы

Вследствие усиления гидроморфизма чернозем обыкновенный эволюционирует в чернозем выщелоченный. Процесс сопровождается трансформацией гранулометрического состава с явно выраженной диспергацией фракции крупной пыли, что подтверждается результатами математической обработки.

Установлено что разрушение крупной пыли обусловлено выщелачиванием карбонатов. Органофиль претерпевает существенную трансформацию, приводящую к его дифференциации.

Математическая обработка показала, что основная масса  $C_{орг}$  закрепляется на фракции тонкой пыли.

Доказано, что содержание и характер распределения  $C_{орг}$  по профилю связаны с содержанием и характером распределения карбонатов.

### Библиографический список

1. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО : монография / В.В. Абрикова, Д.А. Букреев, И.И. Васенёв и др. ; под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васенёва. – Курск : [б. и.], 1996. – 329 с.
2. Адерихин П.Г. Состав гумуса черноземов ЦЧО и его изменения при окультуривании / П.Г. Адерихин, Г.А. Шевченко // Агрехимия. – 1968. – № 5. – С. 82–89.
3. Ахтырцев Б.П. Изменение обыкновенного чернозема под воздействием 80-летнего дубового насаждения / Б.П. Ахтырцев // Почвоведение. – 1956. – № 11. – С. 50–58.
4. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Среднерусского Черноземья / Б.П. Ахтырцев, А.Б. Ахтырцев. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1993. – 212 с.
5. Вековая динамика, экологические проблемы и перспективы использования черноземов / А.П. Щербаков, И.И. Васенёв, Ф.И. Козловский, И.А. Крупеников, И.И. Лебедева, Д.И. Щеглов. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1996. – 26 с.
6. Глинка К.Д. Геология и почвы Воронежской губернии / К.Д. Глинка. – Воронеж : Ред.-изд. комитет Наркозема Средне-Черноземной обл., 1921. – 60 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
8. Стекольников К.Е. Карбонатно-кальциевый режим и гумусовое состояние черноземов лесостепи ЦЧЗ : дис. ... д-ра с.-х. наук : 03.02.13 / К.Е. Стекольников. – Воронеж, 2011. – 409 с.
9. Тумин Г.М. Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи / Г.М. Тумин. – Воронеж : Изд-во «Коммуна», 1930. – 40 с.
10. Щеглов Д.И. Черноземы Центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. – Москва : Наука, 1995. – 214 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александра Михайловна Саинчук – аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

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

Дата поступления в редакцию 18.11.2019

Дата принятия к печати 24.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Aleksandra M. Sainchuk, Postgraduate Student, 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.

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

Received November 18, 2019

Accepted after revision December 24, 2019

## АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ: СУЩНОСТЬ И МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ

Максим Сергеевич Трунов<sup>1</sup>  
Андрей Валерьевич Улезько<sup>1</sup>  
Татьяна Васильевна Савченко<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации, Воронеж

Адаптация экономических систем рассматривается как их изменение под воздействием внешней среды; отмечается, что интенсивность адаптационных процессов экономических систем напрямую зависит от уровня стабильности среды функционирования и способности управляемой подсистемы прогнозировать изменения этой среды; в качестве объектов адаптационных изменений, как правило, выделяют отдельные параметры системы, ее структуру, границы и совокупность целей развития; описание сущности категории «адаптивное управление» предлагается проводить через раскрытие функций этого специфического вида управления развитием экономических систем, выделяя при этом общесистемные, общеуправленческие и специфические функции адаптивного управления экономическими системами; исходя из сущности выделенных специфических функций адаптивное управление определяют как совокупность управленческих воздействий, связанных с корректировкой параметров системы, ее структуры, границ и целей развития, обеспечивающих поддержание оптимальной траектории развития системы и непрерывности ее воспроизводства в условиях нестабильной среды функционирования; механизм адаптации представляется как специальным образом организованная совокупность структурно-функциональных элементов, связанных с использованием инструментов и методов управления процессами адаптации и ориентированных на обеспечение адекватной реакции экономической системы на различного рода колебания среды функционирования и непрерывности процесса воспроизводства системы и ее подсистем; совокупность задач, реализуемых механизмом адаптации экономических систем, определяется исходя из функций адаптивного управления и специфики среды функционирования экономических систем; задача формирования адаптационного механизма относится к компетенции стратегического управления экономическими системами, поскольку устойчивость развития систем в значительной мере определяется эффективностью управления адаптационными изменениями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: управление, адаптация, адаптивное управление, функции, механизм адаптации.

## ADAPTIVE MANAGEMENT, ITS ESSENCE AND MECHANISM OF IMPLEMENTATION

Maksim S. Trunov<sup>1</sup>  
Andrey V. Ulez'ko<sup>1</sup>  
Tatiana V. Savchenko<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Voronezh

The adaptation of economic systems is considered as their change under the influence of external environment. It is noted that the intensity of adaptation processes of economic systems directly depends on the level of stability of the operation environment and the ability of the managed subsystem to predict changes in this environment. As a rule, the objects of adaptive changes include separate parameters of the system, its structure, boundaries and a set of development goals. It is proposed to describe the essence of the category of adaptive management through the disclosure of functions of this specific type of management of economic systems, while highlighting the system-wide, general management and specific functions of adaptive management of economic systems. Based on the nature of the identified specific functions adaptive management is defined as a set of managerial influences associated with adjusting the parameters of the system, its structure, boundaries and development goals that ensure the

maintenance of the optimal path of development of the system and the continuity of its reproduction in an unstable operation environment. The adaptation mechanism is presented as a specially organized set of structural and functional elements related to the use of tools and methods for managing the adaptation processes and focused on ensuring an adequate response of the economic system to various kinds of fluctuations in the operation environment and the continuity of reproduction of the system and its subsystems. The set of tasks implemented by the mechanism of adaptation of economic systems is determined based on the functions of adaptive management and the specifics of operation environment of economic systems. The task to form the adaptation mechanism is within the competence of strategic management of economic systems, since the sustainability of development of systems is largely determined by the efficiency of management of adaptation changes.

KEYWORDS: management, adaptation, adaptive management, functions, adaptation mechanism.

**У**правление экономическими системами традиционно рассматривается как осознанное воздействие управляющей подсистемы на управляемую подсистему, обеспечивающее достижение общесистемных целей. Нестабильность среды функционирования объективно обуславливает необходимость постоянной корректировки совокупности управляющих воздействий, позволяющих удерживать систему на оптимальной траектории развития и минимизировать затраты, связанные с достижением поставленных целей.

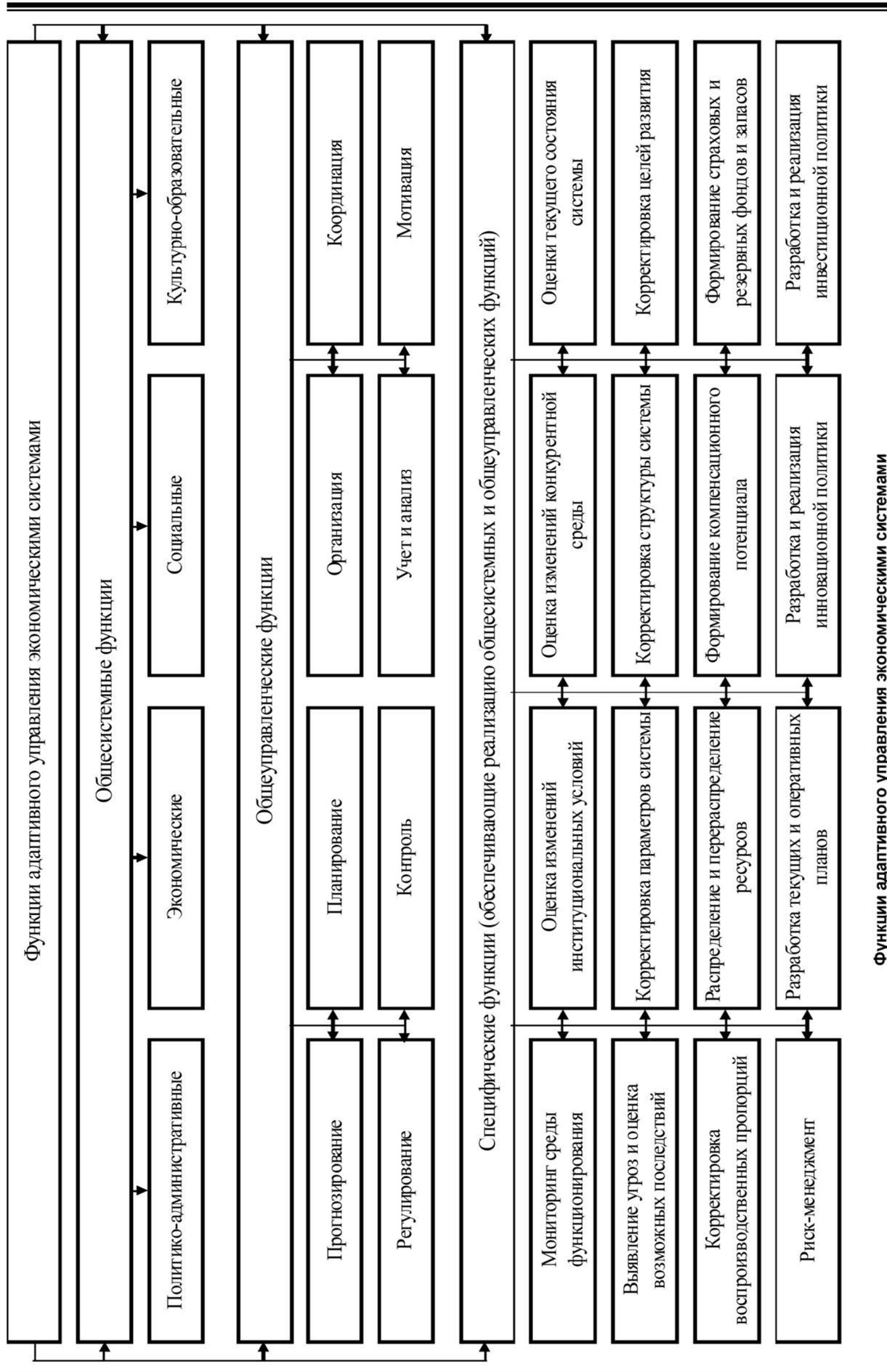
Процесс изменения экономических систем под влиянием изменений среды их функционирования принято называть адаптацией систем.

В современной экономической литературе адаптация трактуется и как процесс реакции системы и ее приспособления к изменениям среды функционирования, и как результат изменений системы в ответ на изменения внешней среды, и как результат деятельности по стабилизации траектории развития системы, и как специфический организационно-экономический ресурс, и как способность системы к самоорганизации и саморегулированию, и как закономерность эволюционного развития различных типов экономических субъектов, и как форма обеспечения устойчивых межсубъектных отношений взаимодействующих экономических систем на основе поддержания баланса индивидуальных и системных интересов, и как способ координации взаимодействия экономических систем по горизонтальным и вертикальным уровням иерархии [1, 2, 4–8].

Следует отметить, что интенсивность адаптационных процессов экономических систем напрямую зависит от уровня стабильности среды функционирования и способности управляемой подсистемы прогнозировать изменения этой среды (оценивать вероятность того или иного события и глубину возможных последствий). Очевидно, что корректировка структуры системы и ее отдельных параметров требует определенных затрат ресурсов, выводимых из процесса производства экономических благ и направляемых на формирование различных страховых, резервных и маневренных фондов и запасов, что в определенной мере снижает эффективность самого процесса производства и требует обоснования разумного компромисса между объемами ресурсов, используемых для формирования производственного потенциала системы, и ее адаптационного потенциала. При этом под адаптационным потенциалом понимается способность системы адекватно реагировать на изменения среды функционирования за счет ресурсов, осознанно выводимых из процесса воспроизводства.

В качестве объектов адаптационных изменений, как правило, выделяют отдельные параметры системы, ее структуру, границы и совокупность целей развития. Определение адаптации систем через изменения их параметров, структуры, границ и целей позволило ряду исследователей [10, 12–17] трактовать управление процессами адаптации экономических систем как особый случай управления изменениями.

Описание сущности категории «адаптивное управление» предлагается проводить через раскрытие функций этого специфического вида управления развитием экономических систем, выделяя при этом общесистемные, общеуправленческие и специфические функции адаптивного управления экономическими системами (см. рис.).



Исходя из сущности выделенных специфических функций адаптивное управление определяют как совокупность управленческих воздействий, связанных с корректировкой параметров системы, ее структуры, границ и целей развития, обеспечивающих поддержание оптимальной траектории развития системы и непрерывности ее воспроизводства в условиях нестабильной среды функционирования.

Обоснование управленческих решений, связанных с адаптацией экономических систем, и трансформация их в конкретные управленческие воздействия осуществляют посредством использования механизма адаптации (адаптационного механизма), представляющего собой специальным образом организованную совокупность структурно-функциональных элементов, связанных с использованием инструментов и методов управления процессами адаптации и ориентированных на обеспечение адекватной реакции экономической системы на различного рода колебания среды функционирования и непрерывности процесса воспроизводства системы и ее подсистем.

В нашем понимании адаптационный механизм представляется в виде набора инструментов, позволяющих осуществлять преобразования экономических систем в рамках обеспечения достижения установленных целей, адекватных конкретному этапу их эволюции, поддержания целостности системы в рамках непрерывного воспроизводственного процесса.

Некоторые авторы [19] предлагают трактовать адаптационный механизм как инструмент материализации управленческой среды, в рамках которой осуществляется процесс обоснования и принятия конкретных управленческих решений, связанных с изменением параметров и характеристик системы, и оказания необходимых управленческих воздействий. В рамках данного подхода выделяют три ключевых момента, определяющих функционал механизма адаптации. Первая часть функционала связана с формированием системы информационного обеспечения управления процессами адаптации, вторая – с обработкой информации об изменении внешней среды функционирования и самой системы и обоснованием необходимых управленческих решений, третья – с реализацией управленческих воздействий, связанных с корректировкой структуры и параметров управляемой подсистемы, обеспечивающей устойчивость ее развития. Такое структурирование функционала механизма адаптации предполагает выделение трех подсистем: информационной, алгоритмической и структурной. Информационная подсистема реализует функции непрерывного мониторинга внешней и внутренней среды функционирования, формирования информационного базиса управления процессами развития, выявления отклонений от оптимальной траектории развития. Алгоритмическая подсистема ориентирована на корректировку алгоритмов обоснования управленческих решений и методов управления, обеспечивающих адаптацию системы к изменениям содержания отдельных производственных задач и условиям их успешной реализации. Структурная подсистема связана с осуществлением комплекса организационно-управленческих мероприятий, направленных на изменение структуры системы, параметров ее отдельных элементов и их взаимосвязей.

Совокупность задач, реализуемых механизмом адаптации экономических систем, определяется исходя из функций адаптивного управления и специфики среды функционирования экономических систем [3, 9, 11, 20]. К числу ключевых задач, на реализацию которых ориентирован механизм адаптации, предлагается относить:

- мониторинг состояния и тенденций изменения среды функционирования;
- оценку вероятности и глубины возможных последствий тех или иных изменений среды функционирования;
- формирование информационного фонда, необходимого для принятия решений по выбору и корректировке оптимальной траектории развития системы;

- оценку вероятности рисков и неопределенности изменений среды функционирования и последствий наступления различных событий;
- оценку негативных влияний изменений среды функционирования на эффективность и устойчивость развития системы;
- моделирование возможных реакций системы на изменения среды функционирования;
- моделирование альтернативных траекторий развития системы и обоснование сценариев ее поведения;
- разработку системы стратегических, тактических и оперативных планов, описывающих альтернативные сценарии развития экономических систем при различных сценариях изменения среды функционирования;
- подбор эффективных инструментов и методов адаптации, позволяющих компенсировать негативное влияние изменений среды функционирования;
- оценку объема и структуры компенсационных ресурсов, направляемых на обеспечение адаптационных процессов;
- формирование компенсационно-адаптационного потенциала, обеспечивающего реализацию процессов адаптации;
- разработку мероприятий, компенсирующих негативное влияние изменений среды функционирования;
- осуществление управленческих воздействий, обеспечивающих реализацию адаптационных мероприятий;
- оценку эффективности реализации управленческих воздействий, направленных на обеспечение адаптации экономической системы к изменениям среды функционирования и др.

Адаптационный механизм представляет собой функциональный элемент организационно-экономического механизма экономической системы любого уровня, предназначенный для решения комплексной задачи обеспечения необходимого уровня эффективности и устойчивости развития системы и непрерывности воспроизводственного процесса на основе рационального использования ресурсов, выделяемых для компенсации негативных последствий прогнозируемых изменений среды функционирования и формирования необходимой инерции развития.

Задача формирования адаптационного механизма относится к компетенции стратегического управления экономическими системами, поскольку эффективность и устойчивость развития систем в значительной мере определяются эффективностью управления адаптационными изменениями.

---

### Библиографический список

1. Афанасьев М.А. Адаптация как процесс управления хозяйствующим субъектом / М.А. Афанасьев, О.В. Староверова, А.И. Уринцов // Вестник Московского университета МВД России. – 2016. – № 2. – С. 201–206.
2. Гавриловский А.В. Взаимосвязь задач эффективности управления и процесса адаптации предприятия к условиям рынка / А.В. Гавриловский // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2015. – № 3-1. – С. 237–241.
3. Галушко Е.С. Обоснование организационно-экономического механизма адаптации предприятия / Е.С. Галушко, С.А. Галушко // Вісник СевНТУ. – 2012. – № 130. – С. 43–47.
4. Гречко М.В. Адаптация как основа эволюции экономических систем / М.В. Гречко // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11, № 17 (302). – С. 13–23.
5. Дьячук П.П. Система управления процессом адаптации к проблемной среде / П.П. Дьячук, Л.В. Пустовалов // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 3-1 (33). – С. 144–148.
6. Завгородняя А.С. Регулирование как элемент адаптивного управления процессами сельскохозяйственного предприятия / А.С. Завгородняя // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 2 (42). – С. 56–60.
7. Капустян Л.А. Теоретические проблемы адаптации социально-экономической системы региона к изменяющимся условиям функционирования / Л.А. Капустян // Известия Алтайского государственного университета. – 2005. – № 2 (36). – С. 34–37.

8. Макаревич Л.О. Сбалансированное развитие экономических систем: сущность и принципы обеспечения / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 217–225.
9. Маторин С.И. Системно-объектное моделирование процессов адаптации и эволюции экономических систем / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2016. – № 4 (60). – С. 81–92.
10. Медведев А.В. Основы теории адаптивных систем : монография / А.В. Медведев. – Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. – 526 с.
11. Пастухова Е. Адаптация экономической системы к изменениям среды / Е. Пастухова // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 5. – С. 77–80.
12. Припотень В.Ю. Усовершенствование адаптационного процесса на предприятии / В.Ю. Припотень, Ю.В. Бородач, А.А. Штенкер // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4-1 (22). – С. 81–88.
13. Рожков М.Н. Основные категории адаптивного управления социально-экономическими системами / М.Н. Рожков // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. – 2010. – № 2. – С. 117–119.
14. Романенко А.В. Об особенностях адаптивного управления субъектом экономической системы / А.В. Романенко // Наука и бизнес: пути развития. – 2016. – № 3 (57). – С. 38–41.
15. 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.
16. Сизова Г.Г. Управление и адаптация как атрибуты формализованного описания процессов управления в сложных системах / Г.Г. Сизова // Проблемы экономики. – 2007. – № 6. – С. 144–146.
17. Тихобаев В.М. Менеджмент и количественные методы управления / В.М. Тихобаев, Ю.В. Фадеева // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2016. – № 1–1. – С. 290–294.
18. Улезько А.В. Теоретические аспекты процесса адаптации агроэкономических систем / А.В. Улезько, А.А. Тютюников // Экономические и правовые механизмы формирования стратегии развития предпринимательских структур в условиях финансового кризиса : сб. науч. труд. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2009. – С. 14–19.
19. Ходырев В.В. Совершенствование технологий управления в социально-экономических системах на основе механизмов адаптации / В.В. Ходырев // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : сб. труд. науч. и учеб.-практ. конф. – Санкт-Петербург : СПбПУ, 2017. – С. 165–171.
20. Черников Б.В. Адаптивные организационные системы и их моделирование / Б.В. Черников, С.Н. Антончиков // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9, ч. 1. – С. 243–252.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Максим Сергеевич Трунов – аспирант кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: maksim-trunov11@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.

Татьяна Васильевна Савченко – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела предпринимательства и кооперации ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации», Россия, г. Воронеж, e-mail: niieoapk-opik@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 28.10.2019

Дата принятия к печати 08.11.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Maxim S. Trunov, 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: maksim-trunov11@mail.ru.

Andrey V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Tatiana V. Savchenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief Research Scientist, the Division of Entrepreneurship and Cooperation, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: niieoapk-opik@yandex.ru.

Received October 28, 2019

Accepted after revision November 08, 2019

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Иван Михайлович Четвертаков<sup>1</sup>  
Валентина Петровна Четвертакова<sup>2</sup>  
Сергей Иванович Четвертаков<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Воронежский институт экономики и социального управления

<sup>3</sup>Аналитическое агентство IHS Markit, Германия

Появление все более сложных производственных систем требует существенного совершенствования управления ими. В настоящее время теория управления не полностью соответствует запросам широкой практики и не позволяет эффективно решать многие задачи, в связи с чем теория управления хозяйственных систем требует своего дальнейшего развития. При своем зарождении и развитии почти до конца XX в. управление не было тесно связано с теорией систем, социологией и психологией труда, что существенно снижало его эффективность, поскольку это было больше искусством, чем наукой. Практическая необходимость повышения уровня управления требует более тесной увязки всех этих направлений. Целью настоящего исследования является уточнение и углубление основных понятий и положений теории управления, разработка рекомендаций по совершенствованию управления производственными системами. В процессе выполнения работы применялись системный подход, диалектический, абстрактно-логический и расчетно-конструктивный методы исследования. В ходе работы проведен критический анализ многочисленных понятий управления, даны авторские определения категорий «система» и «управление», принципов управления. Проведена оценка методов управления и обоснована необходимость более широкого использования социально-психологических методов. Для получения информации и использования выводов из нее при решении управленческих задач рекомендованы конкретные социальные опросы и психологические тесты. Определены условия рационального формирования и эффективного использования стимулирования и мотивации труда. Предложены меры, направленные на улучшение оценки и отбора работников, и прежде всего руководителей и специалистов сельского хозяйства. Сделаны выводы о повышении значения управления в условиях современной экономики. Углублены теоретические аспекты науки управления, которые вместе с предложенными авторами мерами позволяют совершенствовать управление сельскохозяйственным производством.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: система, управление, принципы, методы, тесты, оценка, отбор.

## MANAGEMENT AND THEORETICAL ASPECTS OF ITS IMPROVEMENT

Ivan M. Chetvertakov<sup>1</sup>  
Valentina P. Chetvertakova<sup>2</sup>  
Sergey I. Chetvertakov<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Voronezh institute for the economy and social control

<sup>3</sup>Intelligence Agency IHS Markit, Germany

The emergence of more and more complex production systems requires a significant improvement in their management. At present the theory of management does not fully comply with the requirements of widespread practices and does not allow solving many problems efficiently. In this respect the theory of management of economic systems requires its further development, as its origin and evolution until the end of the XX<sup>th</sup> century was not closely connected with the theory of systems, sociology and psychology of labor. This significantly reduced the efficiency of management, since it was more an art than a science. The practical necessity of improving the level of management requires a closer alignment of all these areas. The objective of this study is to clarify and enhance the basic concepts and provisions of the management theory and to develop some recommendations for improving the management of production systems. In the course of study the authors used various research methods, including the system approach, the dialectic, abstract-logical, and computational-constructive methods. The authors also present a critical analysis of different concepts of management with the definitions of the categories of the «system», «management», and principles of management. The management methods have been assessed and the need for a

wider use of socio-psychological methods has been substantiated. Specific social surveys and psychological tests are recommended to obtain the information and use its results to solve the management tasks. The authors have determined the conditions for the rational formation and effective use of labor stimulation and motivation. Certain measures are proposed to improve the assessment and selection of staff, primarily the managers and agricultural specialists. It is concluded that management has an increasing importance in the modern economy. The authors have enhanced the theoretical aspects of management science that alongside with the measures proposed by the authors allow improving the management of agricultural production.

KEYWORDS: system, management, principles, methods, tests, assessment, selection.

**М**ир – это совокупность самых разнообразных систем. В процессе их развития возникают новые проблемы и задачи, которые необходимо решать. Под воздействием внешних и внутренних факторов возникают отклонения в структуре и функциях отдельных элементов и подсистем. Для устранения неблагоприятных отступлений от нормы, оптимизации путей и средств достижения конечных целей, повышения эффективности функционирования и темпов развития систем необходимо управление.

Создание и использование все более специфических форм организации производства и труда, интеграция и глобализация экономики существенно усложняют производственные системы, что требует адекватного им менеджмента. Между тем управление остается больше искусством, поскольку использует достаточно общие знания, что в сложившейся ситуации увеличивает риски и потери в области управления сложными социально-экономическими системами. Развитие теории и практики управления создаст конкурентные преимущества, возможность ускорения темпов экономического и социального развития. Исходя из этого целью настоящего исследования является углубление и уточнение основных понятий и положений теории управления, разработка рекомендаций по совершенствованию управления производственными системами на основе современных научных методов.

Категория «управление» многозначное и разноплановое понятие, имеющее философские, психологические, педагогические и иные аспекты, и поэтому активно анализируется и по-разному трактуется представителями разных научных направлений.

С середины 50-х гг. XX века в качестве науки управления выдвинулась кибернетика. «Кибернетика – это наука об общих принципах управления, о средствах управления и об использовании их в технике, в человеческом обществе и в живых организмах» [4, 12]. Постепенно стало ясно, что она имеет существенно меньший спектр действия, нежели заявлено. На роль аналога категории «управление» претендует также «менеджмент», который имеет большое количество определений, но все-таки является менее универсальным понятием.

Наиболее кратким из имеющихся определений является следующее: менеджмент – это выполнение дела посредством других людей [14, с. 168]. Кроме того, «... управление – это еще и умение добиваться поставленных целей, направляя труд, интеллект, мотивы поведения людей, работающих в организации» [7, с. 10]. По нашему мнению, многое остается неясным относительно сущности и содержания данного понятия.

В литературе существует множество определений категории «управление». Например, управление – сознательное целенаправленное воздействие со стороны государства, экономических субъектов на людей и экономические объекты, осуществляемое с целью направить их действия в нужное русло и получить желаемые результаты [2]. В целом это верное определение, хотя оно, по нашему мнению, носит слишком общий характер.

Также не раскрывается суть данного понятия и в другом определении: «Управление производством – это непрерывный процесс, обеспечивающий реализацию целей организации по выпуску продукции, на основе создания необходимых условий для его эффективного протекания» [9, с. 67]. По мнению американских ученых М. Мескона,

М. Альберта и Ф. Хедоури, «...управление – это функция, вид деятельности по руководству людьми в самых разнообразных организациях, область человеческого знания, помогающая осуществить эту функцию» [6]. Здесь не раскрывается содержание процесса управления и данные определения носят слишком узкий характер, поскольку не включают управление материальными ресурсами производства [11].

Оксфордский словарь предлагает следующие трактовки управления (management – англ.): 1) выполнение функций планирования, организации и руководства любым предприятием; 2) в собирательном значении – те люди в организации, которые выполняют эти функции [15]. Здесь первая формулировка не дает цельной характеристики понятию. Во втором определении выделены отдельные функции управления, которые не исчерпывают всего содержания данной категории.

Понятие «управление» тесно связано с понятием «система». В ранее опубликованных работах мы дали следующее определение: «Система – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, взаиморасположение и функции которых подчинены эффективному осуществлению общей для них цели (главной функции)» [12, с. 8]. Исходя из системного подхода мы определили, что управление представляет совокупность целенаправленных, согласованных и взаимодополняющих воздействий управляющей подсистемы на управляемую по поддержанию и совершенствованию ее структуры и функций, повышению интенсивности деятельности, росту организованности, надежности и эффективности функционирования всей системы в целом.

В данном определении, в отличие от существующих, раскрывается механизм и содержание управленческих воздействий. И хотя понятие управления шире, а конкретные влияния разнообразнее, но их подробное рассмотрение выходит за рамки требований к определению. Так, например, в отдельных случаях воздействие управляющей подсистемы может быть выгодной только для нее самой и с ущербом для управляемой подсистемы и системы в целом. Подобным образом воздействуют коррумпированные структуры на экономику региона или той или иной страны. Это, по сути, лжеуправление, которое носит деструктивный, регрессивный характер и управляемая подсистема должна иметь механизм различения и защиты против причиняющих ей вред «управленческих» воздействий.

Начиная со времен исследований А. Файоля в науке предложено достаточно много основных правил организации эффективного управления. На основе их критического анализа и собственного творческого подхода нами разработана и предлагается следующая система принципов эффективного управления:

- 1) соответствие квалификации и личностных качеств управленческих работников специфике и сложности решаемых задач;
- 2) наличие рациональной структуры управления, полностью адекватной управляемой подсистеме;
- 3) оптимальное распределение управленческих обязанностей, прав и ответственности между отдельными руководителями и специалистами;
- 4) использование высокодейственной системы трудовых стимулов работников управления, направление которых совпадает со стратегическими целями управляемого предприятия или другого объекта;
- 5) организация сбора достаточно полной и объективной информации о процессах и изменениях в управляемой подсистеме и окружающей среде;
- 6) эффективная система выработки и реализации управленческих решений с учетом последних научных достижений и перспектив развития объекта управления;
- 7) высокий уровень организации, контроля и координации функционирования управляемой и управляющих подсистем.

Полнота реализации принципов, да и эффективность самого управления во многом определяются методами как способами, приемами воздействия субъекта управления на его объект. Традиционно в качестве основных методов управления, прежде всего социального, считаются административные (организационно-распорядительные), экономические и социально-психологические методы.

Если рассматривать использование этих методов в историческом аспекте, то при рабовладельческом строе центральное место в управлении занимали административные методы, где воздействие осуществляется через команду, приказ, распоряжение. Они действуют и в настоящее время, но кроме всего означенного выше еще реализуются через трудовые договоры с работниками, профессиональные обязанности, разработанные администрацией распорядки рабочего дня, нормы труда, а иногда нормы, кодексы поведения работников той или иной профессии. Действуя в обязательном и принудительном порядке, эти методы больше, чем другие, могут задеть самолюбие, обидеть работника, вызвать неприятие управленческих воздействий, которые от приказов и распоряжений могут перейти к замечаниям, выговорам, переводам на более низкую должность, увольнениям с работы и т. п.

При переходе от рабовладельческого к феодальному и капиталистическому строю в управлении существенно усилилось влияние экономических методов управления, которые превратились в доминирующие. Основываясь на знании потребностей и экономических интересов работников, они достаточно эффективно воздействуют, если повышение основной зарплаты, хозрасчетного дохода, доплат и премий персонала тесно увязано с достижением целей и задач предприятия: увеличением объемов производства продукции, снижением издержек, ростом валового дохода, прибыли. Значение и влияние данных методов особенно велико в условиях не очень высокого уровня зарплаты и доходов большинства граждан на постсоветском пространстве, поскольку это основа удовлетворения большинства потребностей населения.

Социально-психологические методы являются наиболее щадящими и не носят принудительного характера, как административные, поскольку действуют через убеждение работников, личный пример и образец поведения в лице руководителей. В то же время они наиболее тонкие, требуют такта и знаний социологии и психологии трудового поведения конкретных членов коллектива. Это создает необходимость использования социально-психологических методов исследования: наблюдение за поведением, анкетирование, тестирование, проведение социометрических опросов, бесед и т. п. Полученные в ходе таких исследований личностные характеристики и портреты членов коллектива позволяют эффективно применять не только социально-психологические, но и организационно-распорядительные и экономические методы управления.

Так, на основе оценки работниками административных методов управления их можно существенно улучшить. Определение в ходе социологического опроса потребностей, ценностей и предпочтений работников по отношению к различным стимулам позволит повысить эффективность системы оплаты труда и мотивации персонала. Выяснение с помощью психологических тестов индивидуальных типологических и личностных свойств работников дает возможность наиболее адекватно распределять их по рабочим местам, а в совокупности с данными социометрического опроса, где устанавливаются симпатии – антипатии, неформальные группы, лидеры, рационально формировать первичные трудовые коллективы (группы, звенья, бригады, цеха), найти лучших руководителей ими. В подавляющей массе предприятий этот инструментальный сейчас не применяется. Это ведет к ошибкам в расстановке работников, в формировании трудовых коллективов, к ухудшению морального микроклимата, что проявляется в увеличении количества конфликтов, снижении производительности труда и удовлетворенности трудом.

Важное значение в любом учреждении имеет правильное определение цели и вытекающих из нее задач деятельности. Цель – это желательное будущее состояние или результат развития организации. Цели определяют направление планирования, организационные отношения, стимулирование и стратегические решения организации. Целеполагание является основной функцией руководителя и важным этапом управленческой деятельности. Оно заключается в выборе цели учреждения, разделении ее на подцели и их координации.

Наиболее общая цель – это миссия организации. Она может выступать как философия предприятия, а в узком аспекте – раскрывать смысл ее существования. Миссия организации должна отражать интересы общества, собственников, сотрудников, контрагентов, населения, выражать направления функционирования организации. Она определяет цели и задачи организации.

Традиционно важным в теории является рассмотрение функций управления. Функция – это тот или иной вид управленческой деятельности по воздействию на управляемую подсистему, объект. Основными функциями управления, на наш взгляд, являются: обработка управленческой информации, ее анализ, выработка и принятие управленческих решений, планирование организации исполнения, стимулирование, регулирование, координирование трудовой деятельности, контроль за исполнением.

Трудно отдать приоритет какой-либо функции управления, поскольку на различных этапах развития экономики и науки их значение менялось. Так, во второй половине XX в. существенно усовершенствовалось планирование на основе появления и развития экономико-математического моделирования. Впоследствии стали возникать сомнения в высокой научной ценности полученных на ЭВМ расчетов [1]. К специальным (вспомогательным) функциям можно отнести оценку, отбор и подбор персонала, представительство, ведение переговоров, получение информации.

В целом управление – это специфическая деятельность человека, которая включает:

- 1) получение информации об управляемой подсистеме и внешнем окружении как можно более полной и точной, ее обработку, анализ, оценку, выявление узких мест, причины низкой производительности труда и эффективности, размера резервов;
- 2) выработку решений и планирование их реализации;
- 3) доведение решений до исполнителей (подразделений), организацию исполнения, регулирование;
- 4) контроль на основе получения оперативной информации хода исполнения решений, корректировку решений;
- 5) подведение итогов выполнения, анализ и оценку достигнутых результатов, уточнение решений.

В ходе первого цикла производства, как правило, элементы управляющей подсистемы несколько раз воздействуют на управляемую. Паузы между воздействиями заполнены сбором информации, ее анализом, принятием решений, регулированием.

Рациональная организация управляющей подсистемы требует установления научно обоснованной структуры управления, которая представляет совокупность служб, групп отдельных работников управления и взаимосвязи между ними. Это материальная основа для функционирования управляющей подсистемы. Связи могут быть горизонтальные – на одном иерархическом уровне, вертикальные – межуровневые. Они также могут быть линейными – между лицами, полностью отвечающими за деятельность организации или ее подразделений, и функциональными – по тем или иным функциям. Управленческие работники наделяются определенными полномочиями и ответственностью. Полномочия – это право использовать ресурсы организации и направлять деятельность подчиненных. Ответственность – это необходимость решать задачи и отвечать за качество их решения.

Основные правила построения структур управления включают следующие принципы:

- системного подхода;
- соответствия управляющей подсистемы управляемой;
- оптимизации, централизации и децентрализации;
- управляемости, то есть количество подчиненных должно обеспечивать эффективное выполнение руководителем своих функций;
- адаптивности, то есть приспособляемости;
- экономичности, то есть минимизации управленческих затрат, экономном использовании всех ресурсов.

Организационная структура предприятия – это совокупность его подразделений различного иерархического уровня с системой взаимосвязей по вертикали и горизонтали. Организационная структура должна отражать специализацию, цели и задачи предприятия. Она должна быть простой и оптимальной по размерам элементов и количеству связей. Ее сложность определяется количеством дивизионов, отделений, участков, бригад, отрядов, уровней иерархии, количеством специалистов.

Организационные структуры могут существенно варьировать в зависимости от размеров предприятия, холдинга, фирмы, специализации или диверсификации. Организационная структура должна разрабатываться на основе научных методов и с учетом различных факторов. В сельскохозяйственных предприятиях должно учитываться и количество населенных пунктов на территории учреждения, расстояние между ними, качество дорог.

Для достижения целей управления большое значение имеет мотивация персонала. К сожалению, в экономической литературе и реальной производственной деятельности мотивацию часто отождествляют со стимулированием, не делая между ними различий. Хотя стимулирование труда представляет совокупность внешних опосредованных воздействий на работника с целью придания желательного для учреждения характера трудового поведения человека. Это проходит успешно в тех случаях, если руководители и специалисты хорошо знают потребности, интересы и ценности конкретных работников и стараются их удовлетворить через систему стимулов, увязанных с решением текущих задач организации и достижением ее промежуточных и конечных целей.

Лишь при совмещении внутренних побудителей человека с системой внешних стимулирующих воздействий у работника формируется мотивационное ядро трудового поведения, совпадающее как с его ценностями, так и целями предприятия. В этом случае мотивы мобилизуют персонал не только на удовлетворение собственных потребностей, но и добросовестную, творческую и инициативную трудовую деятельность.

К сожалению, в большинстве производственных предприятий не изучают и недостаточно точно знают потребности, интересы и ценности своего персонала. Это, а также недостаточное знание социально-психологических закономерностей не позволяет разработать адекватные стимулы и точно спрогнозировать поведенческую реакцию работников на них. Соответственно большой редкостью в производстве является использование эффективной системы стимулирования и мотивации работников.

Снижают производственные показатели и увеличивают текучесть кадров, как правило, заработок ниже ожидания исполнителей, который к тому же зачастую сочетается с несправедливым распределением коллективного фонда оплаты труда. Немало способствуют этому и неудовлетворительные условия работы, плохая организация производства и труда, изношенное оборудование, слабая связь размеров вознаграждения с результатами трудовой деятельности, неблагоприятный морально-психологический климат в коллективе, отсутствие возможностей для творчества, непредсказуемость карьерного роста и перспектив работы в конкретном предприятии.

Для повышения производственной и экономической эффективности работы предприятия, улучшения качества трудовой жизни всех работников руководителям и специалистам необходимо не просто уделять данным вопросам больше внимания, а поставить их решение на более высокий научный уровень на основе широкого использования социально-психологических методов.

В трудовой деятельности нередко одна из установок является ведущей. Причем для работников различных социальных групп на первый план выступают разные установки. Среди всех мотивов трудовой деятельности особое место занимает его оплата, поскольку чем выше заработок работника, тем полнее он и члены его семьи удовлетворяют целый ряд своих потребностей в материальных и духовных благах. Для развития трудовой активности важное значение имеет система оплаты труда и распределения доходов предприятия.

На мотивы отношения к труду, кроме производственных, заметное влияние оказывают и другие стороны жизни человека: семейное положение и наличие детей, увлечения работника, состояние его здоровья, возраст и т. п., что в управлении редко когда учитывается. Экономические реформы, как правило, были направлены на изменение мотивов трудового поведения, снижения значимости одних и повышения значимости других более важных для общества и предприятий в новом периоде развития.

Воздействие на персонал в процессе управления осуществляется на основе власти, авторитета, лидерства. Лидер – это человек, обладающий авторитетом (уважением) в данном коллективе и оказывающий существенное влияние на его деятельность. При назначении человека руководителем он принимает властные полномочия и становится формальным лидером. Кроме этого, в коллективе может быть работник, обладающий высокими профессиональными и нравственными качествами. Он лучше других понимает состояние и проблемы трудового коллектива, отстаивает интересы работников и в силу этого становится неформальным лидером, поскольку задает тон поведения членов трудового коллектива.

Формальный лидер – руководитель воздействует на коллектив через предоставленные ему официальные полномочия. Неформальный лидер воздействует на коллектив своим примером, убеждением. Он опирается также на признание его большей частью коллектива и на своих последователей. Бывает лидер инструментальный, то есть в деловых отношениях, а может быть лидер экспрессивный – в межличностных отношениях. Лидер формирует мнение коллектива, поскольку задает нравственные нормы и ценности. Неформальный лидер является символом, арбитром, координатором и контролером в коллективе.

Руководитель наделен властью и полномочиями распоряжаться материальными, финансовыми и трудовыми ресурсами. Он имеет возможность влиять на поведение подчиненных ему работников принуждением, стимулированием, убеждением, личным примером. У него больше, чем у кого-то другого, возможности стать и реальным, то есть неформальным лидером. Но часто он им не становится, если высшее руководство на подчиненные им посты выдвигает не самых профессиональных и порядочных, а стоворчивых и гибких.

Вследствие этого набор, отбор и адаптация персонала имеет большое значение. В современной экономической литературе данному вопросу уделяется достаточное внимание [8], но коренного изменения требует организация оценки и отбора кадров непосредственно в производстве. В большинстве учреждений оценка кадров осуществляется формально, прежде всего на основе документов об окончании тех или иных учебных заведений, за которыми очень часто скрываются недостаточные для работы знания и умения. В отдельных крупных фирмах при отборе применяют и тесты, но

большинство их оценивают лишь отдельные и далеко не самые важные профессиональные и личностные качества, что также не позволяет добиться объективного и эффективного отбора персонала.

Для улучшения отбора необходима разработка комплексных тестов оценки персонала как по профессиональным, так и по личностным качествам, а руководителей и специалистов еще и по управленческим знаниям и способностям. Эти тесты должны иметь не общий, а специализированный характер по профилям и профессиям.

Для отбора руководителей и специалистов сельского хозяйства нами разработаны и апробированы тесты оценки профессиональных, личностных и управленческих качеств агрономов, зоотехников, экономистов и руководителей сельскохозяйственных предприятий [10]. Комплексное решение данной проблемы в аграрном секторе требует разработки идентичных тестов для оценки агроинженеров, бухгалтеров, ветврачей и широкое их применение в производстве.

Устойчивое управление в одном стиле в течение продолжительного времени способствует формированию определенной организационной культуры. Организационная культура – это система ценностей, норм, стандартов поведения, межличностных отношений, установившихся в учреждении и направленных на контроль и координацию поведения членов коллектива. Персонал организации является носителем ее культуры.

Различают организационную культуру, обращенную внутрь себя, или интравертную и обращенную во внешнее окружение, или экстравертную. Организационная культура включает нравственные нормы и ценности, традиции и обычаи, стили руководства, деловой этикет, символику. Организационная культура выполняет следующие основные функции:

- 1) интегративную – сплочения сотрудников в единый коллектив, единую команду;
- 2) ориентирующую на определенные образцы восприятия и поведения, принятые в учреждении;
- 3) регулирующую восприятие и поведение в традициях фирмы [3].

Управление организационной культурой предполагает ее формирование, укрепление, развитие. Организационная культура связана с национальной культурой, культурой руководителя, специалистов, историей фирмы. Высокая организационная культура повышает эффективность деятельности трудового коллектива, качество трудовой жизни персонала.

Частью корпоративной культуры является организационное поведение. Организационное поведение – это взаимодействие людей внутри организации, взаимоотношения с другими организациями. Как наука оно позволяет выяснить причины, цели, мотивы, последствия того или иного поведения. Все это помогает установить проблемы межличностных, межгрупповых отношений, гармонизировать их для повышения эффективности совместной деятельности, улучшения морального климата в коллективе.

Большое значение в управлении трудовыми коллективами имеет умение справляться с конфликтными ситуациями и формировать сплоченный трудовой коллектив. Взаимные противодействия людей, в основе которых лежат противоречия, представляет конфликт. Противоречия могут быть действительными и иллюзорными, объективными и субъективными. Основанием для конфликта могут служить расхождение интересов различных подразделений организации, различие в ценностях и оценках производственных ситуаций работниками. Наряду с этим причиной конфликтных ситуаций могут выступать личные качества работников: недисциплинированность, низкая культура общения, неуважение к окружающим, лень и т. п.

Элементами конфликта выступают: 1) участники конфликта, важнейшей характеристикой которых является их влияние; 2) объект, вызвавший к жизни данную конфликтную ситуацию; 3) инцидент – совокупность действий оппонентов в процессе конфликта. Внутриорганизационные конфликты могут быть производственными и личностными (сфера межличностных отношений). Особым видом деловых конфликтов являются трудовые споры. Это разногласия между рабочими и администрацией предприятия из-за недобросовестного отношения к труду и нарушения трудового права.

Конфликты могут быть и позиционные, основанные на противоположности производственных задач различных групп работников. Они могут быть горизонтальными (между коллегами) и вертикальными (между подчиненными и руководителями). Конфликты могут выполнять положительную и отрицательную функцию. Положительную – в случае, если в конфликте побеждают добросовестные и инициативные работники, и отрицательную, если выигрывают подхалимы, недобросовестные работники с низким уровнем профессиональной подготовки.

Хотя в конфликте сталкиваются отдельные лица, часто они являются представителями групп, подразделений, организаций. Руководитель не должен устраняться от конфликта или «загонять его внутрь». Урегулирование конфликта состоит в выяснении интересов и целей участников конфликта, отделении его причин от повода, выборе эффективных способов разрешения. Внутриорганизационный конфликт может быть разрешен путем взаимного признания своей части вины и примирения, признания вины одной из сторон конфликта, механического уничтожения конфликта, связанного с увольнением из организации или переходом в другое подразделение хотя бы одного из участников конфликта.

Для повышения эффективности управления большое значение имеет своевременное и качественное выполнение всех его функций. Сюда можно отнести организацию производства, технико-экономическое планирование и анализ, принятие управленческих решений, технологическую подготовку, оперативное руководство и координацию деятельности, организацию ведения бухгалтерского учета и финансовой деятельности, контроль за качеством продукции и выполнением управленческих решений и т. п. Все эти функции в тех или иных объемах, соотношениях и на тех или иных объектах распределяются между различными управленческими звеньями, отдельными руководителями и специалистами. Рациональная организация управляющей подсистемы требует установления научно обоснованной структуры управления, которая представляет определенный состав управленческих звеньев, отдельных руководителей и специалистов, а также их связи и отношения.

В заключение необходимо отметить, что значение управления производственными системами в условиях глобализации экономики и бурного развития крупных агрохолдингов в АПК РФ существенно возросло, а это требует дальнейшего углубленного исследования его теоретических и прикладных аспектов.

### Библиографический список

1. Адамеску А. Современные проблемы макроэкономического прогнозирования и управления эффективностью / А. Адамеску // Экономист. – 2019. – № 2. – С. 45–48.
2. Борисов А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Книжный мир, 2010. – 860 с.
3. Веснин В.Р. Теория организации и организационного поведения : учебник / В.Р. Веснин. – Москва : Проспект, 2014. – 472 с.
4. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер ; пер. с англ. – 2-е изд. – Москва : Советское радио, 1968. – 326 с.
5. Закшевская Е.В. Менеджмент : учебное пособие / Е.В. Закшевская, С.Н. Коновалова, Р.П. Белолипов. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 439 с.
6. Мескон М. Основы менеджмента (Management) / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури ; пер. с англ. – Москва : Дело, 1997. – 704 с.
7. Управление организацией : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / Г.Л. Азоев и др. ; под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2014. – 734 с.
8. Управление персоналом : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии» / В.М. Бугаков и др. ; под ред. В.П. Бычкова. – Москва : ИНФРА-М, 2012. – 237 с.
9. Управление производством : учебник для вузов по специальности «Менеджмент организации» / Н.А. Саломатин и др. ; под ред. Н.А. Саломатина. – Москва : ИНФРА-М, 2001. – 217 с.
10. Четвертаков И.М. Оценка профессиональных, управленческих и личностных качеств руководителей и специалистов сельского хозяйства / И.М. Четвертаков, Р.И. Четвертаков // Вестник кадровой политики аграрного образования и инновации. – 2003. – № 8. – С. 15-16.
11. Четвертаков С.И. Управление интегрированными формированиями в свеклосахарном подкомплексе АПК : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С.И. Четвертаков. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 172 с.
12. Четвертакова В.П. Теоретические основы организации систем, экономического роста и ценообразования : монография / В.П. Четвертакова, И.М. Четвертаков. – Воронеж : Истоки, 2008. – 170 с.
13. Философская энциклопедия ; под ред. В.Ф. Константинова. Т. 2. – Москва : Советская энциклопедия, 1962. – 576 с.
14. Kowalski R. The paradoxes of management with particular reference to the conduct of Development Assistance / R. Kowalski // International Journal of Management Concepts and Philosophy. – 2006. – Vol. 2, No. 2. – Pp. 168–182.
15. Meaning of management in English // LEXICO Dictionary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lexico.com/definition/management> (дата обращения: 17.06.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Михайлович Четвертаков – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: 926559@list.ru.

Валентина Петровна Четвертакова – доктор экономических наук, профессор кафедры региональной экономики и менеджмента МОАУ ВО «Воронежский институт экономики и социального управления», Россия, г. Воронеж, e-mail: 4668899@list.ru.

Сергей Иванович Четвертаков – кандидат экономических наук, доктор философии Геттингенского университета, товарный аналитик Аналитического агентства IHS Markit, Германия, e-mail: sergey.chetvertakov@ihsmarkit.com.

Дата поступления в редакцию 16.11.2019

Дата принятия к печати 22.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan M. Chetvertakov, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: 926559@list.ru.

Valentina P. Chetvertakova, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Regional Economics and Management, Voronezh Institute of Economics and Social Management, Russia, Voronezh, e-mail: 4668899@list.ru.

Sergey I. Chetvertakov, Candidate of Economic Sciences, Doctor of Philosophy, Göttingen University, Commodity Analyst, Intelligence Agency IHS Markit, Germany, e-mail: sergey.chetvertakov@ihsmarkit.com.

Received November 16, 2019

Accepted after revision December 22, 2019

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ САДОВОДСТВА

Константин Семенович Терновых  
Александр Николаевич Черных  
Наталья Викторовна Леонова  
Елена Дмитриевна Кузнецова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведенный анализ научной литературы показал, что использование оптимизационных моделей для обоснования развития отрасли плодоводства осуществляется на разных уровнях. При этом чаще всего в экономико-математических моделях (ЭММ) учитываются только технологические процессы формирования и функционирования молодого и плодоносящего сада без привязки к возможностям собственного плодopитомниководства, а в некоторых случаях – и без увязки с перерабатывающими подразделениями. Нередко обосновываются только параметры отрасли садоводства, хотя в современных условиях производство плодов и ягод в ЦЧР осуществляется одновременно с функционированием и полеводства, и животноводства. Сотрудники ВГАУ выполнили исследования, применив комплексный подход, базирующийся на системном анализе и учете всех направлений производственно-финансовой деятельности. В результате проведенных исследований был разработан методический подход к оптимизации прогнозных параметров развития садоводства, учитывающий все отрасли садоводческих предприятий. В качестве объекта исследования было выбрано ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября», являющееся одним из передовых предприятий Липецкой области. ЭММ по оптимизации параметров развития имеет блочно-диагональную структуру, в которой блоками представлены отрасли (растениеводство с разбивкой на полеводство и садоводство, переработка продукции садоводства, животноводство) и связи между ними. Более детально выявлены особенности организации производства в садоводстве, которые отражены по подотраслям (питомниководство, плодоносящий сад) и переработке плодов и ягод. Оптимизация прогнозных параметров развития была осуществлена в трех сценариях (консервативном, базовом, оптимистическом). Приоритетный оптимистический сценарий развития агрофирмы позволяет к 2025 г. увеличить размер прибыли от реализации продукции садоводства по сравнению с 2017 г. в 1,7 раза, уровень рентабельности – на 58,7 п.п., а в целом по агрофирме – на 109,4 п.п.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методический подход, садоводческое предприятие, экономико-математическая модель, сценарии развития, оптимистический сценарий.

## METHODOLOGICAL APPROACH TO OPTIMIZING THE PARAMETERS OF DEVELOPMENT OF HORTICULTURE

Konstantin S. Ternovykh  
Aleksandr N. Chernykh  
Natalia V. Leonova  
Elena D. Kuznetsova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The analysis of scientific literature showed that optimization models are used at different levels to substantiate the development of fruit production industry. In these cases the economic-mathematical models (EMM) most often take into account only the technological processes of formation and functioning of a young and fruit-bearing garden without the reference to the possibilities of the on-site fruit tree nursery and in some cases even without coordination with processing units. It is not uncommon that only the parameters of horticultural industry are justified, although in modern conditions fruits and berries in the Central Chernozem Region are produced simultaneously with the functioning of both field cropping and livestock farming. Research scientists of Voronezh State Agrarian University have carried out studies using an integrated approach on the basis of system analysis and taking into account all areas of production and financial activities. As a result of these studies a methodological approach was developed in order to optimize the forecast parameters of horticulture development taking into account all industries of horticultural enterprises. The object of research was ZAO «Agrofirma named after 15 years of October», which is one of the leading enterprises in Lipetsk Oblast. The EMM for optimizing the parameters of development has a block-diagonal structure, in which the industries are represented by blocks

(crop farming represented by field cropping and horticulture; processing of horticultural products; livestock farming) with the relationships between them. The authors have given a more detailed view of peculiarities of organizing the horticultural production reflecting them by subsectors (nursery, fruit-bearing garden) and processing of fruits and berries. Optimization of forecast parameters of development was performed in three scenarios (conservative, basic, and optimistic). By 2025 compared to 2017 the preferred optimistic scenario of development of the agricultural firm allows increasing the profit on sales of horticultural products by 1.7 times, the level of profitability by 58.7 percentage points, and by 109,4 percentage points for the agricultural firm in general. KEYWORDS: methodological approach, horticultural enterprise, economic and mathematical model, development scenarios, optimistic scenario.

**М**етодические подходы к обоснованию параметров развития сельскохозяйственных предприятий, занимающихся производством плодов и их дальнейшей переработкой, развивались во взаимосвязи с функционированием самой отрасли плодоводства, а также с организацией ее основных технологических процессов с учетом требований времени. Если в XX в. актуальным был вопрос формирования концептуальных основ организации доходного плодоводства с учетом его размещения на территориях, характеризующихся благоприятными условиями и наличием трудовых ресурсов, то на современном этапе больше внимания уделяется соотношению пород и сортов плодовых насаждений, обеспечению отрасли средствами защиты, рациональному использованию материально-технической базы, формированию маркетинговой деятельности и др. Исследования данных явлений и процессов базировались на статистических методах (сравнений, средних показателей, динамических рядов), к которым в дальнейшем добавились критерии эффективности плодоводства.

Следует также отметить, что, начиная с 50-х гг. прошлого столетия, традиционные методические подходы к агроэкономическим исследованиям процессов организации садоводства базировались на методах экспериментальных наблюдений, экспертных оценок, группировок, прогнозирования и планирования, которые широкомасштабно и целенаправленно использовали специалисты профильных научных учреждений, а впоследствии, в 70–80-е гг., внедряли методы корреляционного и регрессионного анализа и линейного программирования.

В 90-е годы XX в. переход на рыночные отношения для многих садоводческих предприятий был равнозначен катастрофе, большинство специализированных хозяйств обанкротились, а отрасль пришла в упадок. В результате реформ научно-исследовательские программы были сокращены до минимума, на десятилетия растянулся поиск новых концептуальных подходов к обоснованию формирования системы перспективного обеспечения производства современными ресурсами и направлений эффективного их использования, а также рационального ассортимента производимой продукции, конкурентоспособной на отечественном и зарубежных рынках [2].

Эффективными инструментами научных исследований стали методы экономико-математического моделирования, с помощью которых предприятия оперативно и всесторонне оценивали свою действующую и перспективную специализацию, сортовой и породный состав, применение существующих и потенциальных технологий производства, структуру сада и питомников, возможности создания плодоперерабатывающих подразделений, полноту использования и необходимость привлечения ресурсов для максимизации дохода от производственной деятельности [2, 10].

Проведенный анализ современной научной литературы и результатов исследований показал, что использование оптимизационных моделей для обоснования развития отрасли плодоводства осуществляется на разных уровнях – от непосредственно субъектов предпринимательской деятельности до обоснования развития плодовой отрасли регионов и государства в целом.

Так, симплексный метод экономико-математического моделирования использовался в трудах А.С. Кудашкина и А.И. Колобовой при разработке региональной комплексной целевой программы развития плодово-ягодного подкомплекса Республики

Алтай. Предложенная авторами модель состоит из блоков, характеризующих один из видов технологического процесса (уборки, хранения, переработки), и направлена на максимизацию прибыли. Исходными переменными в модели являлись объемы производства, затраты участников технологической цепи, цены реализации продукции, а искомыми неизвестными – относительные величины использования продукции садоводства [4].

В исследованиях С.С. Ильясовой предложена модель создания районного агропромышленного холдинга на базе профильных предприятий и нескольких садоводческих хозяйств, определяющая оптимальную структуру производства в холдинге с целью получения максимального экономического эффекта (прибыли) при наиболее полном использовании имеющихся и дополнительно привлекаемых производственных ресурсов. В качестве переменных в задаче приняты площади плодовых культур, объемы хранения плодов и продукции их переработки, объемы прямой реализации и продаж из хранилищ, объемы переработки, объемы продукции переработки, потенциальное увеличение производства и хранения, а также стоимость товарной продукции холдинга и понесенные затраты [3].

Д.М. Горловым и А.Г. Прудниковым проведены исследования в области оптимизации сортового состава насаждений яблони в специализированном хозяйстве Краснодарского края с целью получения максимума прибыли от продажи яблок. За переменные авторами были взяты площади плодоносящего сада определенного сорта, которые участвуют в ограничениях по общей площади закладки сада и отдельных сортов, по объему производства яблок, по выручке и затратам в разрезе сортов и в целом по хозяйству [1].

В работе Т.М. Павлюковой для принятия решения об оптимальном сочетании насаждений использованы методы экономико-математического моделирования. В рамках авторского подхода разработана экономико-математическая модель по оптимизации структуры сада, в которой в качестве критерия оптимальности принята максимизация накопленного сальдо денежных потоков от операционной и инвестиционной деятельности. За основные неизвестные принимаются удельные веса насаждений определенного вида в структуре сада и накопленное сальдо денежных потоков за отдельно взятый год. Ограничениями являлись пределы насыщения сада отдельными видами плодовых насаждений и ягодников, всей площади сада, по формированию накопленного годового сальдо денежных потоков по саду [8].

Для определения оптимальных производственных параметров садоводства С.А. Кулев использует экономико-математическую модель с определением двойственных оценок в отношении производственных ресурсов и цен реализации, направленную также на максимизацию получаемой прибыли. Данная модель имеет блочно-диагональную структуру, где в качестве отдельных блоков представлены садоводство и совокупность дополнительных отраслей (растениеводство и животноводство), причем в блоке садоводства выделяются две подсистемы: производство плодов и их распределение. Ограничения связующего блока отражают связи между основными блоками, регулируют использование ресурсного потенциала всего предприятия, а также позволяют определить его финансовое положение. Оптимальные решения не только определяют направления структурных сдвигов, обеспечивающих эффективное функционирование исследуемых систем, но и позволяют сделать вывод об устойчивости предлагаемых вариантов развития специализированных садоводческих хозяйств [5].

Сравнительный анализ описанных экономико-математических моделей по оптимизации функционирования садоводческих предприятий показал, что чаще всего в них учитываются только технологические процессы формирования и функционирования молодого и плодоносящего сада без привязки к возможностям собственного плододопитомниководства и в некоторых случаях – и без увязки с перерабатывающими под-

разделениями вследствие их отсутствия. Также нередко обосновываются только параметры отрасли садоводства, хотя в современных условиях производство плодов и ягод в Центрально-Черноземном регионе осуществляется одновременно с функционированием и полеводства, и животноводства [7, 10].

С целью определения оптимальных параметров развития садоводческих предприятий сотрудники экономического факультета Воронежского ГАУ выполнили исследования, применив комплексный подход, базирующийся на системном анализе и учете всех направлений производственно-финансовой деятельности. В результате проведенных исследований был разработан методический подход к оптимизации прогнозных параметров развития садоводства, учитывающий все отрасли садоводческих предприятий. В качестве объекта исследования было выбрано ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября», являющееся одним из передовых предприятий в организации садоводства и обеспечивающее наибольший удельный вес в производстве плодово-ягодной продукции Липецкой области.

В настоящее время ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» стало одним из крупнейших не только в Липецкой области, но и в Центральном Черноземье, зарекомендовав себя надежным поставщиком высококачественной и экологически безопасной садоводческой продукции. При этом характерная для современного этапа растущая агрессивность влияния внешней среды функционирования и продолжающиеся антироссийские санкции западных стран стимулируют данное специализированное садоводческое предприятие заниматься производством и реализацией продукции других отраслей, в том числе и «конкурирующих» с отраслью садоводства. В частности, анализируемое предприятие производит зерновые и технические культуры, занимается выращиванием племенного крупного рогатого скота и, тем не менее, по-прежнему остается специализированным садоводческим.

Поскольку отраслевая структура предприятия включает такие отрасли, как растениеводство с разбивкой на полеводство и садоводство, животноводство и переработку продукции садоводства, то была выбрана блочно-диагональная экономико-математическая модель по оптимизации параметров развития.

Особенностями разработанной для оптимизации параметров развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» модели являются:

- комплексный подход к обоснованию параметров развития садоводческих предприятий, учитывающий влияние на результативность их деятельности других отраслей сельскохозяйственного производства – полеводства и животноводства;
- обоснование всех стадий взаимосвязанного процесса воспроизводства отрасли садоводства внутри предприятия: питомник – продуктивный сад – реализация/переработка;
- поиск оптимального ассортимента продукции переработки с определением объемов требуемого для консервирования сырья по сортам и по каждому виду продукции переработки и загрузки производственных мощностей;
- учет специфики технологического процесса производства и вида сырья для каждого вида переработки, используемой рецептуры и тары;
- учет рекомендуемых агротехнических пределов насыщения по сортовому составу плодоносящего сада;
- ограничение работы перерабатывающего подразделения, связанное со спецификой налогообложения предприятия, его масштабами и эффективностью работы других отраслей сельскохозяйственного производства исследуемого объекта [9].

При прогнозировании стратегических параметров садоводческих предприятий особое внимание уделено обоснованию входной информации, касающейся как отрасли садоводства, так полеводства и животноводства.

Специализированными для отрасли садоводства и важными для организации питомника, сада и планирования направлений использования произведенной продукции были следующие исходные данные:

- возможный ассортимент плодово-ягодных культур по видам и сортам;
- планируемый срок эксплуатации плодоносящего сада и плантаций по видам;
- уровень урожайности плодово-ягодных культур в разрезе видов и сортов;
- выход саженцев с 1 га питомника по видам и сортам плодово-ягодных культур;
- плотность посадки саженцев для закладки сада по видам многолетних насаждений;
- максимальные размеры площадей, выделяемых предприятием под питомник, плодоносящий сад и ягодные плантации;
- соотношения внутри плодоносящего сада по сортовому составу;
- детальная информация о применяемой рецептуре: вид сырья для переработки, выход продукции на 1 ц сырья, соотношение между основными в целом, основными и дополнительными ингредиентами, затраты дополнительных компонентов на единицу сырья или единицу готовой продукции, концентрация дополнительных ингредиентов;
- материально-денежные затраты на выращивание 1 тыс. саженцев;
- материально-денежные затраты без учета стоимости саженцев на 1 га плодоносящего сада или плантации;
- специфика используемой тары для упаковки продукции переработки: вид упаковки, объем упаковки, себестоимость 1 тыс. шт.;
- возможные направления использования каждого вида и сорта плодово-ягодной продукции;
- материально-денежные затраты на производство 1 ц продукции переработки без стоимости сырья и тары;
- цены реализации саженцев многолетних насаждений, плодово-ягодной продукции по видам и сортам, продукции ее переработки – по видам;
- мощность перерабатывающего подразделения.
- используемые технологии в садоводстве, уровень интенсификации;
- стадии закладки сада;
- типы подвоев и привоев;
- применяемая техника;
- имеющиеся площади для хранения [6].

В итоге разработанная ЭММ представлена отдельными блоками: полеводство, садоводство, животноводство и переработка, переменными по которым являются разные элементы производственной деятельности садоводческого предприятия, что находит выражение в использовании нескольких их групп.

Блок садоводства в садоводческих предприятиях требует более детального изучения, так как является основополагающим для исследования, поэтому переменные, связанные с данной отраслью, разделены по подотраслям (питомниководство, плодоносящий сад, перерабатывающие производства).

Кроме переменных, характеризующих процесс агропромышленного производства в садоводческих предприятиях в натуральном выражении, имеются переменные, отражающие стоимостные показатели производственно-коммерческой деятельности предприятия. К ним отнесены размер материально-денежных затрат и стоимости товарной продукции как в целом по предприятию, так и в разрезе каждого блока.

Связующий блок представлен ограничениями по определению стоимости товарной продукции сельского хозяйства и отдельно стоимости товарной продукции переработки, а также по определению производственных затрат по предприятию.

В качестве критерия оптимальности принята сумма прибыли от производственно-коммерческой деятельности, определяемая как разность между стоимостью товарной продукции и материально-денежными затратами.

Размер разработанной и реализованной экономико-математической модели составил  $481 \times 199$ , она реализована в Microsoft Excel с помощью надстройки Opensolver.

Оптимизация прогнозных параметров развития агрофирмы была осуществлена в трех сценариях (табл. 1).

**Таблица 1. Сценарии развития садоводческого предприятия**

<b>Консервативный</b>	<b>Базовый</b>	<b>Оптимистический</b>
Предполагает снижение урожайности всех сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур на 15–20% в связи с прогнозируемым ухудшением климатических условий. Выявляет возможности анализируемого садоводческого предприятия «выживать» в критических условиях, а также наиболее устойчивые направления сельскохозяйственного производства, в т. ч. производства плодово-ягодных культур.	Основывается на среднем за последние шесть лет уровне продуктивности сельскохозяйственных земель и на сложившейся организации и размерах производства предприятия по всем отраслям. Предусмотрены точки роста исследуемого предприятия, выявлены скрытые резервы повышения эффективности сельскохозяйственного производства и прежде всего в садоводстве и продукции его переработки.	Предполагает максимально возможные благоприятные природно-климатические условия для деятельности предприятия, в связи с чем прогнозируется рост урожайности всех возделываемых сельскохозяйственных культур и плодово-ягодных насаждений на 5–10% от среднегодовой за последние 6 лет. Планируется нарастить производство продукции переработки до предела мощностей перерабатывающего подразделения.

Проведенный анализ результатов решения задачи свидетельствует, что различные уровни урожайности сельскохозяйственных культур по сценариям развития исследуемого предприятия обуславливают проектные изменения в структуре использования пашни и площади многолетних насаждений.

Предложенный оптимистический сценарий развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» на 2025 г., основывающийся на повышении продуктивности многолетних насаждений и работы цеха переработки плодов и ягод на полную мощность, позволит увеличить размер прибыли по сравнению с 2017 г. в 1,7 раза, а уровень рентабельности – на 58,7 п.п.

В итоге уровень рентабельности продукции переработки прогнозируется выше фактического значения на 7,6 п.п. при консервативном сценарии, на 19,6 п.п. – при базовом и в 6 раз – при оптимистическом сценарии (табл. 2) [6].

**Таблица 2. Определение экономической эффективности садоводства и продукции его переработки в ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

<b>Показатели</b>	<b>2017 г.</b>	<b>Сценарии</b>		
		<b>консервативный</b>	<b>базовый</b>	<b>оптимистический</b>
Производственные затраты, тыс. руб. всего	332 275	357 253	377 803	401 677
в т. ч. в садоводстве	256 305	278 576	281 582	289 198
в переработке	75 970	78 676*	96 221*	112 478*
Сырье, тыс. руб.		30 533	30 533	29 689
Выручка от реализации, тыс. руб. всего	550 660	660 569	823 999	1 185 979
в т. ч. в садоводстве	450 466	520 277	647 655	716 120
в переработке	100 194	140 292	176 344	469 859
Уровень рентабельности по предприятию, %	65,72	84,90	118,10	195,26
в садоводстве	75,75	86,76	130,01	147,62
в переработке	31,89	39,51	51,54	191,34

Примечание: \*без стоимости сырья.

Оптимистический сценарий развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября», основывающийся на повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий и работы цеха переработки предприятия на полную мощность, позволяет увеличить размер прибыли по сравнению с 2017 г. в 3,5 раза, а уровень рентабельности – почти в 3 раза.

Базовыми факторами, участвующими в анализе эффективности деятельности предприятия, являются величина баланса денежных потоков во все периоды его деятельности, суммарная аккумулированная величина денежных потоков от производственной и инвестиционной деятельности.

В рамках исследования был произведен расчет экономической эффективности проекта внедрения интенсивной технологии при производстве плодов и ягод, основанный на методе дисконтирования денежных потоков. Чистый дисконтированный доход (NPV) к концу прогнозируемого периода составит 132,76 млн руб., а внутренняя норма доходности за тот же период – 40,1%, дисконтированный срок окупаемости проекта – 2,5 года (табл. 3).

**Таблица 3. Обоснование экономической эффективности внедрения интенсивных технологий в садоводстве ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

Показатели	Годы					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Инвестиционные затраты, млн руб.	41,74	41,74	56,09	56,09	9,13	9,13
Выручка, млн руб.	387,75	421,760	472,37	529,06	592,54	711,05
Текущие затраты, млн руб.	347,27	398,42	344,32	410,10	403,02	432,71
Денежный приток, млн руб.	387,75	421,76	472,37	529,06	592,54	711,05
Денежный отток, млн руб.	389,02	440,17	400,42	466,19	412,15	441,85
Чистый денежный поток, млн руб.	(1,27)	(18,41)	71,96	62,86	180,39	269,21
Коэффициент дисконтирования	0,64	0,55	0,48	0,41	0,35	0,31
Чистый дисконтированный поток, млн руб.	(0,81)	(10,17)	34,26	25,80	63,83	82,12
Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн руб.	(63,08)	(73,25)	(38,99)	(13,18)	50,64	132,76
Дисконтированный срок окупаемости PP, лет	2,45					
Внутренняя норма доходности, %	40,1					

В базовом сценарии предприятие обеспечивает производство товарной продукции на 100 сельскохозяйственных угодий больше, чем в 2017 г., на 38,3%, прибыли в том же расчете – в 2,1 раза. Уровень рентабельности в оптимистическом сценарии составит 157,5%, что выше фактических показателей на 109,4 п.п. (табл. 4).

**Таблица 4. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

Показатели	2017 г.	Сценарии		
		консервативный	базовый	оптимистический
Производство на 100 га сельскохозяйственных угодий:				
товарной продукции, тыс. руб.	9432	10 379	13 047	17 348
в т. ч. продукции садоводства	7464	8430	10 732	11 634
прибыли, тыс. руб.	3062	4433	6585	10 610
в т. ч. продукции садоводства	2980	3870	6370	9870
Уровень рентабельности, %	48,1	74,6	101,9	157,5

Таким образом, реализация описанной в общем виде экономико-математической модели позволяет определить оптимальные размеры всех отраслей предприятия, включая и садоводство, найти объемы производимой и реализуемой продукции с максими-

зацией чистого дохода, а также детально прогнозировать развитие отрасли садоводства: площади питомника по видам и сортам многолетних насаждений, объемы производства и реализации, внутреннего использования и переработки саженцев, плодов и ягод, а также объемы производства продукции переработки с необходимым количеством ингредиентов и тары.

### Библиографический список

1. Горлов Д.М. Повышение производства плодов и экономико-экологической эффективности плодородства в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края : монография / Д.М. Горлов, А.Г. Прудников. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 203 с.
2. Егоров Е.А. Эволюция агроэкономических исследований в плодородстве / Е.А. Егоров, Ж.А. Шадрина, Г.А. Кочьян // Плодородство и виноградарство Юга России. – 2011. – № 11 (5). – С. 119–132.
3. Ильясова С.С. Совершенствование экономических взаимоотношений плодородящих предприятий на основе формирования интегрированного плодородящего агропромышленного объединения / С.С. Ильясова // Балтийский гуманитарный журнал. – 2014. – № 2. – С. 61–64.
4. Кудашкин А.С. Оптимизация параметров развития садоводства в регионе / А.С. Кудашкин, А.И. Колобова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8 (94). – С. 138–143.
5. Кулев С.А. Оптимизация параметров развития специализированных садоводческих хозяйств : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С.А. Кулев. – Воронеж, 1996. – 22 с.
6. Леонова Н.В. Основные направления повышения экономической эффективности садоводства : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Н.В. Леонова. – Воронеж, 2019. – 174 с.
7. Минаков И.А. Стратегия инновационного развития садоводства Российской Федерации : монография / И.А. Минаков. – Мичуринск : Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2013. – 114 с.
8. Павлюкова Т.М. Стратегия устойчивого развития специализированных садоводческих предприятий : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Т.М. Павлюкова. – Воронеж, 2005. – 21 с.
9. Терновых К.С. Оптимизация параметров эффективного развития отрасли садоводства / К.С. Терновых, Н.В. Леонова, Е.Д. Кузнецова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 182–189.
10. Улезько А.В. Имитационное моделирование как инструмент исследования агроэкономических систем / А.В. Улезько, А.П. Курносков, А.А. Тютюников // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 8. – С. 28–30.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Константин Семенович Терновых – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Александр Николаевич Черных – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: cherniyh.56@yandex.ru.

Наталья Викторовна Леонова – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: natalya-demcheva@yandex.ru.

Елена Дмитриевна Кузнецова – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: broga@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 20.11.2019

Дата принятия к печати 22.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Konstantin S. Ternovykh, Doctor of Economic Sciences, Professor, Meritorious Scientist of the Russian Federation, Head of the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: organiz@agroeco.vsau.ru.

Aleksandr N. Chernykh, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: cherniyh.56@yandex.ru.

Natalia V. Leonova, Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: natalya-demcheva@yandex.ru.

Elena D. Kuznetsova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: broga@yandex.ru.

Received November 20, 2019

Accepted after revision December 22, 2019

## БИЗНЕС-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ МОНЕТАРНОЙ ОЦЕНКИ ТРУДОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Роман Викторович Нуждин<sup>1</sup>  
Оксана Георгиевна Стукало<sup>1</sup>  
Надежда Викторовна Кондрашова<sup>2</sup>  
Геннадий Николаевич Струков<sup>1</sup>  
Наталья Викторовна Леонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет

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

Для получения объективной информации об уровне оплаты труда персонала и принятия на ее основе действенных управленческих решений (в том числе кадровых) разработаны аналитические процедуры монетарной оценки трудовой составляющей предприятия. Монетарную оценку предложено проводить последовательно посредством реализации четырех аналитических процедур сравнения среднемесячной заработной платы персонала (оценки уровня соответствующих индикаторов) с установленным минимальным размером оплаты труда (индикатор  $x_1$ ), прожиточным минимумом (индикатор  $x_2$ ), средним размером оплаты труда по региону (индикатор  $x_3$ ) и средним размером оплаты труда по виду экономической деятельности (индикатор  $x_4$ ). Апробация аналитических процедур проведена на примере восьми сахарных заводов Воронежской области, входящих в группу компаний «Продимекс», за шестилетний период с 2012 по 2017 г. Установлено, что значения индикаторов  $x_1$  и  $x_2$  по всем исследуемым предприятиям существенно превышали минимальный уровень – 1 ед., что свидетельствует об экономической нецелесообразности использования МРОТ и прожиточного минимума в качестве критериальных параметров и мотивационных инструментов: во-первых, значения данных показателей не соответствуют уровню экономического развития региона и не обеспечивают удовлетворение реальных потребностей трудоспособного населения; во-вторых, их применение для проверки соблюдения требований законодательства корректно только на индивидуальном уровне, а не в масштабах всего предприятия. Результаты оценки индикатора  $x_3$  позволили сделать вывод о том, что уровень оплаты труда персонала на сахарных заводах ниже, чем в среднем по региону в 82% наблюдений. На основании информации, полученной на отраслевом уровне (индикатор  $x_4$ ), сделан вывод об отсутствии единого подхода к вознаграждению персонала за труд на всех предприятиях, в том числе входящих в один холдинг.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АПК, перерабатывающие предприятия, трудовая составляющая, оплата труда, монетарная оценка, аналитические процедуры.

## BUSINESS ANALYTICAL PROCEDURES FOR MONETARY ASSESSMENT OF LABOR COMPONENT IN PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Roman V. Nuzhdin<sup>1</sup>  
Oksana G. Stukalo<sup>1</sup>  
Nadezhda V. Kondrashova<sup>2</sup>  
Gennadiy N. Strukov<sup>1</sup>  
Natalia V. Leonova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies

<sup>2</sup>Voronezh State University

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

In order to obtain objective information about the level of staff remuneration and to make effective management decisions (including personnel solutions) on its basis, the authors have developed analytical procedures for monetary assessment of labor component of enterprises. It was proposed to perform the monetary assessment sequentially through the implementation of four analytical procedures for comparing the average monthly salary (assessing the level of relevant indicators) with the established minimum labor remuneration (indicator  $x_1$ ), cost of living (indicator  $x_2$ ), average wage in the region (indicator  $x_3$ ), and average wage by type of economic activity (indicator  $x_4$ ). Analytical procedures were tried and tested on the example of eight sugar factories belonging to the Prodimex Group of Companies in Voronezh Oblast over a six-year period from 2012 to 2017. It was established that in all the studied enterprises the values of indicators  $x_1$  and  $x_2$  significantly exceeded the minimum level of 1 unit, which indicates the economic inexpediency of using the minimum wage and the cost of living as criteria parameters and motivation tools. First, the values of these indicators do not correspond to the level of economic development of the region and fail to address the real needs of the working-age population. Secondly, their application to verify compliance with the legal requirements is correct only at the individual level, and not across the whole enterprise. The results of assessment of indicator  $x_3$  led to the conclusion that the level of wages of personnel at sugar factories is lower than the regional average in 82% of cases. Based on the information obtained at the industry level (indicator  $x_4$ ) it is concluded that there is no uniform approach to staff remuneration for labor in all enterprises, including those belonging to one holding.

KEYWORDS: Agro-Industrial Complex, processing enterprises, labor component, labor remuneration, monetary assessment, analytical procedures.

**Т**радиционный подход к оценке трудовой составляющей базируется на необходимости выполнения динамического монетарного соотношения – темпы роста производительности труда (в стоимостном выражении) опережают темпы роста расходов на оплату труда [1, 2]. Данная позиция имеет ряд недостатков, не позволяющих в полной мере использовать вознаграждение за труд как инструмент мотивации персонала. Во-первых, динамическое соотношение, по нашему мнению, должно выполняться, если размер оплаты труда персонала находится на должном уровне и обеспечивает возможность достойной жизни работника. Во-вторых, ежегодный рост производительности труда в натуральном выражении ограничен техническими возможностями перерабатывающих предприятий АПК. Поэтому уровень результатов его монетарной оценки в большей степени определяется ценами на готовую продукцию, в сравнении с которыми на практике не наблюдается паритетной динамики расходов на оплату труда. При этом различные субъекты с учетом их специфических целей и задач заинтересованы в разносодержательной информации об уровне оплаты труда:

- государственные органы, осуществляющие контроль в области трудового права – в результатах сопоставления с МРОТ и прожиточным уровнем для выявления фактов несоблюдения действующего законодательства;

- потенциальные работники и персонал – в результатах регионального сопоставления для выбора наиболее выгодных условий трудовых отношений;

- предприятия-работодатели – в результатах регионального и отраслевого сопоставления для выработки мер по привлечению и удержанию наиболее квалифицированных кадров;

- ИФНС – в результатах отраслевого сравнения для оценки добросовестности предприятия-налогоплательщика [3].

Таким образом, минимальный объем аналитических процедур монетарной оценки трудовой составляющей (табл. 1) должен предусматривать не только сравнение уровня оплаты труда с МРОТ и прожиточным минимумом (для проверки соблюдения требований действующего законодательства РФ), но и сравнение уровня оплаты труда на региональном и отраслевом уровнях (для оценки конкурентоспособности предприятия-работодателя на соответствующем рынке труда и рисков, связанных с потерей квалифицированных кадров, а также с проверками контролирующих органов).

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Таблица 1. Аналитические процедуры монетарной оценки трудовой составляющей

Процедура	Методика расчета индикатора	Информационная база	Характеристика соотношений
1. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала с МРОТ – индикатор $x_1$	$x_1 = \frac{\text{ЗП ср.мес.}}{\text{МРОТ}}$ $\text{ЗП ср.мес.} = \frac{\text{ФОТ}}{\text{Чср.} \times 12}$ <p><b>ЗП ср. мес.</b> – среднемесячная заработная плата персонала, руб.;</p> <p><b>ФОТ</b> – фонд оплаты труда (сумма начисленной заработной платы за год), руб.;</p> <p><b>Чср.</b> – среднесписочная численность работников за год, чел.;</p> <p><b>МРОТ</b> – минимальный размер оплаты труда, руб.</p>	<p><b>ФОТ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздел 6 «Затраты на производство», Пояснения к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах [13];</li> <li>- ф. № 1-предприятие (раздел 6 «Расходы на производство и продажу продукции (товаров, работ, услуг») [13].</li> </ul> <p><b>Чср.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сведения о среднесписочной численности работников за предшествующий календарный год (форма КНД 1110018) [9].</li> <li>- ст. 133 Трудового кодекса РФ [16].</li> </ul> <p><b>МРОТ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Федеральный закон от 28.12.2017 г. № 421-ФЗ [10];</li> <li>- Федеральный закон от 19.06.2000 г. № 83-ФЗ [11].</li> </ul>	<p><math>x_1 &lt; 1</math> – требования законодательства не выполняются;</p> <p><math>x_1 \geq 1</math> – требования законодательства выполняются.</p>
2. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала с прожиточным минимумом – индикатор $x_2$	$x_2 = \frac{\text{ЗП ср.мес.}}{\text{MIN}}$ <p><b>MIN</b> – прожиточный минимум трудоспособного населения, руб.</p>	<p><b>MIN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Федеральный закон от 24.10.1997 г. № 134-ФЗ [12].</li> </ul>	<p><math>x_2 &lt; 1</math> – уровень оплаты труда не покрывает стоимость базовой потребительской корзины;</p> <p><math>x_2 \geq 1</math> – уровень оплаты труда покрывает стоимость базовой потребительской корзины.</p>
3. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала со средним размером оплаты труда по региону – индикатор $x_3$	$x_3 = \frac{\text{ЗП ср.мес.}}{\text{ЗП рег.}}$ <p><b>ЗП рег.</b> – среднемесячная заработная плата работников по региону, руб.</p>	<p><b>ЗП рег.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций в 2000–2017 гг., стат. сб. Федеральной службы государственной статистики [15].</li> </ul>	<p><math>x_3 &lt; 1</math> – уровень оплаты труда ниже среднего по региону;</p> <p><math>x_3 = 1</math> – уровень оплаты труда соответствует среднему по региону;</p> <p><math>x_3 \geq 1</math> – уровень оплаты труда выше среднего по региону.</p>
4. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала со средним размером оплаты труда по виду экономической деятельности (ВЭД) – индикатор $x_4$	$x_4 = \frac{\text{ЗП ср.мес.}}{\text{ЗП отр.}}$ <p><b>ЗП отр.</b> – среднемесячная заработная плата работников отрасли, руб.</p>	<p><b>ЗП отр.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- численность и оплата труда работников по полному кругу предприятий и организаций Воронежской области в 2012–2017 гг., стат. бюл. Федеральной службы государственной статистики [4].</li> </ul>	<p><math>x_4 &lt; 1</math> – уровень оплаты труда ниже среднего по ВЭД;</p> <p><math>x_4 = 1</math> – уровень оплаты труда соответствует среднему по ВЭД;</p> <p><math>x_4 &gt; 1</math> – уровень оплаты труда выше среднего по ВЭД.</p>

**Процедура 1. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала с МРОТ.**

В соответствии со ст. 129 Трудового кодекса РФ, действовавшей до 01.09.2007 г., МРОТ – это «размер месячной заработной платы за труд неквалифицированного работника, полностью отработавшего норму времени при выполнении простых работ в нормативных условиях труда. В величину минимального размера оплаты труда не включаются компенсационные, стимулирующие и социальные выплаты». В действующей редакции ТК РФ данная дефиниция отсутствует [16]. Соответственно на практике имеют место случаи, когда оклад устанавливается меньше МРОТ, а сумма начисленных персоналу доходов доводится до необходимого уровня за счет различных доплат и компенсационных выплат.

В соответствии со ст. 133 Трудового кодекса РФ МРОТ не может быть ниже прожиточного минимума для трудоспособного населения [16]. Однако данное требование не выполнялось на протяжении исследуемого периода (рис. 1). Таким образом, МРОТ в определенном смысле является «квазипоказателем», поскольку:

- не отражает уровень доходов, необходимых для защиты интересов неквалифицированного персонала;
- служит исключительно для формального отражения системы отношений на рынке труда;
- его динамика абсолютно условна и не соответствует реальному состоянию и темпам развития экономики.

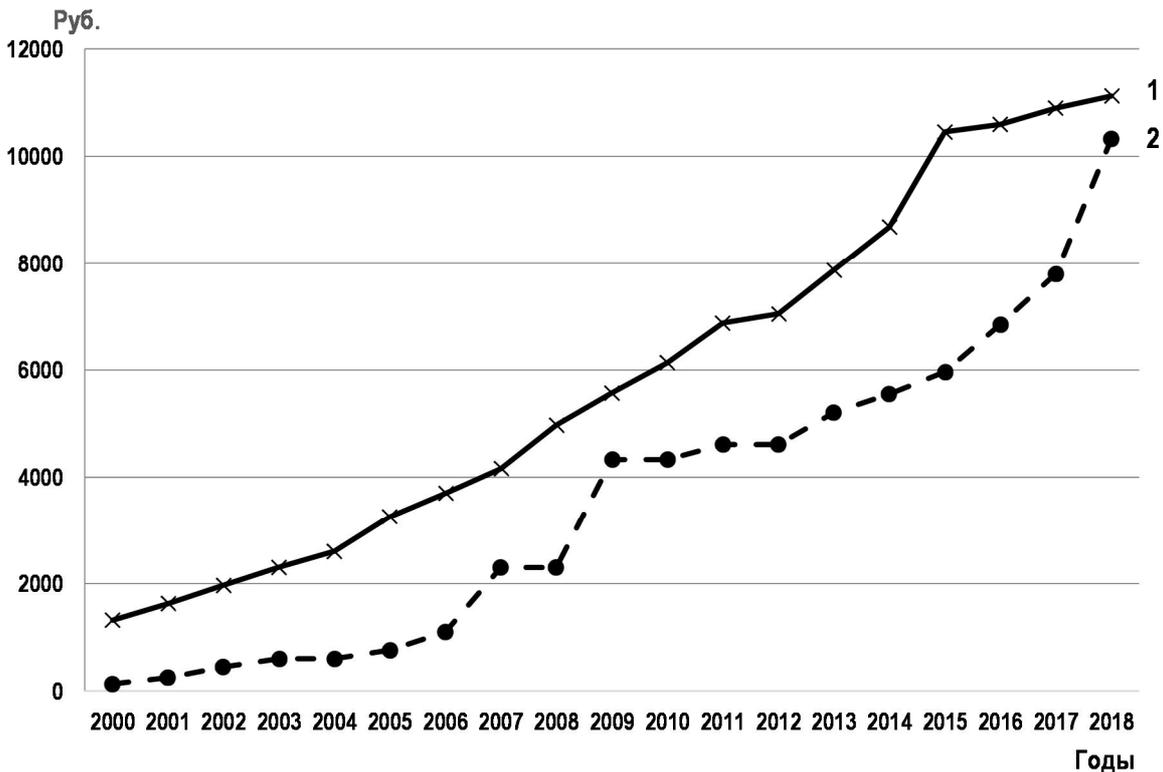


Рис. 1. Сравнительная динамика прожиточного минимума (1) и МРОТ (2) в РФ [4]

Результаты сравнения среднемесячной заработной платы персонала сахарных заводов ГК «Продимекс» в Воронежской области с МРОТ (процедура 1) свидетельствуют о выполнении требований законодательства (табл. 2). В течение всего исследуемого периода значения  $x_1$  были значительно выше минимального уровня (в 3–4 раза). Лучшие значения индикатора зафиксированы на предприятии С7 (среднее значение 4,59 ед.). В то же время следует учитывать, что уровень индикатора  $x_1 \geq 1$  в масштабах

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

предприятия может лишь условно свидетельствовать о соблюдении требований законодательства, поскольку он должен выполняться на уровне каждого работника, в противном случае велика вероятность внеплановых проверок со стороны трудовых инспекций и других контролирурующих органов.

**Таблица 2. Сравнение оплаты труда персонала сахарных заводов Воронежской области с МРОТ и прожиточным минимумом (2012–2017 гг.)**

Код предприятия	Год	ЗП ср. мес., руб.	МРОТ, руб.	MIN, руб.	Индикатор х <sub>1</sub> , ед.	Индикатор х <sub>2</sub> , ед.
1	2	3	4	5	6 = 3/4	7 = 3/5
С1	2012	20 801	4611	7049	4,51	2,95
	2013	20 017	5205	7871	3,85	2,54
	2014	23 120	5554	8683	4,16	2,66
	2015	24 711	5965	10 455	4,14	2,36
	2016	25 493	7500	10 598	3,40	2,41
	2017	29 139	7800	10 899	3,74	2,67
С2	2012	18 653	4611	7049	4,05	2,65
	2013	17 030	5205	7871	3,27	2,16
	2014	19 242	5554	8683	3,46	2,22
	2015	22 693	5965	10 455	3,80	2,17
	2016	21 859	7500	10 598	2,91	2,06
	2017	26 120	7800	10 899	3,35	2,40
С3	2012	22 542	4611	7049	4,89	3,20
	2013	18 887	5205	7871	3,63	2,40
	2014	20 060	5554	8683	3,61	2,31
	2015	21 418	5965	10 455	3,59	2,05
	2016	26 532	7500	10 598	3,54	2,50
	2017	36 743	7800	10 899	4,71	3,37
С4	2012	18 648	4611	7049	4,04	2,65
	2013	18 002	5205	7871	3,46	2,29
	2014	21 982	5554	8683	3,96	2,53
	2015	23 194	5965	10 455	3,89	2,22
	2016	24 196	7500	10 598	3,23	2,28
	2017	27 284	7800	10 899	3,50	2,50
С5	2012	17 692	4611	7049	3,84	2,51
	2013	19 943	5205	7871	3,83	2,53
	2014	22 044	5554	8683	3,97	2,54
	2015	19 789	5965	10 455	3,32	1,89
	2016	22 382	7500	10 598	2,98	2,11
	2017	23 640	7800	10 899	3,03	2,17
С6	2012	16 749	4611	7049	3,63	2,38
	2013	15 900	5205	7871	3,05	2,02
	2014	19 572	5554	8683	3,52	2,25
	2015	19 815	5965	10 455	3,32	1,90
	2016	19 034	7500	10 598	2,54	1,80
	2017	23 264	7800	10 899	2,98	2,13
С7	2012	23 597	4611	7049	5,12	3,35
	2013	25 059	5205	7871	4,81	3,18
	2014	30 655	5554	8683	5,52	3,53
	2015	27 976	5965	10 455	4,69	2,68
	2016	25 223	7500	10 598	3,36	2,38
	2017	31 471	7800	10 899	4,03	2,89
С8	2012	18 887	4611	7049	4,10	2,68
	2013	17 219	5205	7871	3,31	2,19
	2014	17 568	5554	8683	3,16	2,02
	2015	18 592	5965	10 455	3,12	1,78
	2016	19 932	7500	10 598	2,66	1,88
	2017	22 648	7800	10 899	2,90	2,08

С 01.01.2018 г. вступил в силу закон № 421-ФЗ от 28.12.2017 г., установивший МРОТ на уровне 85% от суммы прожиточного минимума, в рамках государственной программы по постепенному уравниванию МРОТ с прожиточным минимумом [10]. В соответствии с данным законом, начиная с 2019 г. и далее, размер МРОТ устанавливался равным размеру прожиточного минимума за II квартал предыдущего года. При снижении размера прожиточного минимума размер МРОТ оставался на уровне прежнего года. В опережение указанного графика МРОТ сравнился с прожиточным минимумом 01.05.2018 г., когда составил 11 163 руб.

Данная мера направлена, во-первых, на повышение доходов наименее оплачиваемых работников, численность которых достаточно высока. Во-вторых, предполагается увеличение официальных доходов персонала, что должно привести к росту поступлений во внебюджетные фонды (ПФР, ФСС и ФОМС). В-третьих, ожидается, что уравнивание МРОТ и прожиточного минимума приведет к росту поступлений в бюджет в виде НДФЛ и штрафов, привязанных к МРОТ [14].

**Процедура 2. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала с прожиточным минимумом.**

В сложившейся ситуации экономическая целесообразность использования МРОТ в качестве базового параметра при монетарной оценке трудовой составляющей предприятия является весьма сомнительной, несмотря на необходимость выполнения требований законодательства. Более того, требование НК РФ об уплате НДФЛ снижает сумму МРОТ еще на 13% (без учета налоговых вычетов) [5]. Таким образом, индикатор  $x_2$  обладает большей аналитической емкостью по сравнению с  $x_1$ , априори будет превышать значения последнего и характеризовать возможность персонала предприятия удовлетворять свои минимальные потребности за счет получаемых доходов.

Для современного этапа развития отечественной экономики характерным остается высокая доля населения с доходами ниже прожиточного уровня. Наиболее интенсивный рост значений данного показателя в 1999–2000 гг. обусловлен проявлением последствий финансового кризиса (рис. 2).

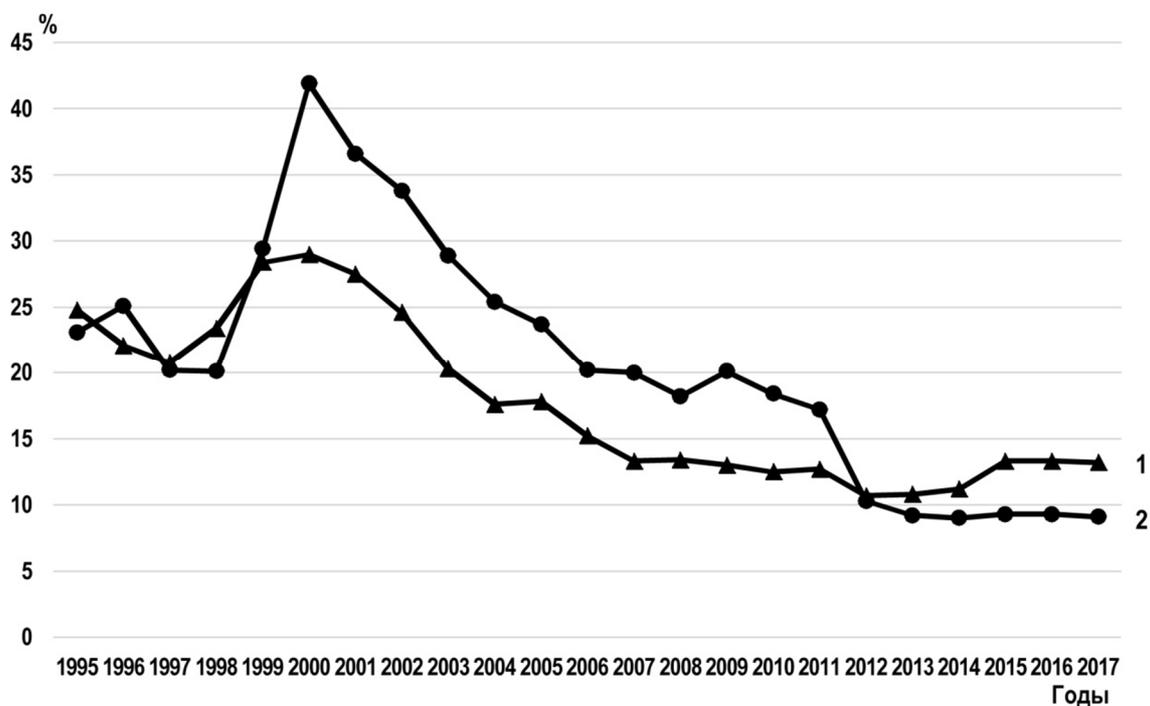


Рис. 2. Доля населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума в Российской Федерации (1) и в Воронежской области (2) [4]

Снижение платежеспособности предприятий на фоне высокой ставки единого социального налога (ЕСН) (35,6%) привело к применению незаконных методов налоговой оптимизации, в частности к выплате зарплат в «конвертах». В результате подобных действий, по данным Росстата, в отдельных регионах расчетно доля населения с доходами ниже прожиточного уровня превысила 40% (например, в 2000 г. 41,9% в Воронежской области).

В 2000 г. снижение ставки ЕСН до уровня 26% при ставке налога на прибыль 24% существенно отразилось на целесообразности применения вышеназванных инструментов налоговой оптимизации (рис. 2). Стабилизация экономических процессов в стране и снижение налогового бремени привели к постепенному снижению доли населения с доходами ниже прожиточного уровня. Положительную динамику показателя в Воронежской области, начиная с 2010 г., эксперты объясняют активизацией экономической деятельности в регионе.

Отмена ЕСН в 2010 г. и введение страховых взносов в размере 30% были негативно восприняты хозяйствующими субъектами. В своей деятельности они начали применять новые схемы оптимизации в виде оформления частичной занятости персонала. В результате чего, например в Воронежской области, начиная с 2013 г., отмечается более низкий уровень доли населения с доходами ниже прожиточного минимума по сравнению с РФ, хотя уровень жизни в регионе существенно не изменился. Фактически работники выполняли трудовые обязанности в течение всех рабочих дней, а по документам и в отчетности отработанное время отражалось лишь частично, что при статистической обработке информации позволило расчетно получить положительный уровень и динамику показателя.

Результаты аналитической процедуры 2 свидетельствуют, что средняя заработная плата персонала сахарных заводов Воронежской области в течение всего периода в разы превышала прожиточный минимум (диапазон значений индикатора  $x_2$  1,78–3,53 ед.) (табл. 2).

Полученные результаты оценки индикаторов  $x_1$  и  $x_2$  подтверждают сделанное нами предположение о несостоятельности использования установленного уровня МРОТ и прожиточного минимума в качестве инструмента мотивации персонала [6, 7].

### **Процедура 3. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала со средним размером оплаты труда по региону.**

Согласно европейскому законодательству минимальная заработная плата, обеспечивающая достойный уровень жизни, должна составлять не менее 60% от средней зарплаты по стране [6]. Уровень оплаты труда в различных регионах существенно различается, что обусловлено территориальными, в том числе экономическими, особенностями. Поэтому для достижения искомых целей монетарной оценки трудовой составляющей предприятий АПК необходимо рассмотреть соотношение среднемесячной заработной платы персонала со средним размером оплаты труда по региону, которое определенным образом характеризует конкурентоспособность предприятия на рынке труда и возможности привлечения и удержания высококлассных специалистов [7].

Уровень оплаты труда имеет первостепенное значение для мотивации квалифицированных работников и их трудоустройства на конкретном предприятии. В Воронежской области рост средней заработной платы существенно опережает динамику МРОТ, что, несомненно, является положительным аспектом для развития трудовых ресурсов. Однако сравнение уровня оплаты труда с показателями по ЦФО и РФ явно не в пользу региона, и существующие диспропорции ежегодно усиливаются (рис. 3 и 4) [6].

Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии единого подхода в УК «Продимекс-Сахар» к финансированию расходов на оплату труда (табл. 3):

- средний уровень оплаты труда на исследуемых предприятиях не зависит от производственной мощности и полученных финансовых результатов;
- наблюдается разнонаправленная динамика показателей в пространстве и во времени: в большинстве случаев средний уровень оплаты труда на исследуемых пред-

приятнях ниже аналогичного показателя по Воронежской области, что оказывает негативное влияние на конкурентоспособность субъектов сахарного производства на рынке труда. Сложившаяся ситуация оценивается нами неоднозначно: рабочие и технический персонал с учетом специфики сахарного производства вынуждены мириться с недостаточно высоким уровнем оплаты труда, поскольку в регионе отсутствуют другие предприятия для трудоустройства по специальности.

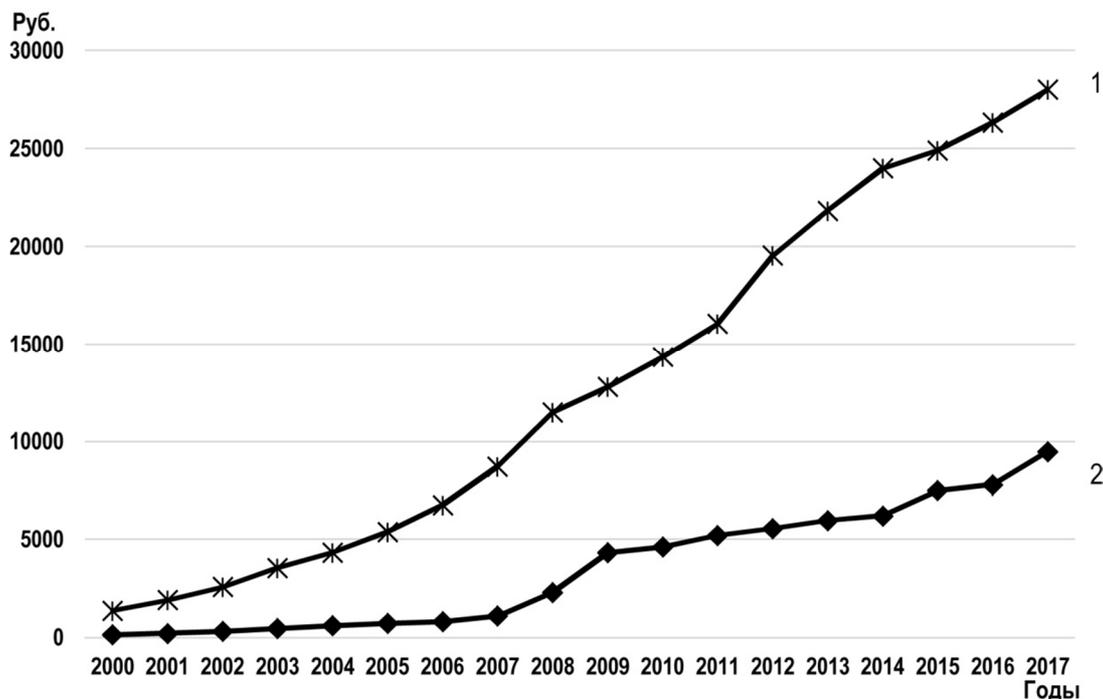


Рис. 3. Динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по полному кругу организаций по Воронежской области (1) и МРОТ (2) (2000–2017 гг.) [4]

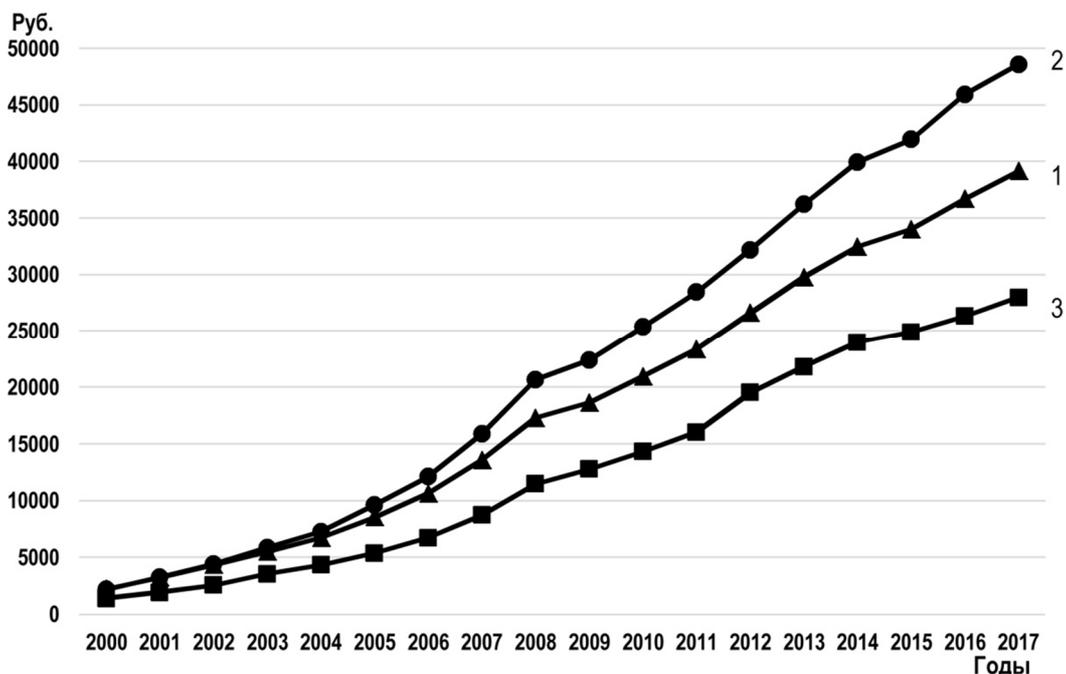


Рис. 4. Динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников по полному кругу организаций в целом по РФ (1), Центральному федеральному округу (2) и Воронежской области (3) за 2000–2017 гг. [4]

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 3. Сравнение оплаты труда персонала сахарных заводов Воронежской области со средним размером оплаты труда по региону и виду экономической деятельности**

Код предприятия	Год	ЗП ср. мес., руб.	ЗП ср. по Воронежской области, руб.	ЗП ср. по ВЭД (производство сахара), руб.	Индикатор х <sub>3</sub> , ед.	Индикатор х <sub>4</sub> , ед.
1	2	3	4	5	6 = 3/4	7 = 3/5
С1	2012	20 801	19 538	19 593	1,06	1,06
	2013	20 017	21 825	19 432	0,92	1,03
	2014	23 120	24 001	22 057	0,96	1,05
	2015	24 711	24 906	22 169	0,99	1,11
	2016	25 493	26 335	24 789	0,97	1,03
	2017	29 139	28 007	28 859	1,04	1,01
С2	2012	18 653	19 538	19 593	0,95	0,95
	2013	17 030	21 825	19 432	0,78	0,88
	2014	19 242	24 001	22 057	0,80	0,87
	2015	22 693	24 906	22 169	0,91	1,02
	2016	21 859	26 335	24 789	0,83	0,88
	2017	26 120	28 007	28 859	0,93	0,91
С3	2012	22 542	19 538	19 593	1,15	1,15
	2013	18 887	21 825	19 432	0,87	0,97
	2014	20 060	24 001	22 057	0,84	0,91
	2015	21 418	24 906	22 169	0,86	0,97
	2016	26 532	26 335	24 789	1,01	1,07
	2017	36 743	28 007	28 859	1,31	1,27
С4	2012	18 648	19 538	19 593	0,95	0,95
	2013	18 002	21 825	19 432	0,82	0,93
	2014	21 982	24 001	22 057	0,92	1,00
	2015	23 194	24 906	22 169	0,93	1,05
	2016	24 196	26 335	24 789	0,92	0,98
	2017	27 284	28 007	28 859	0,97	0,95
С5	2012	17 692	19 538	19 593	0,91	0,90
	2013	19 943	21 825	19 432	0,91	1,03
	2014	22 044	24 001	22 057	0,92	1,00
	2015	19 789	24 906	22 169	0,79	0,89
	2016	22 382	26 335	24 789	0,85	0,90
	2017	23 640	28 007	28 859	0,84	0,82
С6	2012	16 749	19 538	19 593	0,86	0,85
	2013	15 900	21 825	19 432	0,73	0,82
	2014	19 572	24 001	22 057	0,82	0,89
	2015	19 815	24 906	22 169	0,80	0,89
	2016	19 034	26 335	24 789	0,72	0,77
	2017	23 264	28 007	28 859	0,83	0,81
С7	2012	23 597	19 538	19 593	1,21	1,20
	2013	25 059	21 825	19 432	1,15	1,29
	2014	30 655	24 001	22 057	1,28	1,39
	2015	27 976	24 906	22 169	1,12	1,26
	2016	25 223	26 335	24 789	0,96	1,02
	2017	31 471	28 007	28 859	1,12	1,09
С8	2012	18 887	19 538	19 593	0,97	0,96
	2013	17 219	21 825	19 432	0,79	0,89
	2014	17 568	24 001	22 057	0,73	0,80
	2015	18 592	24 906	22 169	0,75	0,84
	2016	19 932	26 335	24 789	0,76	0,80
	2017	22 648	28 007	28 859	0,81	0,78

**Процедура 4. Сравнение среднемесячной заработной платы персонала со средним размером оплаты труда по виду экономической деятельности (ВЭД).**

В отличие от  $x_3$  индикатор  $x_4$  позволяет оценить конкурентоспособность предприятий одного вида экономической деятельности на территории одного региона в борьбе за квалифицированные кадры. Индикатор  $x_4$  показывает, во сколько раз среднемесячная заработная плата одного работника предприятия больше/меньше среднего размера оплаты труда по виду экономической деятельности. Кроме того, индикатор  $x_4$  в соответствии с пунктом 5 приказа ФНС России от 30.05.2007 г. № ММ-3-06/333@ «Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок» является одним из критериев оценки рисков для налогоплательщиков [8]. Если на предприятии не выполняется условие  $x_4 \geq 1$ , то это является основанием для получения информационного письма от ИФНС и включения его в план проведения выездной налоговой проверки.

Следует отметить, что значения индикатора  $x_4$  в большей степени учитывают отраслевые особенности, поскольку при расчетах средних значений использовались данные 9 заводов, 8 из которых являются объектом исследования. Значительно большее количество значений индикатора, превысивших уровень в 1 ед., свидетельствует о том, что средний размер оплаты труда в целом по группе предприятий ниже аналогичного показателя по региону.

Интересными представляются результаты предприятия С7, по которому на протяжении 2012–2017 гг. в пяти случаях из шести отмечен наибольший уровень оплаты труда среди сахарных заводов. В то же время предприятие С7 не отличается высокой производственной мощностью, однако сумело достичь значительно лучших значений индикатора. Кроме предприятия С7 необходимое условие  $x_4 > 1$  выполнялось на предприятии С1, которое обладает одной из современных производственных площадок с высокой мощностью переработки свекловичного сырья.

Таким образом, с целью удержания наиболее квалифицированных кадров менеджменту сахарных заводов и управляющей компании следует обратить пристальное внимание на инструменты мотивации персонала при несоблюдении следующих условий:

- $x_3 > 1$  – в первую очередь производственных подразделений;
- $x_4 > 1$  – непроизводственных подразделений.

Разработанный методический инструментарий целесообразно использовать для формирования паритетных отношений, обеспечивающих достижение стратегических и тактических целей предприятий, а также повышения мотивации персонала на высокие результаты трудовой деятельности.

---

**Библиографический список**

1. Ахмедов А.Э. Современный аналитический инструментарий оценки эффективности труда и заработной платы / А.Э. Ахмедов, И.В. Смольянинова, М.А. Шаталов // Современные технологии управления персоналом : сб. трудов V межрегиональной науч.-практ. конф. под ред. О.С. Резниковой (Россия, г. Симферополь, 27–28 сентября 2018 г.). – Симферополь : ООО «Издательство Типография «Ариал» (Симферополь), 2018. – С. 16–21.
2. Вакуленко Е.С. Гибкость реальной заработной платы в России: сравнительный анализ / Е.С. Вакуленко, У.Т. Гурвич // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2016. – № 3 (31). – С. 67–92.
3. Данилов С. Зарплата ниже среднеотраслевой: как оправдаться перед ИФНС? / С. Данилов // Бухгалтерия.ru. 03.10.2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.buhgalteria.ru/article/zarplata-nizhe-sredneotraslevoy-kak-opravdatsya-pered-ifns> (дата обращения: 15.08.2019).
4. Информационно-статистические материалы Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Статистические сборники и бюллетени. 2000–2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru/folder/10705> (дата обращения: 15.08.2019).
5. Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ). Ч. 1 и Ч. 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19671/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/) (дата обращения: 15.08.2019).
6. Нуждин Р.В. Оценка сырьевой и трудовой составляющих свеклосахарного производства: методическое обоснование / Р.В. Нуждин, Е.В. Ендовицкая. – Сахар. – 2018. – № 11. – С. 50–54.
7. Нуждин Р.В. Оценка сырьевой и трудовой составляющих свеклосахарного производства: практическая реализация (часть 2) / Р.В. Нуждин, Е.В. Ендовицкая. – Сахар. – 2019. – № 2. – С. 56–62.

8. Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок : приказ ФНС России от 30.05.2007 г. № ММ-3-06/333@ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_55729/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/) (дата обращения: 15.08.2019).
9. Об утверждении формы Сведений о среднесписочной численности работников за предшествующий календарный год (форма КНД 1110018) : приказ ФНС РФ от 29.03.2007 г. № ММ-3-25/174@ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_67853/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_67853/) (дата обращения: 15.08.2019).
10. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части повышения минимального размера оплаты труда до прожиточного минимума трудоспособного населения : федеральный закон от 28.12.2017 г. № 421-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286456/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286456/) (дата обращения: 15.08.2019).
11. О минимальном размере оплаты труда : федеральный закон от 19.06.2000 г. № 82-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_27572/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_27572/) (дата обращения: 15.08.2019).
12. О прожиточном минимуме в Российской Федерации : федеральный закон от 24.10.1997 г. № 134-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_16565/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16565/) (дата обращения: 15.08.2019).
13. О формах бухгалтерской отчетности организаций : Приказ Минфина России от 02.07.2010 г. № 66н (ред. от 19.04.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103394/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103394/) (дата обращения: 15.08.2019).
14. Самофалова О. Повышение МРОТ несет в себе много подводных камней / О. Самофалова // ВЗГЛЯД (Деловая газета) от 2 мая 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vz.ru/economy/2017/5/2/868634.html> (дата обращения: 15.08.2019).
15. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций в 2000–2017 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/rates/3aaf0b00420c9778bf91ff2d59c15b71](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/rates/3aaf0b00420c9778bf91ff2d59c15b71) (дата обращения 15.10.2019).
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 15.08.2019).

### 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](mailto:rv.voronezh@gmail.com).

Оксана Георгиевна Стукало – доктор экономических наук, профессор кафедры управления, организации производства и отраслевой экономики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [stukalo\\_oksana@mail.ru](mailto:stukalo_oksana@mail.ru).

Надежда Викторовна Кондрашова – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического анализа и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: [fnv@pochta.ru](mailto:fnv@pochta.ru).

Геннадий Николаевич Струков – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления, организации производства и отраслевой экономики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [g.strukov@inbox.ru](mailto:g.strukov@inbox.ru).

Наталья Викторовна Леонова – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 01.11.2019

Дата принятия к печати 06.12.2019

### 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](mailto:rv.voronezh@gmail.com).

Oksana G. Stukalo, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Management, Organization of Production and Branch Economics, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [stukalo\\_oksana@mail.ru](mailto:stukalo_oksana@mail.ru).

Nadezhda V. Kondrashova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economic Analysis and Audit, Voronezh State University, Russia, Voronezh, e-mail: [fnv@pochta.ru](mailto:fnv@pochta.ru).

Gennady N. Strukov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management, Organization of Production and Branch Economics, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [g.strukov@inbox.ru](mailto:g.strukov@inbox.ru).

Natalia V. Leonova, Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

Received November 01, 2019

Accepted after revision December 06, 2019

## ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КАДРОВОГО КОНТРОЛЛИНГА В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АПК

Елена Валерьевна Ендовицкая

Воронежский государственный университет

Предложено технологию кадрового контроллинга рассматривать как специфическую подсистему персонал-менеджмента, радикально изменяющую управленческие процессы в перерабатывающих организациях на основе реализации креативного потенциала менеджеров. С учетом соблюдения требований поэтапности и постепенности доказана возможность двух подходов к внедрению технологии контроллинга кадров в структуру перерабатывающей организации: переориентация управленческих процессов в существующем персонал-менеджменте или создание специальной контроллинговой подсистемы. Сделан выбор в пользу применения процессных управленческих режимов в направлении «снизу вверх» при одновременном изменении структуры самих процессов в направлении «сверху вниз», что приведет к изменению взаимоотношений «менеджер – работник». С этой целью разработана технология внедрения кадрового контроллинга в персонал-менеджмент перерабатывающих организаций АПК, базирующаяся на методологии процессного подхода и состоящая из восьми логистически связанных этапов. Каждый этап характеризует особенности позиционирования контроллинга кадров в персонал-менеджменте организации. Охарактеризован традиционный способ внедрения кадрового контроллинга, предполагающий осуществление циклических процессов по типу «Кайдзен», которые базируются на идее частичных улучшений и невозможности отрыва от прежних управленческих правил. Для реализации проекта кадрового контроллинга обоснована целесообразность применения процессов реинжиниринга. Отличительными преимущественными чертами предлагаемой формы реинжиниринга кадрового контроллинга является максимальная реализация креативных компетенций кадров и создание условий выполнения управленческих задач, позволяющих оптимизировать саму структуру менеджмента. Кадровый контроллинг, построенный на основе процессной модели реинжиниринга, будет способствовать преобразованиям в бизнес-процессах, необходимых для конкурентоустойчивого развития перерабатывающих организаций агропромышленного комплекса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** перерабатывающие организации, персонал-менеджмент АПК, технология, кадровый контроллинг, процессный подход, реинжиниринг, бизнес-процессы.

## IMPLEMENTATION OF PERSONNEL CONTROLLING PROCESSES IN PROCESSING ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Elena V. Endovitskaya

Voronezh State University

The author proposes to consider the technology of personnel controlling as a specific subsystem of personnel management that radically changes the management processes in processing organizations on the basis of realizing the creative potential of managers. Given the compliance with the principles of superposition and gradualism, it is proved that it is possible to have two approaches to the implementation of personnel controlling technology into the structure of a processing organization: i) reorientation of management processes in the existing personnel management; ii) creation of a special controlling subsystem. The choice has been made in favor of applying process-based management regimes in the «bottom to top» direction while changing the structure of processes in the «top to bottom» direction, which will lead to changes in the «manager – employee» relationships. For this purpose the author has developed a technology for implementing personnel controlling into personnel management of processing organizations of the agroindustrial complex. This technology is based on the methodology of the process approach and consists of eight logistically related stages. Each stage characterizes the peculiarities of positioning of personnel controlling in the personnel management of the organization. The author has described the traditional way of implementation of personnel controlling, which involves the realization of kaizen-type cyclic processes that are based on the idea of partial improvements and the impossibility of breaking away from the previous management rules. To execute the project of personnel controlling the expediency of reengineering processes has been substantiated. The distinctive predominant features of the proposed form of reengineering of personnel controlling

are the maximum realization of creative personnel competencies and the creation of conditions for fulfilling the managerial tasks that allow optimizing the management structure itself. Personnel controlling built on the basis of the process model of reengineering will facilitate the transformations in business processes necessary for the competitive sustainable development of agroindustrial processing organizations.

KEYWORDS: processing organizations, personnel management, Agro-Industrial Complex, technology, personnel controlling, process-based approach, reengineering, business processes.

С целью повышения качества управленческих решений, основанных на взаимосвязи знаний процессов и деятельности организации, в период перехода к информационному обществу возникает необходимость внедрения в системы управления человеческими ресурсами элементов кадрового контроллинга. Подсистема кадрового контроллинга может быть охарактеризована как информационно-аналитическая, контрольная и методическая поддержка принятия управленческих решений в системе управления персоналом с целью повышения эффективности деятельности организации. Функционирование этой подсистемы позволяет разработать конкретные мероприятия при работе с человеческим капиталом, а также сформировать основные положения по управлению персоналом организации. Достижение целей конкурентоустойчивого развития перерабатывающих организаций АПК находится в логической связи с комплексом соответствующих мобилизационных инструментов кадрового контроллинга. Такие инструменты являются действенным способом формирования инновационной среды, генерирующей преобразующие идеи и трансформацию производственной инфраструктуры.

Необходимым условием позиционирования кадрового контроллинга в персонал-менеджменте организации с точки зрения его практической востребованности должно быть соблюдение принципов этапности и постепенности внедрения, чтобы принимаемые идеи не остались декларированными постулатами, а вошли в сознание менеджеров и стали настоятельной потребностью развития организации. Таким образом, повышается действенность контроллинга кадров в персонал-менеджменте перерабатывающей организации. Названные требования необходимо обязательно учитывать, если технология кадрового контроллинга осваивается в организации впервые, а тем более, если его инструменты встраиваются в систему приемов и способов существующего персонал-менеджмента.

Тем не менее в настоящее время концепция контроллинга кадров не является широко востребованной, особенно в небольших организациях производственного профиля, занятых переработкой сырья сельскохозяйственного происхождения. Субъективной причиной такой ситуации можно считать моральную и профессиональную неготовность персонал-менеджмента организаций к кардинальным изменениям устоявшейся среды [1–7, 10]. Объективной причиной может быть недостаточность средств для финансирования проекта внедрения контроллинга кадров. С другой стороны, переориентация инструментов персонал-менеджмента с функционального на процессный характер дает возможность более эффективно реализовать его преимущества и возможности в будущем.

Для суждения о позиционировании кадрового контроллинга в перерабатывающих организациях АПК как естественного элемента в их персонал-менеджменте необходимо выявить комплекс опознавательных признаков, решающими из которых должны быть такие, которые определяют значимость роли контроллеров в разработке управленческих решений, сформированность его инструментальной базы.

Разработанная технология внедрения контроллинга кадров в персонал-менеджмент перерабатывающей организации основана на методологии процессного подхода. Последовательность внедрения кадрового контроллинга в перерабатывающих организациях АПК может быть представлена следующими этапами:

этап 1 – Оценка разработанного проекта;

этап 2 – Анализ текущего состояния организации;

- этап 3 – Непосредственное внедрение проекта;
- этап 4 – Освоение, корректировка проектных модулей;
- этап 5 – Реорганизация персонал-менеджмента со встроенным кадровым контроллингом;
- этап 6 – Преобразование оргструктуры организации и инструментария персонал-менеджмент;
- этап 7 – Оптимизация информационных потоков;
- этап 8 – Формирование кадрового состава организации.

Можно считать приемлемыми два направления встраивания технологии контроллинга кадров в структуру организации: для небольших периферийных организаций перерабатывающих субъектов хозяйствования АПК пищевого профиля целесообразно перераспределение управленческих процессов внутри персонал-менеджмента организации путем наделения одного сотрудника функциями контроллера управления персоналом; в крупных перерабатывающих организациях холдингового типа службу контроллинга целесообразно выделять в отдельную подсистему в персонал-менеджменте для осуществления самостоятельных бизнес-процессов. При этом важный вопрос об организационной структуре кадрового контроллинга должен решаться исходя из следующих факторов: принадлежности организации к определенному виду экономической деятельности; мощности; источников материальных ресурсов; предпосылок объединения деятельности и других.

В настоящее время существуют разные способы закрепления позиции кадрового контроллинга в персонал-менеджменте организаций, основанные на использовании как внутренних, так и внешних ресурсов. Возможно делегирование полномочий контроллинга кадров собственному персонал-менеджменту или создание собственных служб с временным привлечением внешних персонал-ресурсов. Если выполнение такого действия по каким-либо причинам невозможно или нецелесообразно собственными силами, то имеются другие способы освоения процессов кадрового контроллинга. Наиболее известный вариант предполагает использование услуг консалтинговых фирм, имеющих накопленный опыт внедрения разработок контроллинга персонала. В небольших перерабатывающих организациях АПК такой способ может быть неприемлемым из-за высокой стоимости проекта и целесообразен из-за того, что консалтинговая фирма предлагает типовые проекты со стандартным подходом к решению задач менеджмента. При этом не учитываются специфические логистические, производственные, коммерческие особенности организации, что может привести к снижению качества проекта и его эффективности.

Наиболее эффективный способ формирования контроллинга кадров, применительно к перерабатывающим организациям АПК, является заключение соглашений в форме временного добровольного объединения организаций для осуществления конкретного проекта внедрения кадрового контроллинга. Таким образом может быть реализована крупная целевая программа на условиях корпоративной ответственности. Соглашением оговаривается доля каждой организации в затратах и участия в результатах. При этом может быть утвержден проект формирования кадрового контроллинга в организациях, объединенных по виду экономической деятельности и территориальному признаку, что характерно для агрохолдингов.

Развитие созданной ранее системы контроллинга кадров можно характеризовать степенью качественных изменений в персонал-менеджменте организаций. Постепенный режим изменений предполагает незначительные, но постоянные улучшения по всем составляющим бизнес-процессов. Этот вариант изменений основан на применении японского подхода «кайдзен», процессное восприятие которого представлено на рисунке 1.

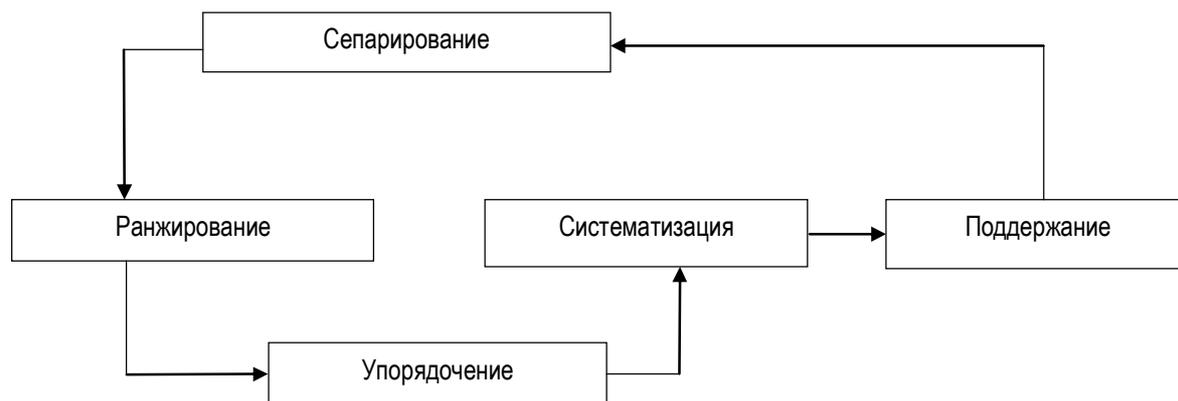


Рис. 1. Процессы «Кайдзен» в организациях

Процессом «сепарирование» начинается цикл персонал-менеджмента, предполагающий избавление в сознании контроллера и исключение из его должностных обязанностей функций, не имеющих отношения к его основной работе. «Ранжирование» – это построение процесса выполнения работы в определенной последовательности, что закрепляется сопровождающим документом, обеспечивающим решение подобной задачи. «Упорядочение» предполагает осмысление и определение итогов за конкретный временной период. «Систематизацией» завершается цикл с документальной и ментальной оценкой итогов. «Поддержание» – это переход на новый способ деятельности и поиск дальнейших изменений, соответствующих новым условиям бизнеса и новационным идеям адаптации к ним.

Постоянное совершенствование, которое предполагает длительное перманентное развитие персонал-менеджмента организации и его специальной технологии – контроллинга кадров – совершается в направлении «снизу вверх» в ходе реализации неиспользованных возможностей, возникающих в силу организационных и технологических изменений, идущих от самоорганизации в единоличной или коллективной форме, с сохранением социального равновесия и мотивационной удовлетворенности. Однако слабой стороной метода «Кайдзен», как мы считаем, остаются частичность улучшений и сложности отрыва от прежних основ, привычек, правил, необходимость внедрения в ранее действующие структуры с неизбежными потерями.

Идея жесткого переосмысления процессов системы управления персоналом, в том числе и контроллинга кадров как его новационного элемента, которая направлена на решение задач коренных изменений, с переходом в более высокий класс организации управления процессами основана на концепции реинжиниринга. Реинжиниринг ассоциируется с такими формами совершенствования экономической деятельности, как роботизация, автоматизация, сокращающие долю ручного труда, или реструктуризация уровней менеджмента с упразднением структур и служб управления. Реинжиниринг предполагает изменение структуры процессов [8, 11, 13]. В частности, реинжиниринг технологии контроллинга кадров, существующей в перерабатывающих организациях, не предполагает совершенствование действующих процессов, а полностью заменяет их другими, основанными на иных подходах к персонал-менеджменту и управленческому труду. Мы считаем, что в реинжиниринге можно использовать возможности применения самой мощной творческой составляющей персонала организации – кадров. Прежде всего, в этих условиях претерпевают изменения сами социально-трудовые отношения [3, 9, 12, 14–17]. Поэтому при рациональном использовании креативного капитала кадров можно продуктивнее решать любые оперативные задачи организации на основе накопленных знаний, умений, навыков и, самое главное, – мотивированным желанием изменений, нацеленных на улучшение.

Таким образом, наше понимание реинжиниринга в области управления сводится к тому, что он рассматривается как фундаментальное переосмысление и радикальное изменение процессов персонал-менеджмента для достижения коренных преобразований в основной деятельности перерабатывающих организаций, требующее отказа от несоответствующих текущим условиям правил, подходов, порядков в управленческих процессах с целью последующего непрерывного улучшения бизнес-процессов организации путем их адаптации к новациям на основе мотивированного проявления креативности кадровой составляющей персонала.

В ходе реинжиниринга также активизируются и видоизменяются вертикальные связи и взаимодействия: первоначальная инициация идей может идти «снизу вверх», однако их реализация в виде промежуточного и окончательного продукта реинжиниринга происходит «сверху вниз». Успешное решение задач реинжиниринга контроллинговых процессов в режиме традиционного администрирования непродуктивно. Принципиальная форма реинжиниринга контроллинга кадров перерабатывающей организации с точки зрения процессного подхода показана на рисунке 2.

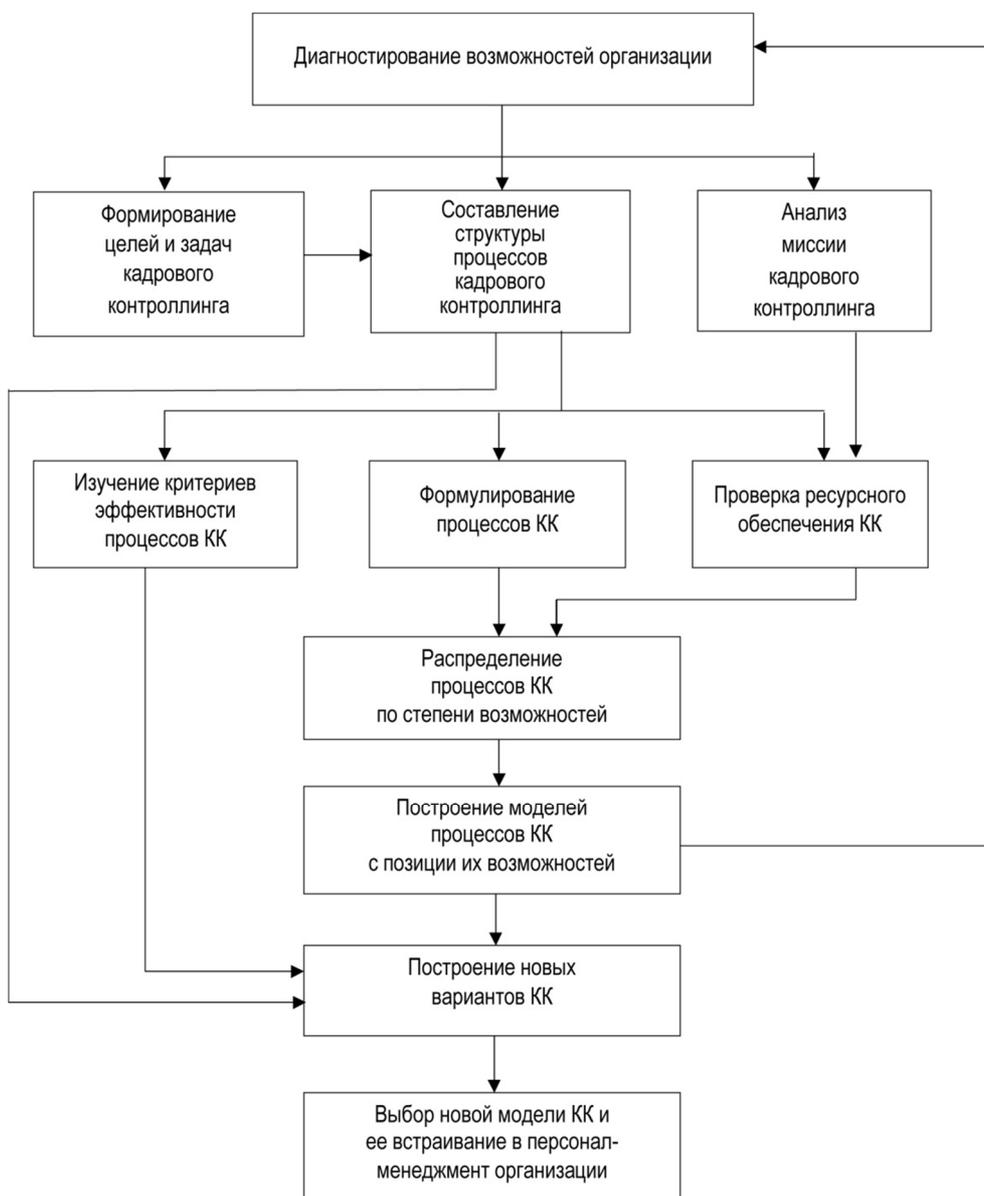


Рис. 2. Модель реинжиниринга кадрового контроллинга (КК) в перерабатывающих организациях АПК

Важная сторона идеи реинжиниринга кадрового контроллинга проявляется в его коммуникативном и мотивационном аспектах, предполагающих внедрение новой идеологии участия в процессах управления, направленной на преодоление сопротивления работников нововведениям и мотивацию проявления креативности.

### **Выводы**

Внедрение системы кадрового контроллинга в персонал-менеджмент перерабатывающих организаций АПК способствует созданию условий для выполнения проактивных управленческих действий при одновременном повышении уровня креативных компетенций менеджеров.

Эффект оптимизации существующей технологической структуры контроллинга кадров достигается реинжинирингом. Для этого необходимо находить самые важные процессы, которые затрудняют или тормозят протекание других процессов. Они должны в первую очередь становиться предметом реинжиниринга, так как повышение их отдачи свидетельствует о мобилизации возможностей полного использования всех преимуществ креативного потенциала кадров.

Корректировка и внесение изменений в характеристики реинжиниринга процессов кадрового контроллинга предполагает построение моделей, имитирующих различные способы, формы, связи в решении задач и целей персонал-менеджмента.

Реинжиниринг контроллинга кадров меняет экономическую деятельность всей организации, внося прямые или косвенные изменения в ее управленческие процессы, и охватывает все бизнес-процессы, так как изменяется сам персонал-менеджмент, поэтому он может быть признан действенным катализатором конкурентоспособных бизнес-преобразований.

### Библиографический список

1. Боргардт Е.А. Система контроллинга как современная концепция управления / Е.А. Боргардт, М.В. Вишнюкова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2015. – № 1 (31). – С. 78–86.
2. Вебер Ю. Введение в контроллинг / Ю. Вебер, У. Шеффер ; пер. с нем. С.Г. Фалько, С.Г. Маликова, Г.О. Баев. – Москва : НП «Объединение контроллеров», 2014. – 412 с.
15. Великанова Л.О. К вопросу повышения эффективности бизнес-процесса управления персоналом предприятия / Л.О. Великанова, И.М. Яхонтова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2017. – № 11 (95). – С. 50–56.
3. Горбунова О.С. Влияние потенциала формирования человеческого капитала на экономическое состояние сельского хозяйства / О.С. Горбунова // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2018. – № 4 (45). – С. 226–231.
4. Данилочкина Н.Г. Менеджмент и контроллинг в условиях рыночной нестабильности / Н.Г. Данилочкина, Н.Д. Танюшин // Менеджмент и контроллинг в условиях нестабильности рынков и внешних угроз : сб. научных трудов IV Международной науч.-практ. конф. по контроллингу (Россия, Рязань-Москва, 08–09 октября 2015 г.). – Москва : Некоммерческое партнерство «Объединение контроллеров», 2015. – С. 50–54.
5. Калинина Н.М. Понятие и системные свойства интегрированного контроллинга / Н.М. Калинина // Управленческий учет. – 2014. – № 11. – С. 27–36.
6. Лапшина Н.А. Место контроллинга в системе основных функций менеджмента / Н.А. Лапшина // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2013. – № 2. – С. 58–62.
7. Махметова А.Е. Проблемы процессного контроллинга в системе менеджмента / А.Е. Махметова // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2014. – № 4 (53). – С. 54–57.
8. Ойхман Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организации и информационные технологии / Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – Москва : Финансы и статистика, 1997. – 332 с.
9. Саликов Ю.А. Тенденции изменений в управлении человеческими ресурсами предприятия в условиях цифровой экономики / Ю.А. Саликов, И.В. Логунова, И.В. Каблашова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 2 (80). – С. 393–399.
10. Серебрякова Т.Ю. Внутренний контроль и контроллинг: концептуальные особенности / Т.Ю. Серебрякова, О.Ю. Куртаева // Международный бухгалтерский учет. – 2015. – № 26 (368). – С. 2–12.
11. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов : учеб. пособие / Ю.Ф. Тельнов. – Москва : МЭСИ, 2004. – 76 с.
12. Федченко А.А. Трансформация социально-трудовых отношений в цифровой экономике / А.А. Федченко // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2018. – № 3. – С. 91–95.
13. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи : пер. с англ. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1997. – 332 с.
14. Шевченко С.А. Практическая реализация предпринимательской деятельности организации в условиях цифровой экономики / С.А. Шевченко // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2019. – № 2. – С. 52–58.
16. Carayannis E.G. Disruptive technological change within knowledge-driven economies: the future of the Internet of Things (IoT) / E.G. Carayannis, M.D. Giudice, P. Soto-Acosta // Technological Forecasting and Social Change. – 2018. – Vol. 136. – Pp. 265–267. DOI: org/10.1016/j.techfore.2018.09.001.
17. Cuzzo V. Intellectual capital disclosure: a structured literature review / V. Cuzzo, I. Dumay, M. Palmaccio, R. Lombardi // Journal of Intellectual Capital. – 2017. – Vol. 18, No. 1. – Pp. 9–28. DOI: org/10.1108/JIC-10-2016-0104.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Елена Валерьевна Ендовицкая – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой международной экономики и внешнеэкономической деятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: elena.endovitskaya@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 14.11.2019

Дата принятия к печати 17.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Elena V. Endovitskaya, Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of the Dept. of International Economy and Global Economic Activity, Voronezh State University, Russia, Voronezh, e-mail: elena.endovitskaya@yandex.ru.

Received November 14, 2019

Accepted after revision December 17, 2019

## ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Людмила Николаевна Сотникова<sup>1</sup>

Анна Николаевна Полозова<sup>2</sup>

Галина Викторовна Беляева<sup>3</sup>

Екатерина Андреевна Саввина<sup>3</sup>

Михаил Леонидович Нейштадт<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>ООО «ЭкоНиваТехника-Холдинг»

<sup>3</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий

<sup>4</sup>Воронежский экономико-правовой институт

В настоящее время в перерабатывающих организациях АПК Воронежской области не находят должного применения налоговое планирование, а соответственно и налоговое бюджетирование. Управленческие решения разрабатываются и реализуются в основном в процессе налогового менеджмента. При проведении анализа процесса налогового менеджмента выявлена его основа – системный подход. При внедрении бюджетирования в перерабатывающих организациях выявлены расхождения, такие как внедрение на практике бюджетов в отрыве от реального планирования, отсутствие формализованных процедур выполнения и контроля бюджетов. Проведенная оценка современного состояния налогового менеджмента организаций сахарного производства Воронежской области показала, что такой процесс налогового менеджмента, как налоговое планирование, сводится лишь к разработке управляющей сахарными заводами компанией (УК «ПРОДИМЕКС-сахар») незначительных оптимизационных мероприятий по результатам анализа изменений и дополнений в нормативных правовых актах; налоговые бюджеты не составляются; величина налоговой нагрузки в бюджетах не указывается. Отсюда возникает потребность в незамедлительном смещении акцентов в использовании приемов и способов налогового планирования реактивного характера на применение инструментов налогового бюджетирования проактивного характера содержания. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и методическом обеспечении инструментов совершенствования внутренней налоговой среды перерабатывающих организаций-налогоплательщиков АПК. Достижению обозначенной цели будет способствовать решение следующей задачи: разработка инструментов налогового бюджетирования в организациях-налогоплательщиках сахарного производства в виде форм и содержания двух налоговых бюджетов – всех налоговых обязательств и налога на прибыль, являющихся целевыми ориентирами налогового планирования. Использование данных инструментов позволит повысить налоговую состоятельность перерабатывающих организаций АПК.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перерабатывающие организации, АПК, налоговое планирование, налоговые бюджеты, оперативные и стратегические цели, процессы налоговой оптимизации.

## BUDGETING AS AN ELEMENT OF TAX PLANNING SYSTEM IN PROCESSING ORGANIZATIONS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Lyudmila N. Sotnikova<sup>1</sup>

Anna N. Polozova<sup>2</sup>

Galina V. Belyaeva<sup>3</sup>

Ekaterina A. Savvina<sup>3</sup>

Mikhail L. Neishtadt<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>ООО «EkoNivaTekhnika-Holding», Russia, Voronezh

<sup>3</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies

<sup>4</sup>Voronezh Economic and Law Institute

At present tax planning and consequently tax budgeting are not properly applied in processing organizations of the agroindustrial complex of Voronezh Oblast. Management solutions are being developed and implemented mainly in the process of tax management. The analysis of tax management process has revealed that it is based on system approach. The implementation of budgeting in processing organizations revealed discrepancies, such

as the implementation of budgets in practice in isolation from real planning and the absence of formalized procedures for execution and control of budgets. An assessment of current state of tax management of sugar production organizations in Voronezh Oblast showed that such tax management process as tax planning is reduced only to the development of minor optimization measures by the sugar plants management company (ООО «UK PRODIMEKS-sakhar») based on the results of analysis of changes and additions to regulatory legal acts; tax budgets are not prepared; the size of tax burden is not specified in the budgets. Hence the need for an immediate shift in emphasis in the use of reactive tax planning techniques and methods to the use of proactive tax budgeting tools. The objective of this study is to provide a theoretical justification and methodological support of tools for improving the internal tax environment of processing organizations-taxpayers of the agroindustrial complex. The achievement of the stated objective will be facilitated by solving the following problem: tax budgeting tools in sugar producing tax payer organizations should be developed as forms and contents of two tax budgets – all tax liabilities and income tax that are the targets of tax planning. The use of these tools will increase the tax viability of agroindustrial processing organizations.

KEYWORDS: processing organizations, Agro-Industrial Complex, tax planning, tax budgets, operational and strategic objectives, tax optimization processes.

**Н**алоговое планирование, в том числе бюджетирование, является одним из процессов системы налогового менеджмента [3, 10]. Однако в настоящее время в перерабатывающих организациях АПК Воронежской области (в частности, в сахарном производстве) оно не находит должного применения. А ведь именно в процессе налогового менеджмента, как мы считаем, разрабатываются и реализуются управленческие решения, связанные с учетом фактов хозяйственной жизни относительно системы налогообложения, оценкой уровня налоговой состоятельности субъектов хозяйствования, бюджетированием и прогнозированием налоговых платежей, планированием безопасных с правовой точки зрения оптимизационных налоговых мерпоприятий, внутренним контролем и аудированием налоговых обязательств.

Следует отметить, что поскольку в основу налогового менеджмента заложен системный подход [1, 2, 3, 5, 7, 15, 20], его необходимо воспринимать как один из элементов всей системы организационного менеджмента, который связан с другими управленческими процессами. Кроме того, и это имеет особую важность, данные взаимосвязи, также как и взаимозависимости, в полной мере обеспечивают процессы налогового планирования, в том числе – налогового бюджетирования [9, 15, 17, 19, 22], особенно если последнее развивается в системе налогового контроллинга [4].

И.А. Сидоровниной описан комплекс как методологических, так и организационных проблем, которые могут возникнуть при внедрении бюджетирования в организациях [22]. Мы разделяем авторскую позицию о превалировании таких организационных трудностей внутреннего характера, как внедрение на практике бюджетов в отрыве от реального планирования, отсутствие формализованных процедур выполнения и контроля бюджетов, исключение алгоритмических связей между пунктами различных бюджетов [22]. Последнее, по нашему мнению, имеет особую важность для налогового бюджетирования, поскольку бюджеты данного рода всегда должны быть увязаны с учетом характера используемых в них сведений.

Как справедливо отмечают Г.Я. Остаев, Б.Н. Хосиев и Ф.Н. Дзодиева, бюджет – это план, состоящий из стоимостных показателей [18]. Однако мы не можем согласиться с мнением этих авторов, считающих план и бюджет синонимами. Наша позиция заключается в следующем: план – это оперативный нормативный целевой ориентир с указанием конкретных сроков исполнения (месяц, квартал, год), а бюджет разрабатывается на основе строгой системы оптимизации, когда нормы корректируются на основе релевантных мероприятий, разработанных менеджерами конкретной организации. С нашей точкой зрения солидарны многие исследователи. Так, А.Н. Бобрышев подчеркивает, что в процессе бюджетирования необходимо применять разнообразные способы корректирующих воздействий на отклонения от параметров их исполнения [6].

В экономической литературе высказываются разнообразные точки зрения относительно позиции бюджетирования в системе планирования, не отождествляющие планы и бюджеты как итоги управленческих решений. В частности, И.А. Маслова и

М.И. Власова считают процессы бюджетирования инструментом совершенствования планирования [12].

По мнению Ю.И. Сигидова, В.В. Башкатова и М.А. Калашниковой, налоговое бюджетирование является основой перспективного налогового анализа [21]. Л.В. Попова и Е.Г. Деркова признают налоговый бюджет основным инструментом оптимизационной модели системы налогообложения [19]. Н.А. Казакова и Е.А. Хлевная акцентируют внимание на таком свойстве финансовых бюджетов, как отражение процессов добавления стоимости [8].

С учетом мнения различных авторов, а также собственных теоретических установок нами разработаны некоторые основополагающие элементы системы налогового бюджетирования, к которым можно отнести цель, задачи, подходы, инструменты (рис. 1). Таким образом, на наш взгляд, инструменты налогового бюджетирования обеспечивают реализацию множества разнообразных управленческих решений, направленных на достижение стратегической цели перерабатывающей организации-налогоплательщика – ведение конкурентоустойчивой бизнес-деятельности.

Рассмотрим, какие процессы налогового бюджетирования должна применять организация-налогоплательщик в первую очередь, если возникает необходимость разработки этой составляющей налогового планирования.

С одной стороны, в настоящее время действуют положения трех нормативных правовых актов, регламентирующих основные положения налогового планирования, в том числе бюджетирования, если его рассматривать как оптимизирующую подсистему системы налогового менеджмента организации-налогоплательщика.

В соответствии со ст. 45 Конституции РФ [11] каждая организация имеет возможность защищать свои права и свободы способами, не запрещенными законом. Так, в соответствии с Налоговым кодексом РФ [13, 14] организации-налогоплательщики вправе использовать налоговые льготы при наличии оснований и в порядке, установленном налоговым законодательством; в соответствии с Постановлением Пленума Высшего арбитражного суда РФ «Об оценке арбитражными судами обоснованности получения налогоплательщиком налоговой выгоды» [16] каждая организация-налогоплательщик должна обязательно обосновывать принимаемые управленческие решения относительно получения налоговой выгоды.

Несмотря на отсутствие в Налоговом кодексе РФ определения такого понятия, как «налоговое планирование», оно, как свидетельствуют соответствующие положения приведенных выше документов, должно стать одним из элементов системы налогового менеджмента организации-налогоплательщика. С другой стороны, имеет место определенное единство суждений относительно содержания налогового планирования, раскрывающегося в контексте его сущности, принципов и целей, как правило, прямо или косвенно связанных с процессами оптимизации (табл. 1). Однако отдельные аспекты приведенных характеристик этих категорий содержат некоторые различия во мнениях, излагаемых в публикациях специалистов-практиков.

Следует отметить, что в процессе налогового планирования обычно различают две его разновидности: стратегическое (стратегический бизнес-план) и оперативное (оперативные годовые бюджеты). Главная роль отводится стратегическому налоговому планированию, которое ориентировано на имеющиеся возможности организации доходно и безопасно развиваться в долгосрочной перспективе, так как стратегия налогового менеджмента формируется в соответствии с изменениями во внешней налоговой среде и направлена на обеспечение необходимых конкурентных преимуществ налогоплательщика. По нашему мнению, стратегия налогового планирования должна быть ориентирована не только на позитивы и преимущества различных внешних обстоятельств, но и учитывать негативы и неопределенности внешней среды, так как налоговый менеджмент организации-налогоплательщика не может полностью нивелировать их влияние, особенно прямых и субъективных факторов среды.

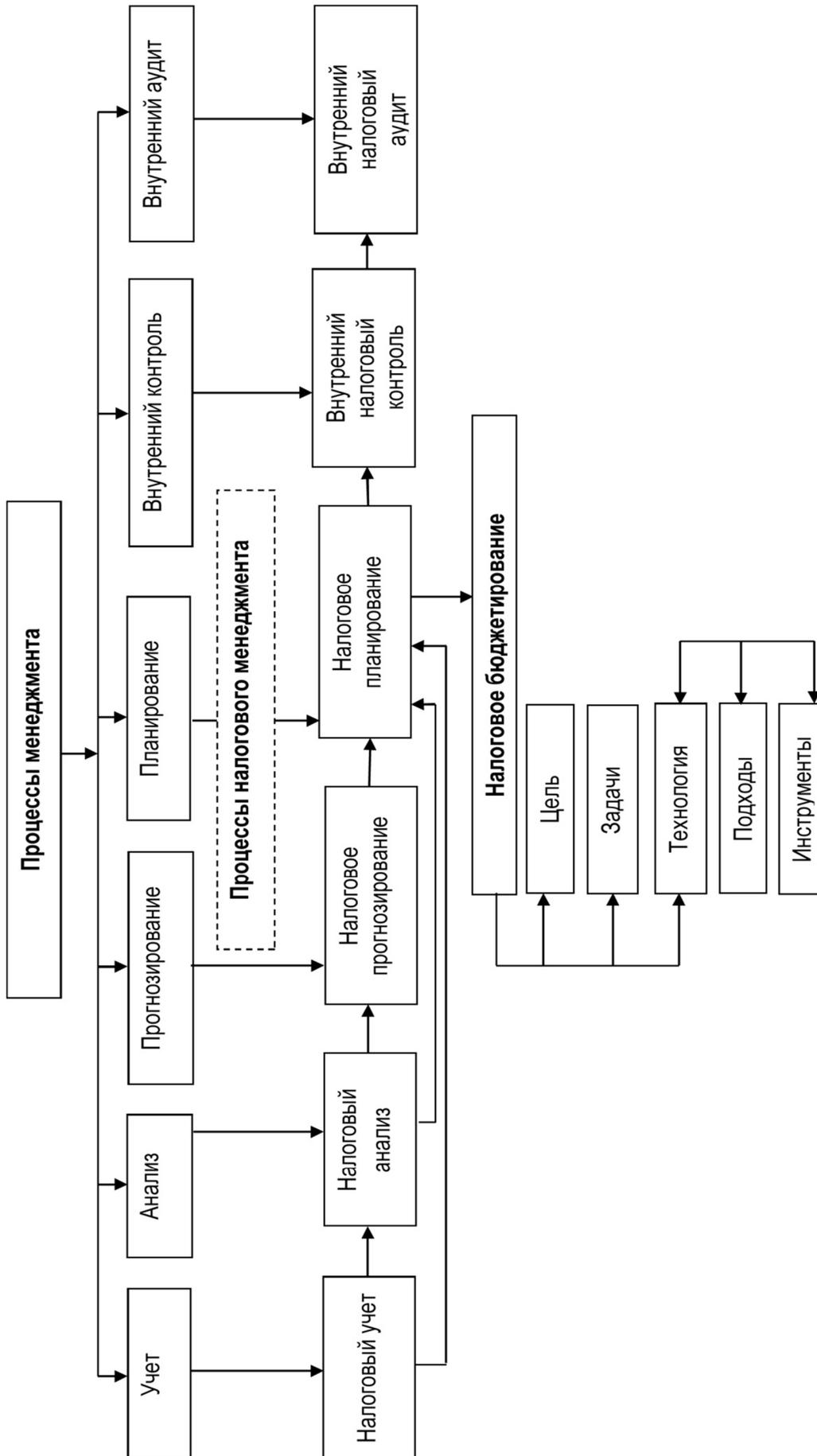


Рис. 1. Налоговое бюджетирование как составляющая налогового планирования организации-налогоплательщика

Таблица 1. Содержательные характеристики понятия «налоговое планирование»

Автор, источник	Сущность	Принципы	Цели
Е.В. Антонова [2]	Совокупность действий налогоплательщиков, направленных на рост финансовых ресурсов, регулирующих величину и структуру налоговой базы, влияющих на эффективность управленческих решений и обеспечивающих своевременные расчеты с бюджетом в соответствии с действующим законодательством	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдение требований действующего законодательства;</li> <li>- реализация возможностей, предоставляемых законодательством, и инструментов, которые обеспечивают достижение налоговой экономии в большем размере, чем затраты, связанные с их использованием;</li> <li>- рассмотрение нескольких альтернативных вариантов с выделением оптимального;</li> <li>- понятность и экономическая обоснованность налоговой выгоды.</li> </ul>	Оптимизация налоговых платежей, минимизация налоговых потерь по конкретному налогу или по совокупности налогов
И.В. Апарышев [3]	Организация легитимной деятельности налогоплательщиков по минимизации налоговых обязательств, признанное за налогоплательщиками право использовать дополнительные законные методы для максимального снижения своих налоговых обязательств	<ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотное применение положений действующего налогового законодательства;</li> <li>- использование возможных налоговых льгот, прав и гарантий.</li> </ul>	Построение хозяйственной модели, обеспечивающей снижение налоговой нагрузки
И.В. Беспалов [5]	Совокупность действий налогоплательщиков, направленных на рост финансовых ресурсов, регулирующих величину и структуру налоговой базы и обеспечивающих своевременные расчеты с бюджетом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- согласованность налогового плана и требований действующего законодательства;</li> <li>- снижение налоговых обязательств;</li> <li>- использование всех возможностей, изложенных в законодательстве, обеспечивающих достижение налоговой экономии в большем размере, чем затраты, связанные с их применением;</li> <li>- альтернативность вариантов с выделением наиболее приемлемого.</li> </ul>	Оптимизация налоговых платежей, минимизация налоговых потерь.
Е.Е. Носырева [15]	Совокупность действий налогоплательщика, направленных на увеличение финансовых ресурсов организации, регулирующих величину и структуру налоговой базы и обеспечивающих своевременные расчеты с бюджетом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- законность;</li> <li>- выгодность;</li> <li>- реальность и эффективность;</li> <li>- альтернативность;</li> <li>- оперативность;</li> <li>- понятность и обоснованность.</li> </ul>	Оптимизация налоговых платежей, минимизация налоговых потерь
Л.В. Попова, Е.С. Рождественская [20]	Составная часть системы управления организацией, позволяющая прогнозировать налоговые обязательства в краткосрочном, долгосрочном периодах и предупредить налоговые санкции	<ul style="list-style-type: none"> <li>- законность;</li> <li>- перспективность;</li> <li>- этапность;</li> <li>- индивидуальность;</li> <li>- коллегияльность в принятии решений;</li> <li>- изучение судебной практики по различным аспектам налоговых правоотношений.</li> </ul>	Минимизация налоговых платежей, подлежащих уплате в бюджет при одном временном использовании режимов налогообложения

Традиционно стратегическое налоговое планирование изначально осуществляется в момент создания и регистрации организации и нацелено на оптимизацию системы налогообложения в перспективе. Затем в ходе дальнейшего развития организации-налогоплательщика оно приобретает несколько иное и более важное направление, ориентированное на оптимизационные налоговые бюджеты, и никогда не отменяется. Стратегия при проведении налогового планирования, на наш взгляд, может включать в себя вид экономической деятельности (который может изменяться), режим налогообложения (который может быть заменен), получение налоговых кредитов и отсрочек (целесообразность которых обязательно должна быть подтверждена) и др.

Оперативные цели налогового бюджетирования в обязательном порядке учитывают текущую ситуацию, особенно резко изменяющиеся условия ведения экономической деятельности организации под влиянием макроэкономических и политических факторов, возможности оптимизации налоговой базы и минимизации (ликвидации) налоговых потерь, а также существенные изменения в нормативных правовых актах, регулирующих тот или иной аспект налогообложения бизнес-деятельности хозяйствующих субъектов.

Задачи, решаемые в ходе разработки налоговых бюджетов, детально раскрывают содержание поставленной цели оптимизации, то есть они составляются таким образом, чтобы соответствовать стратегическому налоговому бизнес-плану.

Задачи налогового планирования, в том числе решаемые в ходе разработки бюджетов, как правило, характеризуются специалистами-практиками следующим образом:

- 1) анализ налоговой политики экономических субъектов;
- 2) анализ рынков сырья и сбыта, договорной политики со стейкхолдерами;
- 3) разработка налогового календаря;
- 4) определение налогового бремени;
- 5) расчеты налоговых платежей и налоговой нагрузки;
- 6) минимизация налоговых платежей;
- 7) оптимизация системы налогообложения;
- 8) контроль дебиторской и кредиторской задолженностей, общего состояния бухгалтерского и налогового учета и отчетности;
- 9) контроль над сроками уплаты налогов.

Следует отметить, что включение в состав перечисленных задач аналитических и контрольных процедур нельзя признать правомерным, так как налоговый анализ и налоговый контроль являются отдельными самостоятельными элементами системы налогового менеджмента, в частности предваряющими процесс налогового планирования (анализ) и заключающими его (контроль) вместе с внутренним налоговым аудитом.

Кроме того, мы считаем некорректным заменять категорию «оптимизация» категорией «минимизация» в контексте налоговых обязательств, то есть нельзя использовать термин «минимизация» применительно к категории «налоговые платежи», так как налоговые обязательства организации-налогоплательщика вправе оптимизировать, но не минимизировать, в отличие от налоговых потерь, и подмена подобного рода провоцирует налогоплательщика на нелегитимные или недостаточно обоснованные действия.

Иначе говоря, в контексте задач налогового бюджетирования необходимо вести речь как минимум о двух отличающихся по сущности понятиях:

- 1) оптимизации налоговых платежей и налоговой нагрузки;
- 2) минимизации налоговых потерь в полном соответствии с изложенной выше целью.

Оперативное налоговое бюджетирование, в отличие от вышерассмотренного стратегического плана направлено на реализацию преимуществ организации-налогоплательщика во внутренней налоговой среде и является процессом, преимущественно связанным с оптимизацией структуры и движения налоговых платежей на очередной

календарный год. Технологию оперативного налогового бюджетирования мы связываем с возможностями уменьшения тяжести налогового бремени и обеспечением условий достижения норматива налоговой нагрузки в течение ограниченного периода или в каждой конкретной хозяйственной ситуации в ходе планирования налоговых параметров, показателей и индикаторов. Обычно первые включают в себя: использование налоговых льгот; применение рациональных форм договорных отношений; внесение гарантирующих эффект изменений и дополнений в учетную налоговую политику и др., предусматриваемых налоговым планированием.

Таким образом, мы считаем, что и стратегия (как генеральный налоговый план), и оперативные управленческие действия (как текущие налоговые бюджеты) представляют собой две взаимосвязанные и взаимозависимые стороны налогового планирования, отличающиеся с технологической точки зрения уровнем, масштабом, подходами и инструментами управленческой деятельности.

Относительно подходов, применяемых в налоговом планировании, среди высказываемых специалистами мнений особых разногласий нами не отмечено, если только учитывать утверждение авторов, отождествляющих их с инструментами. Подходы к налоговому планированию, которым отдаются предпочтения ввиду их несомненных достоинств, приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Традиционные подходы к налоговому планированию, в том числе налоговому бюджетированию**

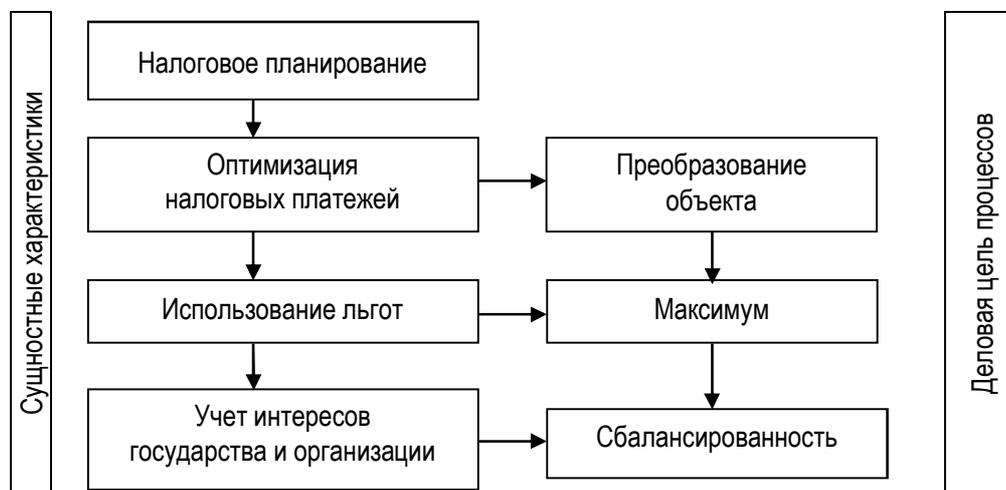
Вид	Сущность
Нормативный	Расчет показателей бюджетов по действующим нормативам, устанавливаемым государственными органами, и внутриорганизационным нормативам
Балансовый	Формирование налогового поля, в том числе финансовых фактов, на основе составления проводок в бухгалтерском и налоговом учете
Моделирование	Выделение существенных характеристик налоговых бюджетов на основе предварительной разработки модели (условного образа)
Ситуативный	Рассмотрение ситуаций, при которых процессы планирования, в том числе бюджетирования, осуществляются при наименьших затратах

В ходе стратегического налогового планирования, как мы считаем, предпочтительно использовать такие подходы, как моделирование и ситуативный, а в ходе оперативного налогового бюджетирования – балансовый и нормативный. Каждый из них, выполняя свое целевое предназначение, вносит необходимый вклад в формирование эффективной системы налогового планирования, в том числе налогового бюджетирования.

Для понимания сущности формирования этапов налогового планирования и позиционирования в нем процессов бюджетирования необходимо принять во внимание их особенности как элементов системы налогового менеджмента, к которым, по нашему мнению, относятся следующие: налоговое планирование является единственной легальной возможностью сокращения налоговых обязательств посредством их корректировки при соблюдении налогового законодательства; в основе разработки налоговых бюджетов лежат инструменты оптимизации налоговых платежей, в том числе минимизации налоговых потерь; позитивные возможности налоговой оптимизации обусловлены полным, правильным и обоснованным использованием установленных законодательством льгот.

Нами установлено, что основной причиной, порождающей рассогласованность в понимании способов оптимизации налогообложения, является отсутствие официально закрепленного его определения. С учетом представленных выше описаний стратегии налогового планирования, целей, задач, подходов и инструментов налогового бюджетирования нами сформулированы следующие характеристики налоговой оптимизации, которые необходимо принимать во внимание в ходе разработки параметров налоговых стратегических планов, а также показателей и индикаторов налоговых бюджетов:

выбор объекта оптимизации; определение направлений оптимизации; наличие деловой цели изменений объекта оптимизации; обеспечение сбалансированности оптимизированных налоговых платежей (обязательств, являющихся законно сокращенными), учитывающих интересы организации-налогоплательщика, и налоговых поступлений как доходов, учитывающих интересы государства (рис. 2).



**Рис. 2. Процессы оптимизации налоговых платежей в ходе налогового бюджетирования**

Разработанная нами технология налогового бюджетирования базируется на специфических инструментах (абсолютных и относительных показателей, индикаторов) и включает несколько этапов. Содержание модели процессов налогового планирования, рекомендуемых нами для перерабатывающих организаций АПК, и позиционирование в ней процессов бюджетирования представлены на рисунке 3.

С одной стороны, налоговое планирование как самостоятельный процесс налогового менеджмента в департаменте производственного управления «ПРОДИМЕКС-Сахар» не выделено, с другой – разрабатываются некоторые мероприятия по налоговой оптимизации, которые затем проходят согласование с головной организацией холдинга «ПРОДИМЕКС». Иначе говоря, отдельные процессы налогового планирования в организациях сахарного производства Воронежской области имеют место, но его преимущества и возможности используются не полностью, так как сведены только к частичной и редкой налоговой оптимизации.

В таблице 3 приведена разработанная и предлагаемая нами к использованию в организациях сахарного производства форма бюджета налогов и сборов, в которой отражены соответствующие показатели на 2019 г. на примере ОАО «Лискисахар» Воронежской области.

В ходе разработки бюджета использовалась следующая информация по этой организации:

- данные регистров налогового учета (2018 г.);
- нормативная величина налоговой нагрузки по организациям сахарного производства, рекомендуемая правительством Воронежской области (5,5%);
- возможные оптимизационные мероприятия и условия их реализации относительно налоговых обязательств организации ОАО «Лискисахар» в 2019 г. с учетом сделанных нами рекомендаций.

В таблице 4 приведена информация о бюджете налога на прибыль по организации ОАО «Лискисахар» на 2019 г. В ходе разработки бюджета использовалась информация, основанная на экспертных оценках изменения доходов и расходов этой организации в 2019 г. по сравнению с 2018 г.

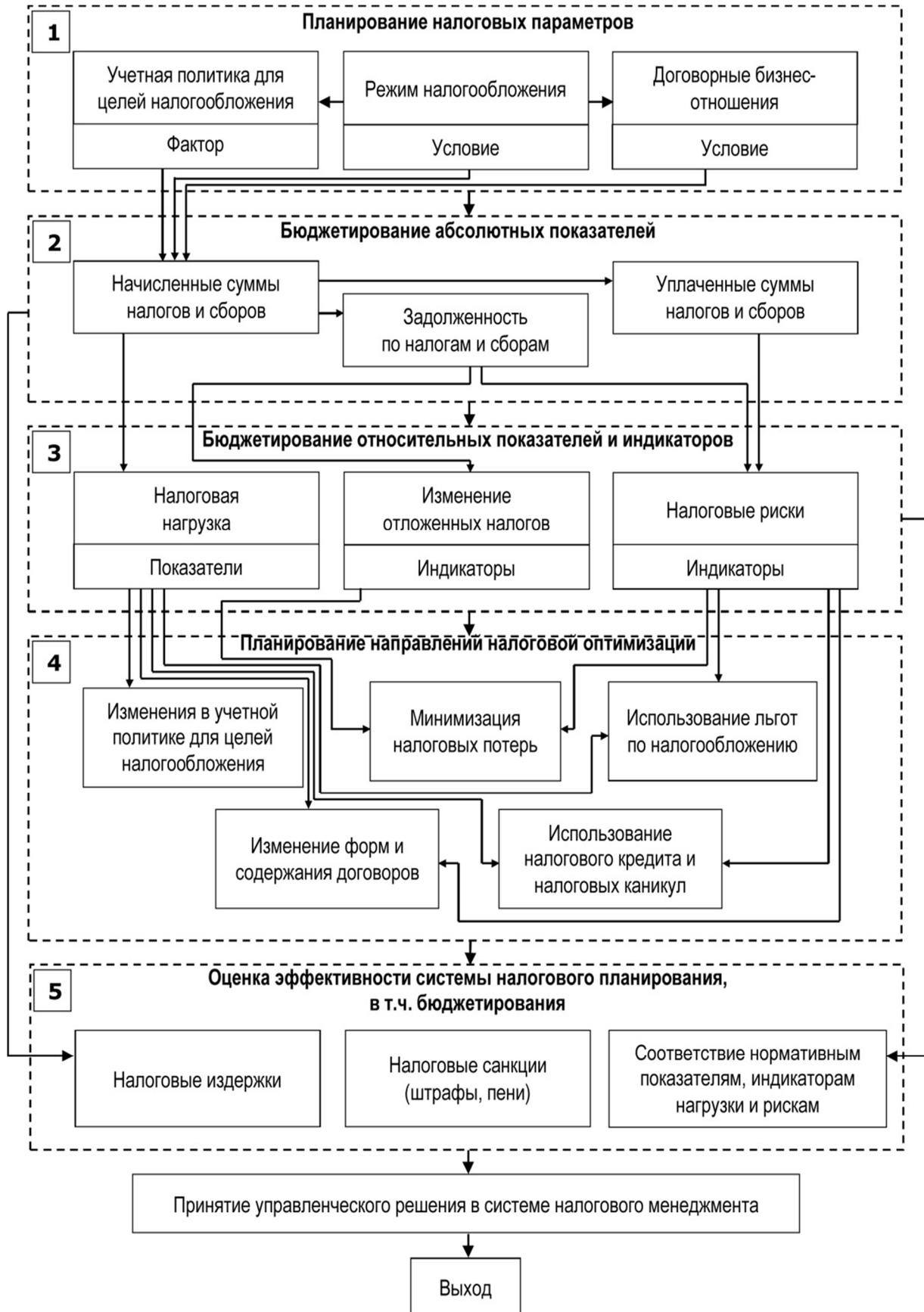


Рис. 3. Модель и содержание этапов системы налогового планирования, в том числе налогового бюджетирования

Таблица 3. Бюджет налогов, сборов и страховых платежей организацией ОАО «Лискисахар» Воронежской области

Показатель	Задолженность на 01.01.2019 г.	Начислено в 2019 г.	Уплачено за 2019 г.	Задолженность на 31.12.2019 г.	Справочно	
					Возмещено из бюджета	Количество налогоплательщиков
Налог на прибыль	41 247	172 586	175 270	38 563	-	1
Налог на добавленную стоимость	1494	58 870	59 480	884	-	1
Налог на имущество	1216	4850	4930	1136	-	1
Земельный налог	3524	14 020	14 840	2704	-	1
Налог на доходы физических лиц	1363	16 380	16 830	913	-	1
Водный налог	5	20	23	2	-	1
Транспортный налог	89	310	330	69	-	1
Другие налоги и сборы	21	80	90	11	-	1
Всего налогов и сборов	48 959	267 128	213 090	102 997	-	1
Налоговая нагрузка, %	-	-	5,6	-	-	1
Страховые платежи – всего	3007	35 260	36 170	2097	-	1
из них: пенсионный фонд	2165	25 810	26 930	1045	-	1
фонд социального страхования	309	3430	3590	149	-	1
фонд медицинского страхования	533	6020	6440	113	-	1
Взносы на страхование по травматизму	51	580	610	21	-	1

Таблица 4. Бюджет налога на прибыль на 2019 г. организацией ОАО «Лискисахар» Воронежской области

Показатель	Период			
	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Доходы, учитываемые для целей налогообложения по основной деятельности	627 300	162 140	789 140	1 678 400
Доходы, учитываемые для целей налогообложения по побочной деятельности	47 210	35 470	47 300	106 480
Внерезидентные доходы, учитываемые для целей налогообложения	114 510	83 200	145 680	176 910
Расходы, учитываемые для целей налогообложения по основной деятельности, в том числе косвенные расходы	497 450	121 770	636 260	1 312 250
Расходы, учитываемые для целей налогообложения по побочной деятельности, в том числе косвенные расходы	74 300	16 290	108 900	183 480
Внерезидентные расходы, учитываемые для целей налогообложения	36 530	30 020	35 650	85 460
Налогооблагаемая прибыль от основной деятельности	1750	1320	1530	3670
Налогооблагаемая прибыль от побочной деятельности	90 940	67 220	90 940	146 320
Всего: налогооблагаемая прибыль	129 850	40 370	152 880	366 150
Налогооблагаемая прибыль от других видов деятельности	10 680	5450	11 650	21 020
Всего: налогооблагаемая прибыль	23 570	15 980	54 740	30 590
Налог на прибыль (20%)	164 100	61 800	219 270	417 760
Налог на прибыль (20%)	32 820	12 360	43 854	83 552
Всего: налог на прибыль (20%)	196 920	74 160	263 124	501 312

Использование рекомендуемых нами форм налоговых бюджетов может дать дополнительный эффект, если процессы бюджетирования будут внедрены в систему контроллинга, который пока не нашел должного распространения в менеджменте сахарного производства и в большинстве других перерабатывающих производств АПК России.

### Выводы

Современное состояние перерабатывающих организаций АПК, в том числе сахарного производства, зависит от отношений с налоговыми органами по разнообразным направлениям.

Одним из действенных направлений совершенствования внутренней налоговой среды этих организаций могут стать инструменты налогового бюджетирования, ориентированные на соответствующие цели и задачи, использующие специальную технологию, методы и инструменты. Процессы налогового бюджетирования включают разработку системы налоговых бюджетов как инструментов оперативного налогового планирования и являются активным элементом налоговой оптимизации.

Для организаций-налогоплательщиков сахарного производства Воронежской области на примере организации ОАО «Лискисахар» разработаны и рекомендованы два бюджета: 1) бюджет налогов, сборов и страховых платежей на 2019 г.; 2) бюджет налога на прибыль на 2019 г. в поквартальном исчислении, позволяющие контролировать не только величину налогового бремени, но и налоговой нагрузки организаций, величина которой должна атрибутивно указываться в налоговых бюджетах.

Таким образом, удовлетворяется насущная потребность в формировании процессов налогового планирования, в том числе бюджетирования, в перерабатывающих организациях конкретного вида деятельности, в частности сахарного производства; учитываются специфические черты менеджмента перерабатывающего бизнеса; реализуются неиспользованные или недоиспользованные возможности оптимизации налоговых платежей на основе паритета интересов государства как их получателя в виде поступлений и организаций-налогоплательщиков как исполнителя налоговых обязательств в виде их начисления, учета и уплаты.

### Библиографический список

1. Абдулаева Б.К. Методологические подходы к понятию налогового планирования / Б.К. Абдулаева, Ф.С. Дибиргаджиева // Теория и практика общественного развития. – 2014. – № 21. – С. 114–117.
2. Антонова Е.В. Выбор методики определения налоговой нагрузки и налоговое планирование на предприятии / Е.В. Антонова // Налоги и налогообложение. – 2013. – № 8. – С. 615–625.
3. Апарышев И.В. Агрессивное налоговое планирование / И.В. Апарышев // Финансовый менеджмент. – 2014. – № 3. – С. 53–61.
4. Барулин С.В. Налоговый контроллинг : учебник / С.В. Барулин, Е.В. Барулина. – Москва : Русайнс, 2016. – 168 с.
5. Беспалов М.В. Налоговое планирование и оптимизация налогообложения: основные цели, задачи и принципы осуществления / М.В. Беспалов // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. – 2013. – № 23 (335). – С. 26–32.
6. Бобрышев А.Н. Бюджетирование как инструмент управления в условиях кризисных процессов в экономике / А.Н. Бобрышев // Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве. – 2015. – № 4. – С. 54–63.
7. Гарнов А.П. Налоговый менеджмент как эффективный инструмент управления налогами / А.П. Гарнов // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 2. – С. 13–17.
8. Казакова Н.А. Оперативное управление финансовыми потоками в рамках бюджетной модели управления / Н.А. Казакова, Е.А. Хлевная // Управленческий учет. – 2015. – № 12. – С. 99–106.
9. Калмакова Н.А. Учет свойств в систематизации принципов, закономерностей и ключевых элементов развивающихся систем / Н.А. Калмакова // Управленческий учет. – 2016. – № 8. – С. 8–17.
10. 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.
11. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ 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/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/) (дата обращения: 20.06.2019).

12. Маслова И.А. Понятие и сущность бюджетирования и финансового планирования на базе учетной информации / И.А. Маслова, М.И. Власова // *Управленческий учет*. – 2017. – № 11. – С. 90–97.
13. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть 1 от 31 июля 1998 г. № 146-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req=doc; base=LAW; n=19671#06410514908169372](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=19671#06410514908169372) (дата обращения: 20.06.2019).
14. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть 2 от 5 августа 2000 г. № 117-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28165/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/) (дата обращения: 20.06.2019).
15. Носырева Е.Е. Основы налогового планирования в организации и его необходимость / Е.Е. Носырева // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. – 2013. – № 1 (9). – С. 90–94.
16. Об оценке арбитражными судами обоснованности получения налогоплательщиком налоговой льготы : Постановление Пленума Высшего арбитражного суда Российской Федерации от 12.10.2006 г. № 53 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_63894/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_63894/) (дата обращения: 20.06.2019).
17. Остаев Г.Я. Бюджетирование: методика принятия оперативных управленческих решений / Г.Я. Остаев, С.Р. Концевая, Л.А. Меликян // *Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве*. – 2017. – № 5–6. – С. 61–70.
18. Остаев Г.Я. Формирование системы бюджетирования на сельскохозяйственных предприятиях / Г.Я. Остаев, Б.Н. Хосиев, Ф.Н. Дзодиева // *Бухгалтерский учет в сельском хозяйстве*. – 2017. – № 4. – С. 37–46.
19. Попова Л.В. Видовой состав налогового моделирования в общей системе корпоративного налогового планирования / Л.В. Попова, Е.Г. Деркова // *Управленческий учет*. – 2017. – № 9. – С. 77–81.
20. Попова Л.В. Методики налогового планирования и прогнозирования при мультирежимной системе налогообложения / Л.В. Попова, Е.С. Рождественская // *Управленческий учет*. – 2016. – № 6. – С. 82–86.
21. Сигидов Ю.И. Налоговое бюджетирование как основа перспективного налогового анализа / Ю.И. Сигидов, В.В. Башкатов, М.А. Калашникова // *Бухучет в сельском хозяйстве*. – 2017. – № 1. – С. 36–42.
22. Сидоровнина И.А. Оптимизация структур управления при внедрении бюджетирования / И.А. Сидоровнина // *Управленческий учет*. – 2015. – № 2. – С. 99–106.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Людмила Николаевна Сотникова – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [lyusotn@yandex.ru](mailto:lyusotn@yandex.ru).

Анна Николаевна Полозова – доктор экономических наук, профессор, консультант по экономическому развитию ООО «ЭкоНиваТехника-Холдинг», Россия, г. Воронеж, e-mail: [annapollo@yandex.ru](mailto:annapollo@yandex.ru).

Галина Викторовна Беляева – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [bgv@vsuet.ru](mailto:bgv@vsuet.ru).

Екатерина Андреевна Саввина – кандидат технических наук, доцент кафедры экономической теории и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [ratenok2207@yandex.ru](mailto:ratenok2207@yandex.ru).

Михаил Леонидович Нейштадт – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики АООН «Воронежский экономико-правовой институт», Россия, г. Воронеж, e-mail: [u57164@mail.ru](mailto:u57164@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 19.09.2019

Дата принятия к печати 23.11.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lyudmila N. Sotnikova, 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: [lyusotn@yandex.ru](mailto:lyusotn@yandex.ru).

Anna N. Polozova, Doctor of Economic Sciences, Professor, Consultant for Economic Development, ООО «ЭкоНиваТехника-Holding», Russia, Voronezh, e-mail: [annapollo@yandex.ru](mailto:annapollo@yandex.ru).

Galina V. Belyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economic Theory and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [bgv@vsuet.ru](mailto:bgv@vsuet.ru).

Ekaterina A. Savvina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Economic Theory and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [ratenok2207@yandex.ru](mailto:ratenok2207@yandex.ru).

Mikhail L. Neishtadt, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics, Voronezh Economic and Law Institute, Russia, Voronezh, e-mail: [u57164@mail.ru](mailto:u57164@mail.ru).

Received September 19, 2019

Accepted after revision November 23, 2019

---

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И  
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ  
МАЛЫХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

---

**Валерий Иванович Лойко  
Татьяна Петровна Барановская  
Дмитрий Витальевич Башак**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Авторами проведена работа по построению программного обеспечения, позволяющего проводить компьютерный анализ эффективности работы малых перерабатывающих предприятий, являющихся структурными подразделениями АПК. Разработаны математические модели, а также схемы организации материальных и финансовых потоков в малом однопродуктовом и многопродуктовом перерабатывающем предприятии и фермерском хозяйстве, развивающем переработку одного из видов производимой сельскохозяйственной продукции. В основу решения данной задачи легли формулы расчета эффективности функционирования предприятий АПК. Делается вывод о том, что эффективность фермерского хозяйства, развивающего переработку одного из видов производимой продукции, в отличие от малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, характеризуется отношением среднерыночной цены на агросырье к затратам на его производство, то есть находится в абсолютной зависимости от эффективности фермерского производства. Представлены алгоритм решения поставленной задачи, позволяющий оценивать эффективность функционирования одно- и многопродуктовых перерабатывающих предприятий, а также интерфейс разработанного программного обеспечения и примеры построения графического представления эффективности анализируемых предприятий. Комплекс программных инструментов разработан на языке программирования C# и платформе .NET. Выбор языка программирования обусловлен несколькими критериями, одним из которых является кроссплатформенность, обеспечивающая возможность использования разработанного алгоритма для генерации программных решений с использованием любых доступных платформ, вторым – удобство работы с графиками и диаграммами. Кроме того, в языке программирования C# имеется стандартная библиотека, позволяющая эффективно реализовать функции построения инфографики. Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процессы оценки экономической эффективности перерабатывающих структур и представлять результаты оценки в табличном и графическом виде.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эффективность, денежные потоки, материальные потоки, программный комплекс, малые предприятия.

---

**MATHEMATICAL, ALGORITHMIC AND SOFTWARE SUPPORT OF  
THE INFORMATION SUBSYSTEM FOR MANAGING THE EFFICIENCY  
OF SMALL PROCESSING AGROINDUSTRIAL ENTERPRISES**

---

**Valery I. Loyko  
Tatyana P. Baranovskaya  
Dmitry V. Bashak**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

The authors have worked on designing the software that allows performing a computer analysis of efficiency of small processing enterprises, which are structural divisions of the agroindustrial complex. Mathematical models have been developed, as well as schemes for organizing material and financial flows in a small single-product and multi-product processing enterprise and a farm enterprise that develops the processing of one type of agricultural products being produced. The basis for solving this problem was the formula for calculating the efficiency of agroindustrial enterprises. It is concluded that in contrast to a small single-product processing enterprise, the efficiency of a farm enterprise developing the processing of one type of manufactured products is characterized by the ratio of the average market price for agricultural raw materials to the costs of their production, i.e. it is absolutely dependent on the efficiency of farm production. This article presents an algorithm for solving this problem that allows evaluating the efficiency of single- and multi-product processing enterprises, as well as the interface of the developed software and examples of building a graphical representation of the efficiency of the analyzed enterprises. A set of software tools has been developed using C# programming language and the .NET platform. The choice of programming language is determined by several criteria, one of which is cross-platform compatibility, which makes it possible to use the developed algorithm to generate software solutions using any available platforms, and the second criteria is the convenience of working with graphs and charts. Moreover, C# programming language has a standard library that allows an efficient implementation of the function of infographics building. The developed software allows automating the processes of assessing the economic efficiency of processing enterprises and presenting the results of assessments in tabular and graphical forms.

**KEYWORDS:** efficiency, cash flows, material flows, software package, small enterprises.

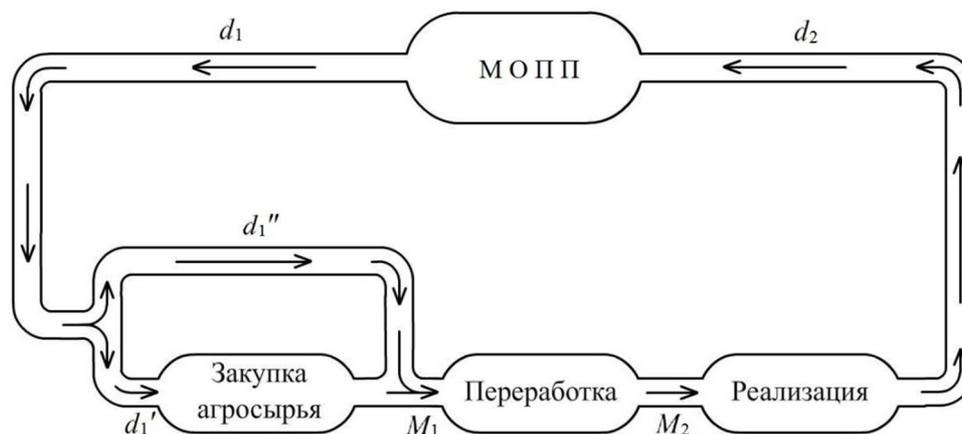
**В** настоящее время в России в системе управления производственными предприятиями потребительской кооперации идут процессы реструктуризации, требующие глубокого анализа экономических процессов, происходящих в современном производстве, на основе обобщения практического опыта ведущих сельскохозяйственных производителей и последних достижений современной науки [8, 9, 11, 12].

Перерабатывающая промышленность занимает ведущие позиции в российской экономике. Огромную роль в развитии переработки закупленного у населения сельскохозяйственного сырья играют малые фермерские и производственные предприятия, так как они максимально приближены к местным сырьевым источникам и к потребителям. Промышленность потребительской кооперации является надежным источником поступления продовольственных товаров в собственную торговую сеть, что способствует более полному удовлетворению потребностей пайщиков и обслуживаемого населения в товарах высокого качества и достаточно широкого ассортимента.

Актуальной и особо важной задачей субъектов малого предпринимательства, развивающих переработку сельскохозяйственной продукции, является повышение эффективности функционирования, что возможно за счет формирования стратегии развития, роста качества управления материальными потоками и запасами, ассортиментом выпускаемой продукции, а также за счет развития информатизации процессов управления, в том числе через разработку программного обеспечения, реализующего функции анализа и управления параметрами эффективности [1–7, 10].

В рыночной экономике малый и средний бизнес является ведущим сектором, который определяет темпы экономического роста, структуру и качество валового национального продукта. Малые предприятия более динамичны, они быстрее и эффективнее реагируют на изменение конъюнктуры рынка, способствуют созданию новых рабочих мест, государственная поддержка малого бизнеса эффективнее по затратам. Существенный вклад малый бизнес вносит в формирование конкурентной среды, способствуя преодолению отраслевого и территориального монополизма.

На рисунке 1 схематично представлена модель малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, стрелками показаны финансовые потоки.



**Рис. 1. Материально-финансовые потоки в малом однопродуктовом перерабатывающем предприятии (МОПП)**

На рисунках 1 и 2 использованы следующие условные обозначения:

$d_1$  – денежный поток компенсации затрат на производство продукции переработки;

$d_1'$  – денежный поток затрат на закупку агросырья;

$d_1''$  – денежный поток затрат на переработку агросырья в конечную продукцию;

$d_2$  – денежный поток в виде выручки от реализации продукции переработки;

$M_1$  – материальный поток (объем) закупленного агросырья;

$M_2$  – материальный поток (объем) готовой товарной продукции.

Для расчета эффективности малого однопродуктового перерабатывающего предприятия предлагается использовать следующую формулу:

$$\mathcal{E}_{ps} = \frac{P_p}{P_a m_p + C_p}, \quad (1)$$

где  $P_p$  – цена, по которой реализуется готовый продукт;  
 $P_a$  – стоимость закупки единицы агросырья;  
 $m_p$  – норма преобразования (количество сырья, требуемое для производства единицы продукции переработки).  
 $C_p$  – сумма затрат, понесенных на переработку единицы агросырья.

На рисунке 2 приведена схема формирования материально-финансовых потоков в фермерском однопродуктовом перерабатывающем хозяйстве.

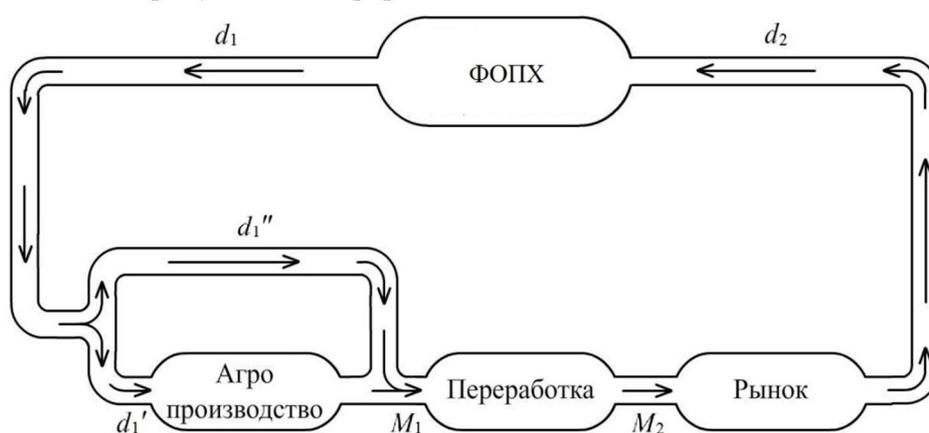


Рис. 2. Материально-финансовые потоки в фермерском однопродуктовом перерабатывающем хозяйстве (ФОПХ)

Оценка эффективности фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства проводится через расчет отношения цены готовой продукции к произведению затрат на производство сырья  $C_a$  и нормы преобразования  $m_p$ , сложенному с затратами на получение переработанной продукции  $C_p$ :

$$\mathcal{E}_{fps} = \frac{P_{fp}}{C_a m_p + C_p}, \quad (2)$$

где  $C_a$  – затраты на производство единицы агросырья.

Если предположить, что цены реализации готовой продукции в однопродуктовом перерабатывающем и фермерском предприятиях равны  $P_p = P_{fp}$ , а также величина, обратная технологической норме преобразования  $m_p$ , и затраты на получение единицы перерабатываемой продукции  $C_p$  взаимно равны, то отличие моделей эффективностей заключается в том, что в формуле для  $\mathcal{E}_{fps}$  множителем у нормы преобразования агросырья в готовую продукцию  $m_p$  стоят удельные затраты на производство агросырья  $C_a$ , а у модели эффективности  $\mathcal{E}_{ps}$  – стоимость закупки единицы агросырья  $P_a$ .

Отнеся, при указанных выше условиях,  $\mathcal{E}_{fps}$  к  $\mathcal{E}_{ps}$ , получим базу для определения сравнительной эффективности  $\mathcal{E}$ :

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{fps}}{\mathcal{E}_{ps}} = \frac{P_a m_p + C_p}{C_a m_p + C_p} \quad (3)$$

или

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_f = \frac{P_a}{C_a}. \quad (4)$$

Эффективность фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства, в отличие от малого однопродуктового перерабатывающего предприятия, характеризуется отношением среднерыночной цены на агросырье к затратам на его производство, то есть находится в абсолютной зависимости от эффективности фермерского производства.

Эффективность будет определяться в соответствии с выражением (5) для фермерского однопродуктового перерабатывающего хозяйства, а для малого однопродуктового перерабатывающего предприятия в соответствии с выражением (6):

$$\mathcal{E}_{fps} = \frac{\varepsilon_f}{\alpha + 1}, \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_{ps} = \frac{\varepsilon_p}{\mathcal{E}_f \alpha + 1}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – соотношение нормированных затрат производства агросырья.

При  $\varepsilon_p = \varepsilon_f$  сравнительная эффективность  $\mathcal{E}$  будет равна

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{fps}}{\mathcal{E}_{ps}} = \frac{\mathcal{E}_f \alpha + 1}{\alpha + 1}. \quad (7)$$

На рисунке 3 в виде графика представлен анализ эффективности фермерского однопродуктового перерабатывающего предприятия.

Построенная диаграмма показывает зависимость соотношения нормированных затрат производства агросырья  $\alpha$  к эффективности  $\mathcal{E}$  при различных параметрах эффективности производства.

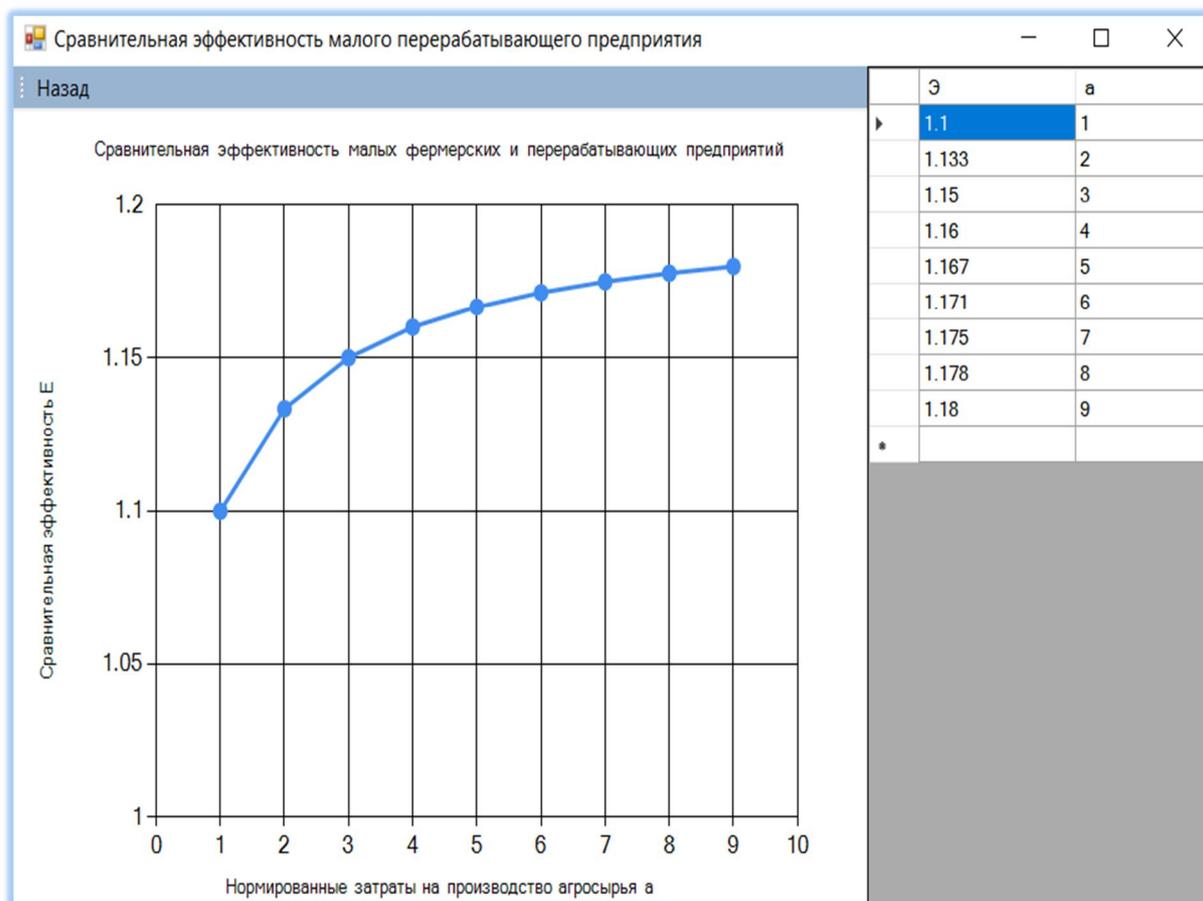


Рис. 3. Зависимость сравнительной эффективности  $\mathcal{E}$  от нормированных затрат на производство агросырья  $\alpha$  при эффективности агропроизводства  $\mathcal{E}_f = 1,2$

Зависимость нормированных минимальных цен реализации переработанной продукции  $\varepsilon_{f \min}$  и  $\varepsilon_{p \min}$  от нормированных затрат на производство агросырья  $\alpha$  при различных значениях эффективности агропроизводства  $\varepsilon_f$  является линейной.

Следует отметить, что прямые нормированные минимальные цены сходятся на оси ординат, а с возрастанием эффективности производства угол наклона к оси абсцисс увеличивается. Для построения данного графика использовалась библиотека `c# chart`, позволяющая повысить наглядность значений, полученных в результате эксперимента. Сами значения представлены в правой табличной части формы.

Для малых многопродуктовых перерабатывающих предприятий схема потоков несколько усложняется (рис. 4).

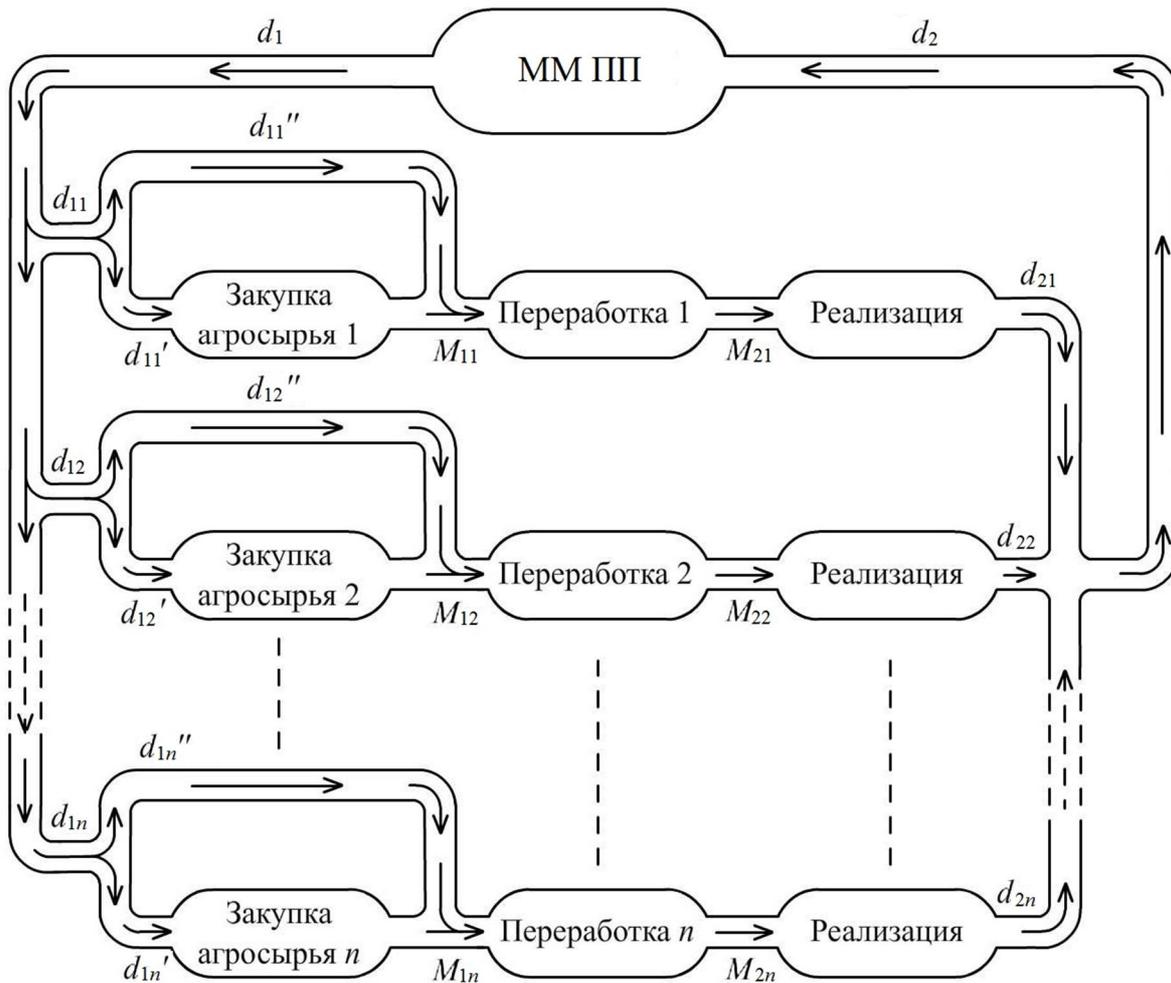


Рис. 4. Схема материально-финансовых потоков в малом многопродуктовом перерабатывающем предприятии (ММП):

$n$  – количество производственных цепочек в малом многопродуктовом перерабатывающем предприятии;

$d_1$  – совокупный денежный поток затрат на производство продукции переработки;

$d_{i1}$ ,  $d_{i2}$ ,  $d_{in}$  – денежный поток затрат на производство продукции переработки конкретного вида;

$d_{i1}'$ ,  $d_{i2}'$ ,  $d_{in}'$  – денежный поток затрат на закупку агросырья для продукции конкретного вида;

$d_{i1}''$ ,  $d_{i2}''$ ,  $d_{in}''$  – денежный поток затрат на переработку агросырья в готовую продукцию конкретного вида;

$d_2$  – совокупный денежный поток от реализации продукции переработки;

$d_{i1}$ ,  $d_{i2}$ ,  $d_{in}$  – денежный поток от реализации продукции переработки конкретного вида;

$M_{i1}$ ,  $M_{i2}$ ,  $M_{in}$  – материальный поток (объем) закупленного агросырья для производства продукции конкретного вида;

$M_{i1}$ ,  $M_{i2}$ ,  $M_{in}$  – материальный поток (объем) готовой продукции переработки конкретного вида.

Эффективность функционирования данного предприятия определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{pi} = \frac{P_{pi}}{P_{ai} m_{pi} + C_{pi}} . \quad (8)$$

Алгоритм работы программы, позволяющей оценивать эффективность функционирования одно- и многопродуктовых перерабатывающих предприятий, предполагает использование девяти пользовательских форм: одной основной, четырех форм ввода данных и четырех результирующих форм (рис. 5).

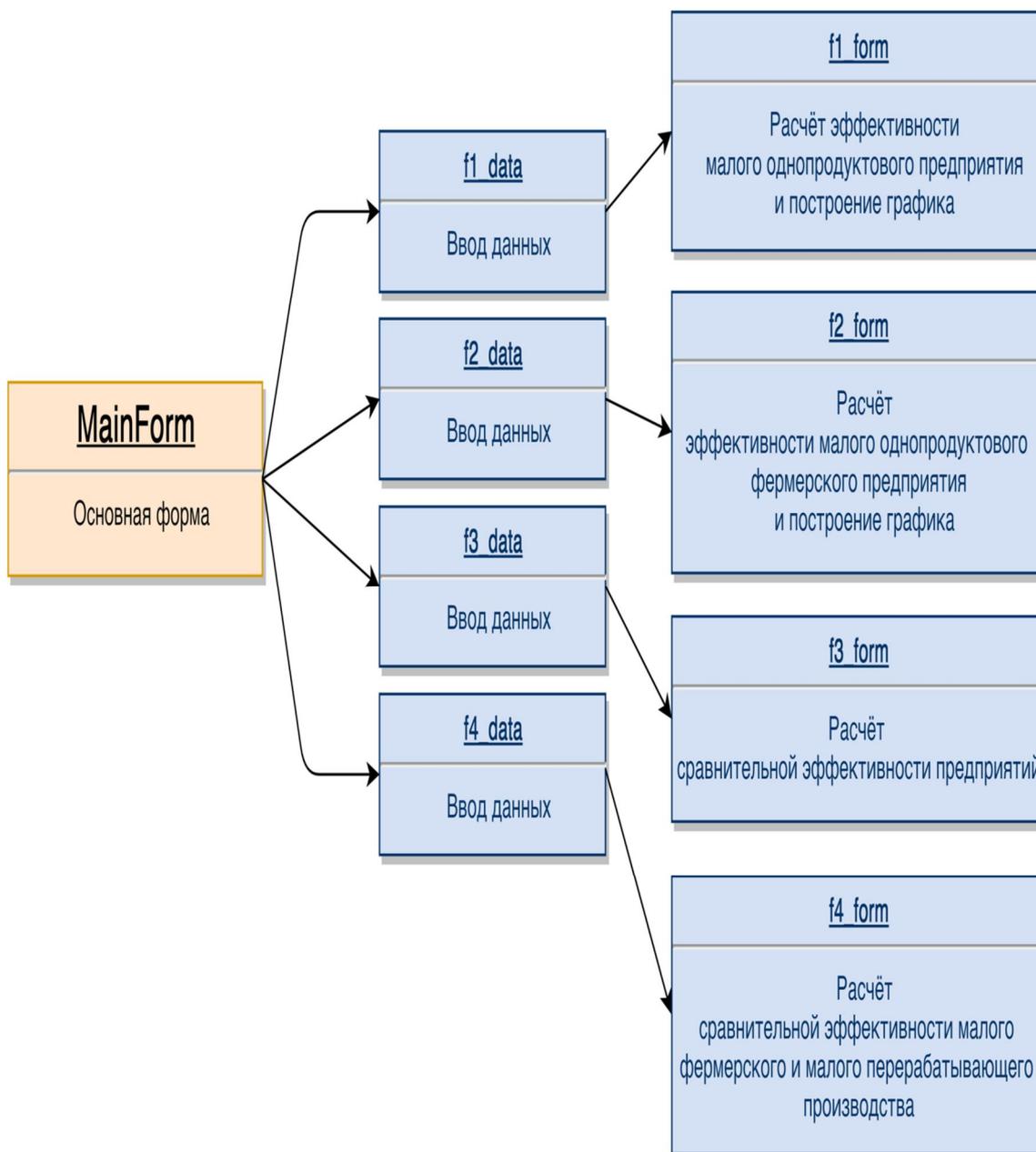
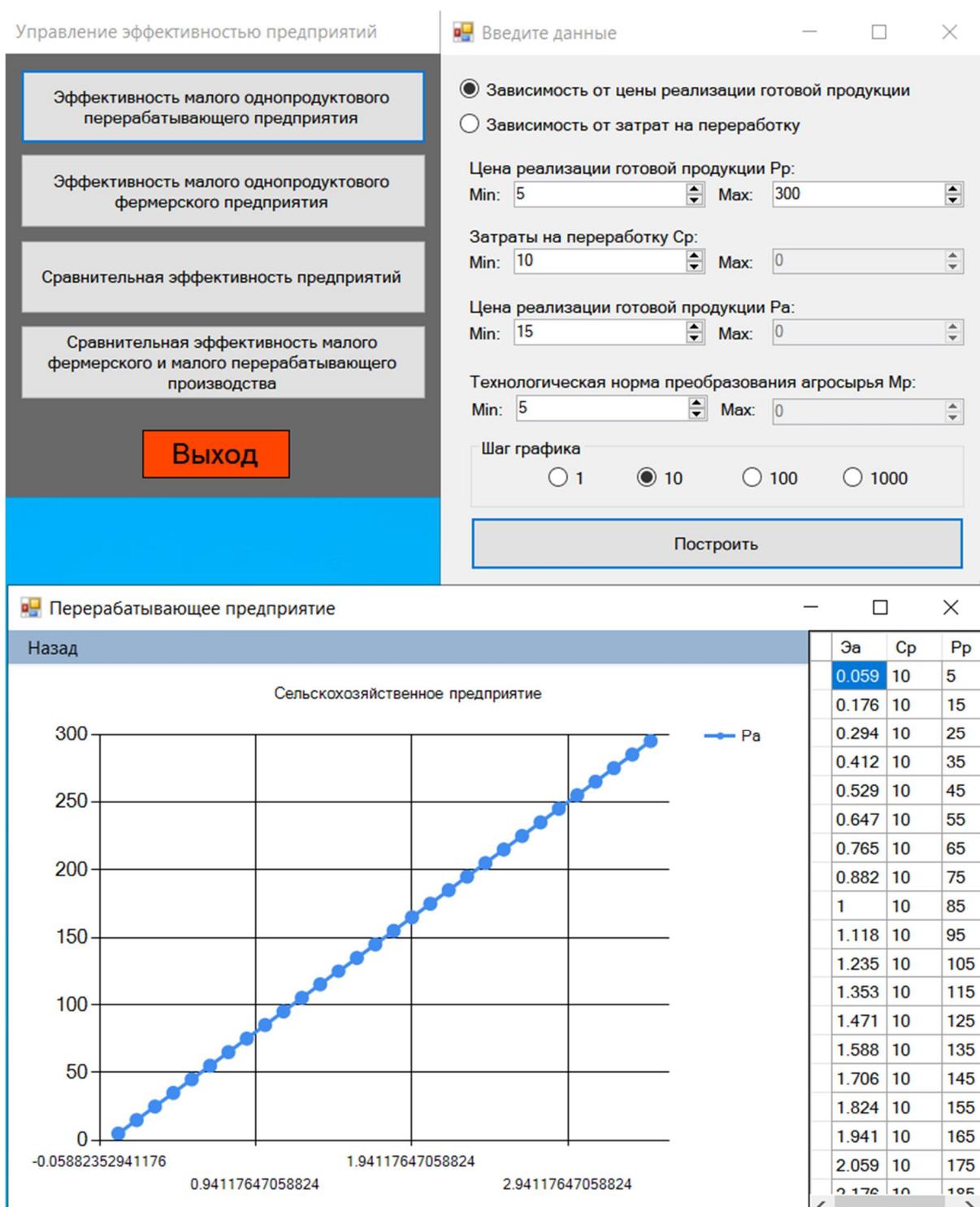


Рис. 5. Схема разработанного программного комплекса

На рисунке 6 в минималистическом стиле представлен интерфейс программного обеспечения, разработанного на языке C#, демонстрирующий основные функциональные возможности информационной системы.



**Рис. 6. Пользовательские формы приложения**

Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процессы оценки экономической эффективности перерабатывающих структур и представлять результаты оценки в табличном и графическом виде.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-02-00085-ОГН*

### Библиографический список

1. Барановская Т.П. Модели эффективности малых перерабатывающих предприятий АПК (часть 1) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2017. – № 131. – С. 1311–1338. DOI: 10.21515/1990-4665-131-109.
2. Барановская Т.П. Модели эффективности малых перерабатывающих предприятий АПК (часть 2) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2017. – № 132. – С. 1442–1463. DOI: 10.21515/1990-4665-132-120.
3. Крохмаль В.В. К вопросу о развитии агропромышленной интеграции в Краснодарском крае / В.В. Крохмаль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2004. – № 3. – С. 279–293.
4. Крохмаль В.В. Проблемы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона : монография / В.В. Крохмаль. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2003. – 201 с.
5. Крохмаль В.В. Экономическая устойчивость агроперерабатывающего комплекса региона : монография / В.В. Крохмаль. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 329 с.
6. Макаревич Л.О. Формы взаимодействия субъектов агропромышленной интеграции / Л.О. Макаревич, А.В. Улезько, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 7. – С. 53–59.
7. Макаревич О.А. К вопросу об управлении корпоративными интегрированными структурами агропромышленного сектора экономики Краснодарского края / О.А. Макаревич // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11, №11 (296). – С. 29–38.
8. Макаревич О.А. Конкретизация модели оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы / О.А. Макаревич // Прикладная информатика. – 2010. – № 6 (30). – С. 120–124.
9. Макаревич О.А. Обобщенная модель оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы (на примере АПК) / О.А. Макаревич // Прикладная информатика. – 2010. – № 5 (29). – С. 125–129.
10. Семенова И.М. Экономические интересы сельского населения: сущность и механизмы реализации / И.М. Семенова, А.В. Улезько, А.П. Курносов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 229–239.
11. Ткачев А.Н. Место и роль сельского хозяйства в экономике региона / А.Н. Ткачев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2003. – № 2. – С. 157–169.
12. Ткачев А.Н. Методология инвестиционного управления агропромышленным комплексом региона / А.Н. Ткачев. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2004. – 435 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Иванович Лойко – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: loyko.v@kubsau.ru.

Татьяна Петровна Барановская – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: baranovskaya.t@kubsau.ru.

Дмитрий Витальевич Башак – магистрант кафедры компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: bashak.d@kubsau.ru.

Дата поступления в редакцию 10.11.2019

Дата принятия к печати 24.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery I. Loiko, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: loyko.V@kubsau.ru.

Tatyana P. Baranovskaya, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: baranovskaya.t@kubsau.ru.

Dmitry V. Bashak, Master's Degree Student, the Dept. of Computer Technologies and Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: bashak.d@kubsau.ru.

Received November 10, 2019

Accepted after revision December 24, 2019

## СЕТЕВЫЕ ФОРМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Анна Николаевна Когтева<sup>1</sup>  
Наталья Анатольевна Герасимова<sup>1</sup>  
Анна Михайловна Кулик<sup>1</sup>  
Наталья Михайловна Шевцова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Цифровая трансформация экономической и социальной жизни общества оказывает непосредственное влияние на изменение традиционного человеческого капитала и страны, и регионов. Повсеместное распространение цифровизации ведет к интеллектуализации труда, росту доли занятых в сфере услуг, к видоизменению традиционных форм человеческого капитала, а также созданию новых (сетевых) форм. За период исследования было выявлено, что в условиях глобальной информационной экономики традиционный человеческий капитал не может в полной мере отвечать требованиям производственно-технической базы и общества в целом, под действием различного рода факторов традиционные формы видоизменяются в сетевые. В настоящее время в регионах России основными сформированными или преобразованными в условиях цифровой трансформации (внедрение информационно-коммуникационных технологий на предприятиях, цифровой техники и сервисов в повседневную жизнь) являются интеллектуальный капитал, организационный, социальный и сетевой капитал. Сетевой человеческий капитал является формой, образованной под воздействием цифровых технологий на деятельность человека, в результате которого начали развиваться такие качества, как способность взаимодействовать с государственными органами, потребителями, заказчиками, а также реализовывать свои потребности в информационных услугах с помощью глобальных и локальных сетей. Сетевые формы человеческого капитала невозможны без получения населением навыков владения ИКТ, следовательно, одной из важнейших задач глав и правительств регионов, предпринимательского сектора является расширение доступа населения к знаниям в области цифровизации, необходимым для качественной жизни общества и эффективного производственного функционирования. Формирование новых форм человеческого капитала зависит от уровня знаний персонала, одним из способов повышения которого является организация курсов повышения квалификации. На предприятиях ЦЧР уделяют должное внимание формированию новых форм человеческого капитала для качественной и эффективной деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: человеческий капитал, Интернет, информатизация, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), интеллектуальный капитал, организационный капитал, социальный капитал.

## NETWORK FORMS OF HUMAN CAPITAL IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Anna N. Kogteva<sup>1</sup>  
Natalya A. Gerasimova<sup>1</sup>  
Anna M. Kulik<sup>1</sup>  
Natalya M. Shevtsova

<sup>1</sup>Belgorod State National Research University

<sup>2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Digital transformations of the economic and social life of the society have a direct impact on the changes in the traditional human capital of both the country and its regions. The ubiquitous digitalization leads to labor intellectualization, increase in the share of employees in the service sector, modification of traditional forms of human capital, and creation of new (network) forms. During the research period it was revealed that in the conditions of global information economy the traditional human capital could not fully meet the requirements of the production and technical base and the society in general, and under the influence of various kinds of factors the traditional forms were modified into network forms. At present in the regions of Russia the main kinds of capital formed or transformed in the context of digital transformation (implementation of information and communication technologies

in enterprises, digital equipment and services in everyday life) are intellectual, organizational, social, and network capital. Network human capital is a form that develops under the influence of digital technologies on human activities. This results in the development of such qualities as the ability to interact with government agencies, consumers, and customers, and to realize the needs for information services via global and local networks. Network forms of human capital are impossible without mastering the ICT skills. Therefore, one of the most important tasks for the Heads and Governments of the regions and the business sector is to increase the population's access to digitalization knowledge, which is necessary for high-quality life of the society and efficient production functioning. The formation of new forms of human capital depends on the level of knowledge of personnel that can be improved by organizing career enhancement courses. The enterprises of the Central Chernozem Region pay due attention to the formation of new forms of human capital for high-quality and efficient activities.

KEYWORDS: human capital, Internet, informatization, information and communication technologies (ICT), intellectual capital, organizational capital, social capital.

### **В**ведение

За последние полвека значение человеческого капитала в промышленно развитых странах выросло более чем в два раза. Живой труд возвращает себе ведущие позиции и становится доминирующим фактором экономического развития за счет возрастающего интеллектуального развития как в образовательной сфере, так и в сфере услуг, связанной с НИОКР, программированием, предоставлением информационных, консультационных, инжиниринговых услуг [6].

Развитие теории «человеческого капитала» берет свое начало на Западе в середине XX века. Основоположником теории «человеческого капитала» принято считать Т. Шульца, полагавшего, что благополучие населения напрямую зависит от знаний, которыми население обладает. Согласно определению Т. Шульца, «все человеческие способности являются или врожденными, или приобретенными. Каждый человек рождается с индивидуальным комплексом генов, определяющим его врожденные способности. Приобретенные человеком ценные качества, которые могут быть усилены соответствующими вложениями, мы называем человеческим капиталом» [12].

В настоящее время повсеместное распространение цифровизации (электронное правительство, информационно-коммуникационные технологии в сфере образования, здравоохранения, транспорта и др.), повышая жизненный уровень населения, предполагает развитие необходимых навыков, повышение образовательного уровня и практической подкованности работников. Цифровая трансформация экономической и социальной жизни общества ведет к интеллектуализации труда, росту доли занятых в сфере услуг и, как следствие, оказывает непосредственное влияние на изменение традиционного человеческого капитала страны в целом и регионов в частности. Инновационное развитие предполагает формирование новых форм (моделей) человеческого капитала, приспособившихся к цифровым изменениям, а также способных осуществлять деятельность, изучать и совершенствовать данное направление.

В процессе перехода традиционного человеческого капитала к сетевым формам возникают определенного рода сложности, связанные с недостаточной компьютеризацией, низким образовательным уровнем, а также отсутствием практического опыта населения. Следовательно, изучение сетевых форм человеческого капитала, особенностей перехода к ним приобретает особую актуальность в настоящее время.

### **Методика исследований**

Достижение поставленной цели исследования предопределило необходимость решения следующих приоритетных задач:

- установить уровень развития цифровизации областей Центрально-Черноземного региона;
- выявить трансформацию традиционного и образование новых форм человеческого капитала в рамках цифровизации;
- оценить влияние цифровизации на человеческий капитал региона.

Анализ информационного развития, а также состояния человеческого капитала региона проводили на основании данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [11], Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [4], Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [8], а также на материалах социальных опросов за 2015–2018 гг.

В ходе проведения исследования использовали такие методы, как анализ, синтез, классификация информации, библиографический анализ.

**Результаты и их обсуждение**

Цифровая трансформация окружающей среды оказывает существенное влияние на развитие человеческого капитала страны и каждого региона в отдельности. Рассмотрим предпосылки формирования сетевых форм человеческого капитала на примере Центрально-Черноземного региона.

Центрально-Черноземный регион как одна из стабильно развивающихся территорий России, включающая в себя области с повышенным уровнем и потенциалом развития (например, Воронежская и Белгородская), отличающаяся высокой контрастностью составляющих его территориальных единиц [7], является достаточно привлекательным полигоном для рассмотрения такой составляющей, как человеческий капитал.

Большинство регионов ЦЧР имеют достаточно высокий уровень информатизационного обеспечения и существенно поднялись в рейтинге по уровню информатизации среди субъектов РФ (табл. 1).

**Таблица 1. Рейтинг регионов ЦЧР по уровню информатизации [3]**

Регион	Место в рейтинге		
	2016 г.	2017 г.	I полугодие 2018 г.
Белгородская область	32	21	13
Воронежская область	46	19	15
Курская область	74	26	22
Липецкая область	58	14	11
Тамбовская область	49	38	50

Наибольший подъем продемонстрировали Липецкая, Воронежская, Курская области, которые поднялись в рейтинге за счет реализованных проектов по цифровизации образовательной, медицинской, дорожной, а также государственной сфер жизни общества.

Цифровые трансформации наблюдаются не только в обыденной жизни населения, но и в производственной сфере: повсеместное распространение сети Интернет в деятельности организаций, использование компьютерной техники, организация и ведение сайтов фирм существенно сказываются на требованиях к персоналу, профессиональной подготовке и переподготовке кадрового состава предприятий (табл. 2).

**Таблица 2. Уровень использования информационных технологий на предприятиях, % [5]**

Область	Организации,							
	использующие Интернет		имеющие сайт		пользующиеся облачными сервисами		использующие электронный обмен данными	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская	94,8	94,4	50,4	53,7	22,6	26,8	70,8	71,8
Воронежская	91,7	97,3	46	52,2	21,4	26,8	62,4	66,3
Курская	84,4	85,3	39,6	43,6	22,7	26,5	61,2	63,4
Липецкая	94,3	93,2	44,5	46,1	20,4	23,9	69,7	69
Тамбовская	90,4	94,6	39,1	43,5	27,3	37,1	62,4	63,7

Большинство организаций ЦЧР (свыше 80%) использует в своей деятельности сеть Интернет. Наибольший удельный вес данного рода организаций наблюдался в 2016 г. в Белгородской области, при этом в 2017 г. данная динамика изменилась, и на первое место среди регионов ЦЧР по использованию организациями сети Интернет вышла Тамбовская область – 94,6% организаций (увеличение по сравнению с предыдущим годом на 4,2%). Несмотря на высокую долю предприятий, использующих сеть Интернет, в регионах наблюдается низкий уровень использования в деятельности организаций облачных сервисов. В 2017 г. наибольший удельный вес предприятий, пользующихся облачными сервисами, отмечен в Курской области – 26,5% от общего числа организаций.

Таким образом, рассматривая изменения окружающей среды населения в условиях цифровой трансформации, можно говорить о том, что в настоящее время использование традиционной модели человеческого капитала не представляется возможным, и данную модель начинают вытеснять сетевые формы.

Человеческий капитал включает своеобразный набор качеств и характеристик для осуществления эффективной трудовой деятельности. С учетом этого цифровизация трудового процесса способствует развитию таких форм, как:

- 1) интеллектуальный капитал;
- 2) организационный капитал;
- 3) социальный капитал;
- 4) сетевой капитал.

Интеллектуальный капитал – вид человеческого капитала, которому при развитии цифровизации необходимо уделить особое внимание. Интеллектуальный капитал включает в себя научную и творческую деятельность, то есть способности человека к умозаключению, изобретательности и смекалке.

Информатизация общества предполагает развитие научно-исследовательской деятельности в области ИКТ (табл. 3).

**Таблица 3. Развитие научно-исследовательской деятельности в ЦЧР [11]**

Область	Доля организаций, осуществлявших тех. инновации, %			Доля товаров НИОКР в общем объеме отгруженных товаров, %			Выдано патентов, ед.		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская	11,7	13	13,3	5	7,3	11,6	267	220	261
Воронежская	10,5	8,8	8,5	12,4	5,9	6,1	705	659	594
Курская	5,5	4,8	3,8	6,2	7,6	8,4	431	322	379
Липецкая	18,8	18	17,6	12,3	10,5	9,3	101	63	65
Тамбовская	8,5	10	10,1	6,1	4,5	7,9	120	77	112

Данные таблицы 3 демонстрируют довольно высокий уровень интеллектуального капитала в регионах. Положительным моментом является рост количества организаций, осуществлявших технологические инновации в 2015–2017 гг. в Белгородской и Тамбовской областях. За анализируемый период увеличилась доля НИОКР в общем объеме отгруженных товаров: в Белгородской области – на 6,6%, в Курской – на 2,2%, в Тамбовской – на 1,8%. В Белгородской и Воронежской областях отмечены высокие значения показателя количества разработанных передовых технологий за последний период, тем самым эти области демонстрируют развитие интеллектуального капитала в связи с ростом цифровизации.

Организационный капитал – форма капитала, основанная на развитии у населения управленческих качеств, таких как новаторство, организаторские способности и т.д. Цифровая трансформация общества предполагает обеспечение технологическими знаниями персонала, тем самым модернизировав организационный капитал.

Социальный капитал является отражением организационных качеств в обществе. Развитие глобальной сети Интернет, социальных сетей, приложений и облачных сервисов существенно меняет виды связей при общении.

По данным Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), в декабре 2017 г. социальными сетями почти ежедневно пользовались 45% опрошенных россиян от 18 лет и старше. Еще 25% заходят в свои аккаунты, но не так часто [1].

Полностью исключены из социальных медиа около трети опрошенных россиян (20% из-за того, что не имеют доступа в Интернет и 10% из-за того, что не имеют ни одного аккаунта).

Максимальный уровень вовлеченности отмечается среди молодежи: в возрастной группе 18–24 года почти ежедневно пользуются социальными сетями 91% респондентов, среди опрошенных в возрастной группе 25–34 года – 69%, 35–44 года – 50%, 45–59 лет – 31%, в группе старше 60 лет – только 15%.

Наиболее популярна социальная сеть «ВКонтакте»: среди всех опрошенных о ее ежедневном посещении сказали 28%, второе место занимает сеть «Одноклассники» – (19%), третье – «Instagram» (14%). Доля ежедневной аудитории Google+ составляет 7%, по 4% набрали Facebook и «Мой мир», по 1% – Twitter и Живой журнал.

Сети «ВКонтакте» и «Instagram» можно отнести преимущественно к молодежным сообществам. 40% аудитории «ВКонтакте» приходится на людей в возрасте 25–34 года. Среди пользователей «Instagram» 38% респондентов – в возрасте 18–24 года, 37% – 25–34 года [10].

Таким образом, социальный капитал также изменяется в зависимости от развития цифровых платформ в стране и мире.

Особую значимость в цифровом мире занимает сетевой капитал. Сетевой капитал – форма человеческого капитала, возникающая в процессе взаимодействия в рамках сетей – социальных, корпоративных, глобальных и др.

Сетевой капитал является своего рода отражением способностей населения и, в частности персонала, способом взаимодействия с государственными органами, потребителями, заказчиками, а также методом реализации своих потребностей в информационных услугах с помощью глобальных и локальных сетей.

Развитие сетевого капитала зависит от уровня информационно-компьютерной грамотности населения. Значительная доля населения, имеющего навыки работы на компьютере, отмечается в Воронежской (64,4%) и Курской областях (60,5%). Третье место среди регионов ЦЧР занимает Белгородская область (58,3%). По изучаемому показателю Липецкая и Тамбовская области не достигли уровня 50%. Эта тенденция рассматривается с точки зрения владения начальными навыками работы на компьютере, в основном умения работать в текстовом редакторе. Для ЦЧР наблюдаемую тенденцию можно считать положительной, так как в рамках страны данный показатель составляет около 42% (табл. 4).

**Таблица 4. Уровень компьютерной грамотности населения, % [11]**

Область	Доля населения, имеющего выход в Интернет		Доля населения, имеющего навыки работы на компьютере	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская	76,7	79	51,7	58,3
Воронежская	77,7	80,6	64,2	64,4
Курская	82,2	83,2	58,2	60,5
Липецкая	82,2	85	39,3	49,5
Тамбовская	77,5	79,4	48,4	49,4

Уровень компьютерной грамотности населения напрямую зависит от возможности выхода в Интернет у населения, а также наличия навыков работы на компьютере. Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что самый высокий уровень Интернет-обеспеченности населения наблюдается в Курской и Липецкой областях – соответственно 82,2% в 2016 г., 83,2 и 85% в 2017 г.

В связи с ростом объемов финансовой поддержки Интернет-обеспечения населения в Воронежской области регион в 2017 г. переступил порог 80 %, что является положительным моментом. Отставание в обеспеченности населения Интернет-ресурсами наблюдается в Тамбовской и Белгородской областях по сравнению с другими регионами ЦЧР. В настоящее время в регионах формируются магистральные мощности для расширения доступа к сети Интернет. Кроме того, наличие Интернета у населения напрямую зависит от потребности в нем, жители регионов отказываются от использования сети в связи с ненужностью, что является следствием неосведомленности и нежелания прибегать к цифровым услугам.

Цифровая трансформация в регионах влияет и на развитие торговых отношений: цифровизация расширила рынок услуг страны с помощью различного рода онлайн-сервисов, интернет-магазинов и т.д. Все большее количество потребителей используют Интернет для заказа товаров в рамках страны и за рубежом, оплаты товаров и услуг не выходя из дома, увеличилось количество граждан, использующих интерактивные очереди, онлайн-способы записи на прием и оформления документов (табл. 5).

**Таблица 5. Использование сети Интернет для получения населением товаров и услуг, % [11]**

Область	Доля населения, использующего Интернет для заказа товаров и услуг		Доля населения, использующего Интернет для получения государственных услуг	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская	34,1	53,7	21,7	39,8
Воронежская	15,9	21,2	49,2	53,2
Курская	33,1	41,5	45,3	53,5
Липецкая	28,8	30,7	35	58,6
Тамбовская	28,3	31,7	24	32,1

За период 2016–2017 гг. заметно увеличилась доля населения, использующего Интернет для заказа товаров и услуг во всех регионах ЦЧР, наибольшее увеличение наблюдается в Белгородской области – с 34,1 до 53,7% (на 57,4% в относительном выражении). Среди товаров, пользующихся спросом у потребителей для заказа через Интернет, 25,6% занимают предметы личного обихода (мебель, игрушки, предметы интерьера и т. д.), 48,3% – предметы одежды, обуви, а также спорттовары, 11,9% – книги (в том числе электронные), фильмы, музыка.

Увеличилась доля населения, использующего в своей жизни Интернет-сервисы для получения государственных услуг. В Белгородской области данное увеличение составило 18,1%, в Воронежской – 4%, в Курской – 8,2%, в Липецкой и Тамбовской областях – соответственно 23,6 и 8,1%. Основными сферами услуг, которыми пользуются в Интернет-сети жители регионов, являются здравоохранение, медицина, образование, наука и др.

Таким образом, внедрение цифровизации существенно влияет на видоизменение форм человеческого капитала регионов, а также на образование новых – развитие онлайн-платформ, интернет-услуг, а также компьютеризации производств, повышает

требования к информационно-техническим навыкам персонала, а в аспекте развития сетевого общения – к социальным навыкам.

Развитию новых форм человеческого капитала способствует ряд мероприятий, среди которых развитие профессионального обучения в области цифровых технологий, а также переподготовка и повышение квалификации кадрового состава предприятия [9].

На территории ЦЧР для реализации данных целей на уровне предприятий организуются курсы повышения квалификации персонала. В таблице 6 приведена численность персонала, прошедшего курсы повышения квалификации по программам дополнительного профессионального образования в областях ЦЧР.

**Таблица 6. Численность персонала, прошедшего курсы повышения квалификации по программам дополнительного профессионального образования, чел. [11]**

Область	2013 г.	2016 г.
Белгородская	49 026	74 291
Воронежская	59 453	80 333
Курская	30 133	45 970
Липецкая	33 219	54 591
Тамбовская	22 144	33 372

Из данных таблицы 6 следует, что за период с 2013 по 2016 г. отмечается рост численности персонала, прошедшего курсы повышения квалификации по программам дополнительного профессионального образования во всех регионах ЦЧР: в Белгородской области – на 51,5%, в Воронежской – на 35,1%, в Курской – на 52,6%, в Липецкой и Тамбовской областях – соответственно на 64,3 и 50,7%. Данная динамика говорит о повышении уровня информационной и цифровой подкованности персонала организаций.

Наибольшее количество получающих дополнительное образование относится к группе в возрасте 30–39 и 40–49 лет: в Белгородской области персонал этих возрастных групп составлял 27,4 и 27,2% от всех обучающихся в 2013 г. и 30,7 и 26,4% – в 2016 г. Данная тенденция прослеживается и в других регионах ЦЧР.

Таким образом, рассматривая динамику численности персонала, проходившего курсы повышения квалификации, можно сделать вывод, что предприятия региона уделяют должное внимание формированию новых форм человеческого капитала для качественной и эффективной деятельности производств.

Анализ возрастной структуры обучающихся свидетельствует о большей информационной подкованности населения в возрастной группе до 29 лет, основная доля обучающихся относится к группе персонала в возрасте 30–49 лет, а минимальное количество обучающихся – в группе 60–65 лет. Повышение образовательного уровня кадров способствует развитию у них необходимых качеств для современной производственной деятельности, тем самым способствуя формированию новых форм человеческого капитала в регионах.

### **Выводы**

За период исследования было выявлено, что в условиях глобальной информационной экономики традиционный человеческий капитал не может в полной мере отвечать требованиям производственно-технической базы и общества в целом, под действием различного рода факторов традиционные формы видоизменяются в сетевые с

набором капитализируемых распределенных сетевых способностей, навыков и компетенций управленцев, высококвалифицированных работников и населения [2].

В настоящее время основными сформированными или преобразованными в условиях цифровой трансформации в регионах являются интеллектуальный капитал, организационный, социальный и сетевой капитал.

Интеллектуальный капитал, организационный, а также социальный человеческий капитал являются преобразованными в рамках цифровизации (внедрение информационно-коммуникационных технологий на предприятиях, цифровой техники и сервисов в повседневную жизнь) формами капитала.

Сетевой человеческий капитал является формой, образованной под воздействием цифровых технологий на деятельность человека, в результате которого начали развиваться такие качества, как способность взаимодействовать с государственными органами, потребителями, заказчиками, а также реализовывать свои потребности в информационных услугах с помощью глобальных и локальных сетей.

Сетевые формы человеческого капитала невозможны без получения населением навыков владения информационно-коммуникационными технологиями. Следовательно, одной из важнейших задач глав и правительств регионов, предпринимательского сектора является получение населением знаний в области цифровизации, необходимых для качественной жизни общества и эффективного производственного функционирования.

---

### Библиографический список

1. База данных Всероссийского центра изучения общественного мнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wciom.ru> (дата обращения: 09.09.2019).
2. Дятлов С.А. Энейро-сетевые услуги и эффекты: проблемы оценки / С.А. Дятлов // Экономика, управление и право: инновационное решение проблем : сб. статей IV Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Пенза, 12 сентября 2016 г.). – Пенза : Изд-во «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2016. – С. 6–11.

3. Индекс «Цифровая Россия». Отражение цифровизации субъектов Российской Федерации через призму открытых источников : Авторская методология с учетом российской специфики и лучших практик (Сколково, Московская школа управления). – Октябрь 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research\\_Reports/SKOLKOVO\\_Digital\\_Russia\\_Report\\_Full\\_2018-10\\_ru.pdf](https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research_Reports/SKOLKOVO_Digital_Russia_Report_Full_2018-10_ru.pdf) (дата обращения: 09.09.2019).
4. Информационные материалы Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/about/documents/> (дата обращения: 09.09.2019).
5. Информационное общество: основные характеристики субъектов Российской Федерации : статистический сборник / М.А. Сабельникова, Г.И. Абдрахманова, Л.М. Гохберг, О.Ю. Дудорова и др. – Москва : НИУ ВШЭ, 2018. – 216 с.
6. Когтева А.Н. Интеллектуальный капитал как основной аспект научно-технического развития Белгородской области / А.Н. Когтева // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : сб. статей 7-й Международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Курск, 19–20 октября 2017 г.). В 3-х томах. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2017. – Т. 2. – С. 138–143.
7. Когтева А.Н. Сравнительный анализ социально-экономического развития регионов (на примере Белгородской, Курской и Воронежской областей) / А.Н. Когтева, Н.А. Герасимова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2017. – № 1 (19). – С. 155–160.
8. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Документы. Открытые данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/> (дата обращения: 09.10.2019).
9. Осадчая С.М. Развитие человеческого капитала в регионе на этапе инновационных преобразований / С.М. Осадчая // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2013. – № 3 (47). – С. 255–259.
10. Россияне в социальных сетях / Интернет в России и мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.bizhit.ru/index/rossija\\_polzovateli\\_socsetej/0-592#%20words](http://www.bizhit.ru/index/rossija_polzovateli_socsetej/0-592#%20words) (дата обращения: 09.10.2019).
11. Федеральная служба государственной статистики. Статистика. Публикации. Открытые информационные ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 09.10.2019).
12. Schultz T.W. Investments in Human Capital: The Role of Education and of Research / T.W. Schultz. – New York : Free Press, 1971. – 272 p.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Анна Николаевна Когтева – кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Россия, г. Белгород, e-mail: annelya1@yandex.ru.

Наталья Анатольевна Герасимова – кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Россия, г. Белгород, e-mail: ngerasimova@bsu.edu.ru.

Анна Михайловна Кулик – кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной экономики и экономической безопасности ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Россия, г. Белгород, e-mail: kulik@bsu.edu.ru.

Наталья Михайловна Шевцова – 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: shevtsova\_nm@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 07.11.2019

Дата принятия к печати 22.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Anna N. Kogteva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Russia, Belgorod, e-mail: annelya1@yandex.ru.

Natalya A. Gerasimova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Russia, Belgorod, e-mail: ngerasimova@bsu.edu.ru.

Anna M. Kulik, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Applied Economics and Economic Security, Belgorod State National Research University, Russia, Belgorod, e-mail: kulik@bsu.edu.ru.

Natalya M. Shevtsova, 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: shevtsova\_nm@mail.ru.

Received November 07, 2019

Accepted after revision December 22, 2019

---

## СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ АГРОСТРАХОВАНИЯ В РОССИИ

---

Оксана Алексеевна Образцова  
Александр Владимирович Агибалов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведен анализ исторического развития системы страхования сельскохозяйственного производства с 1993 г. по сегодняшний день. Рассмотрены основные этапы развития страховых отношений, нормативно-законодательная база, обозначены проблемы современного рынка агрострахования и проведен анализ мероприятий, направленных на их решение. Изучение существующей системы страхования с.-х. рисков в период 1993–2019 гг. показало, что данная отрасль в своем развитии достигла определенных положительных результатов: включение в систему агрострахования с государственной поддержкой животных и аквакультур; расширение перечня страховых рисков и перечня страхуемых с.-х. культур и животных; создание Национального союза агростраховщиков; ужесточение требований к страховщикам, принимающим на страхование с.-х. риски; упразднение порога гибели урожая; предоставление возможности выбора рисков, включаемых в договор; законодательное закрепление космомониторинга по договорам страхования с.-х. культур с государственной поддержкой; предоставление средств, выделенным на поддержку агрострахования, «защищенного статуса» в составе «единой субсидии». Несмотря на значительные положительные изменения в развитии современной системы агрострахования, остаются некоторые проблемы, требующие определенных доработок и последующей реализации, для чего необходимо, по мнению авторов, внедрить индексное страхование, основанное на индексах дохода, урожайности и погодных индексах; ввести гибкие страховые продукты при страховании с.-х. рисков; разработать нетипичные страховые программы, учитывающие особенности конкретного страхователя; осуществлять финансирование государственной поддержки агрострахования в объемах, соответствующих спросу на страховые услуги; предоставлять государственные гарантии страхователям по договорам страхования с государственной поддержкой; упростить процедуры оформления субсидий. Реализация предложенных мер позволит усовершенствовать механизм страхования с.-х. производства и повысить заинтересованность сельхозтоваропроизводителей и страховщиков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельскохозяйственное страхование, государственная поддержка, механизм страхования, страховые отношения, сельскохозяйственные риски.

## TIMELINE AND DEVELOPMENT OF MODERN AGRICULTURAL INSURANCE SYSTEM IN RUSSIA

Oksana A. Obratsova  
Aleksandr V. Agibalov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The article presents the analysis of historical development of insurance system of agricultural production from 1993 to the present day. The authors have considered the main stages of development of insurance relations with their regulatory and legislative framework, identified the problems of the modern agricultural insurance market, and analyzed the measures aimed at solving them. Research on the existing system of insurance of agricultural risks from 1993 to 2019 showed that the development of this industry has achieved certain positive results. For instance, animals and aquaculture were included in the agricultural insurance system with state support. The list of insurance risks and the list of insurable agricultural crops and animals were expanded. The National Union of Agricultural Insurers was created. The requirements for insurers accepting agricultural risks for insurance were toughened. The threshold of crop failure was abolished. It became possible to choose the risks to be included in the contract. Legislative framework was provided for satellite monitoring under the contracts of agricultural insurance of crops with state support. The funds allocated to support agricultural insurance were granted a «protected status» as part of an «integral subsidy». Despite significant positive changes in the development of the modern agricultural insurance system, there are still some problems that require certain improvements and their subsequent implementation. The authors believe that for this purpose it is necessary to introduce index insurance based on income, yield and weather indices. Flexible insurance products for agricultural insurance risks should be implemented. It is also necessary to develop atypical insurance programs that would take into account the specific features of a particular insuring party. State support for agricultural insurance should be financed to the extent that corresponds to the demand for insurance services. Insuring parties should be provided with state guarantees under insurance contracts with state support. The procedures for obtaining subsidies should be simplified. The implementation of the proposed measures will improve the mechanism of insurance of agricultural production and increase the interest of agricultural producers and insurers.

KEYWORDS: agricultural insurance, state support, insurance mechanism, insurance relations, agricultural risks.

Сельское хозяйство является одним из наиболее важных секторов мировой экономики. Развитие агропромышленного комплекса России способствует экономическому росту страны, позволяет обеспечить продовольственную безопасность и снизить социальную напряженность в обществе. Эффективность данной отрасли в значительной степени зависит от влияния природно-климатических факторов. Россия занимает третье место в мире по площади сельскохозяйственных угодий, при этом большая часть территории находится в зоне рискованного земледелия, поэтому сельхозтоваропроизводители нуждаются в применении эффективных методов защиты от неблагоприятного воздействия различного рода факторов и рисков.

Сельскохозяйственное страхование в мировой практике было признано наиболее эффективным способом управления рисками в рамках данной отрасли. Специфика сельскохозяйственного страхования такова, что к повышению страхового риска приводит большое количество случайностей, которые не зависят от человеческого фактора, поэтому тарифные ставки в этом сегменте рынка страхования достаточно высокие.

На современном этапе в России агрострахование проводится на добровольной основе с возможностью использования государственной поддержки. За счет бюджетных средств могут возместить до 50% от страховой премии на условиях, утвержденных Правительством Российской Федерации [12].

В процессе развития и совершенствования существующая модель страхования сельскохозяйственных рисков прошла множество этапов и столкнулась с рядом проблем.

Непостоянство нормативно-законодательной базы и несвоевременность принятия подзаконных актов стали одним из основных факторов, определяющих низкий уровень страховой защиты в сельском хозяйстве. В процессе развития агрострахования законодательная база претерпевала ежегодные изменения, которые приводили к нестабильности в данной отрасли и способствовали развитию мошенничества. При этом необходимо отметить, что механизм страхования сельскохозяйственного производства на протяжении всего периода исследования нуждался в совершенствовании правового пространства, позволяющего обеспечить стабильность страховых отношений между страхователем, страховщиком и государством.

Низкий и нестабильный уровень государственной поддержки системы страхования сельскохозяйственных рисков также сыграл негативную роль в ее развитии. Бюджетные средства в ряде случаев предоставлялись с несоблюдением оговоренных сроков или не в полном объеме, а в некоторых регионах на протяжении последних двух лет поддержка данной отрасли не производилась вовсе, что привело впоследствии к значительному снижению охвата страхованием посевных площадей.

Отсутствие гибких страховых продуктов и их высокая стоимость стали еще одним фактором, замедляющим развитие агрострахования в России. Ограничения в выборе рисков, перечень сельскохозяйственных культур и животных, подлежащих страхованию с государственной поддержкой, и условия страховых программ не позволяли учитывать в полной мере все предпочтения сельхозтоваропроизводителей, а высокие тарифные ставки делали страхование недоступным для большинства из них. В таких ограниченных и непростых условиях происходило становление и развитие системы агрострахования в России.

Современная модель системы страхования сельскохозяйственных рисков в России начала формироваться в 1993 г. с разработки условий страхования посевов сельскохозяйственных культур.

В период до 1991 г. страхование сельскохозяйственного производства проводилось на обязательной основе. Распад СССР и переход от обязательного страхования к добровольному привели к краху существующей системы страхования. В конце 1993 г. вышло Постановление Совета Министров РФ № 1186 «О мерах государственной поддержки агропромышленного комплекса в 1993–1994 гг.» [15].

Условия, разработанные Министерством сельского хозяйства РФ, Министерством финансов РФ и компанией Росгосстрах в 1993 г., предполагали проведение сельскохозяйственного страхования с государственной поддержкой в форме субсидирования за счет средств бюджета до 50% от страховой премии, однако средств, выделенных из бюджета, оказалось недостаточно для оплаты предусмотренного уровня государственной помощи. Это в значительной степени подорвало интерес к новой системе страхования [16].

В 1995 г. была создана Ассоциация Агропромышленных страховщиков «Агропромстрах», она стала первой профессиональной организацией, объединившей страховщиков, проводящих страхование сельскохозяйственных рисков. Основной задачей этой организации стало обеспечение баланса между интересами страховщиков и сельхозтоваропроизводителей и совершенствование системы сельскохозяйственного страхования [4].

В 1997 г. был принят Федеральный закон № 100 «О государственном регулировании агропромышленного производства», который содержал основные положения страхования урожая сельскохозяйственных культур, проводимого с привлечением средств федерального бюджета [14]. Этот закон устанавливал размер государственной поддержки при страховании урожая сельскохозяйственных культур в размере до 50% от суммы страховой премии, оставшиеся 50% оплачивал страхователь. При этом необходимо отметить, что сельхозтоваропроизводитель оплачивал только 50% страховой премии, а оставшиеся средства перечислялись на счет страховой компании из федерального бюджета, также была предусмотрена возможность отнесения затрат по страхованию сельскохозяйственных рисков на себестоимость продукции.

Федеральный закон от 14.07.1997 г. № 100-ФЗ «О государственном регулировании агропромышленного производства» устанавливал правовые основы экономического воздействия государства на агропромышленное производство, в частности в нем содержались следующие основные положения:

- представлен перечень страховых рисков;
- определен порядок расчета страховой стоимости урожая;
- обозначены сроки действия договора страхования;
- учреждены специальные правительственные агенты по оказанию государственной поддержки в сфере агрострахования;
- образован федеральный сельскохозяйственный страховой резерв, в который страховщики обязуются отчислять 5% от общей суммы страховых взносов по договорам страхования сельскохозяйственных культур;
- предусмотрен обязательный порядок перестрахования части рисков по договорам страхования урожая сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой и др.

27 ноября 1998 г. было опубликовано Постановление Правительства РФ № 1399 «О государственном регулировании страхования в сфере агропромышленного производства» [15], утвердившее образование Федерального агентства по регулированию страхования в сфере агропромышленного производства (при Министерстве финансов Российской Федерации), наделенного полномочиями государственного агента по регулированию и государственной поддержке страхования в сфере агропромышленного производства, и на него были возложены полномочия по реализации положений ФЗ № 100 14.07.1997 г.

Введение в действие Постановления Правительства РФ № 1399 от 27.11.1998 г. должно было активизировать работу участников системы агрострахования и в значительной степени увеличить его популярность и привлекательность, но условия государственного финансирования части страховой премии на тот момент оказались нестабильными, менялись сроки внесения платежей, доля участия государства не всегда соответствовала заявленной, что в значительной степени оказало негативное влияние на развитие сельскохозяйственного страхования.

Ситуация на рынке страхования сельскохозяйственных рисков начала меняться в 2000 г., когда на развитие данной отрасли в виде субсидий было выделено 80 млн руб., а в 2001 г. эта сумма выросла до 230 млн руб. Именно в этот период было принято решение о выплате сумм предоставляемых субсидий страхователям, а не страховщикам. Для этого сельхозтоваропроизводитель открывал специальный счет в банке, куда поступали государственные субсидии. В случае неполной оплаты страховой премии по договорам страхования урожая с государственной поддержкой субсидии не перечислялись.

Для страховщиков были установлены новые правила формирования страховых резервов, согласно которым они были обязаны создавать стабилизационный резерв на случай массовых выплат в неблагоприятные годы [25].

С принятием Постановления Правительства РФ от 01.11.2001 г. № 758 «О государственной поддержке страхования в сфере агропромышленного производства» предполагалось укрепить позиции данной отрасли на рынке страховых услуг и увеличить объем застрахованных сельскохозяйственных площадей, но перечень принимаемых на страхование рисков, обозначенных в данном постановлении, не содержал их четкой трактовки, что позволило неоднозначно определять страховые события, оговоренные в договоре. Все это в дальнейшем привело к развитию деятельности «агроюрисстов» и распространению «схемного страхования» сельскохозяйственных рисков [7, 13].

Становление и развитие системы агрострахования в этот период столкнулось с множеством проблем, которые были обусловлены особенностями ее функционирования, к ним можно отнести следующие:

- несоответствие страхового законодательства интересам страховщиков и сельхозтоваропроизводителей;
- недоступность страховых услуг, обусловленная высокой стоимостью страхования;
- сложность в оформлении и получении государственной субсидии;
- длительный срок получения страхового возмещения;
- низкий уровень страховой культуры, а также квалификации работников страховых компаний по вопросам страхования рисков в сельском хозяйстве;
- отсутствие информации о надежности страховых компаний;
- развитие «схемного страхования» в части незаконного использования бюджетных средств;
- высокий уровень недоверия по отношению к страховым компаниям [23].

В 2003 г. по инициативе Министерства сельского хозяйства Российской Федерации было создано Федеральное государственное учреждение «Федеральное агентство по государственной поддержке страхования в сфере агропромышленного производства». Его основной целью является выполнение управленческих, контрольных и методологических функций, обеспечивающих государственную поддержку страхования в сфере агропромышленного производства [6].

Период с 2002 по 2004 г. в развитии системы агрострахования можно назвать этапом становления и развития данной отрасли, в этот период был принят ряд нормативно-законодательных актов, нацеленных на развитие страхования сельскохозяйственного производства, увеличилось число страховщиков и значительно снизилось качество предоставляемых страховых услуг [25].

В период с 2004 по 2007 г. страхование урожая сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой в виде субсидирования части страховой премии регламентируется ежегодными приказами Министерства сельского хозяйства России.

В 2004 г. был введен новый порядок возмещения ущерба при стихийных бедствиях. Его основным условием стала отмена прямой помощи сельхозтоваропроизводителям и возмещение ущерба от стихийных бедствий стало возможным только через систему страхования [6].

Приказом Министерства сельского хозяйства РФ № 298 от 26 мая 2004 г. «Об утверждении Правил предоставления в 2004 г. субсидий за счет средств федерального бюджета на компенсацию части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на страхование урожая сельскохозяйственных культур» были изменены правила страхования. Они предполагали значительное снижение страховых тарифов по данному виду страхования, что впоследствии привело к значительному росту количества заключенных договоров страхования сельскохозяйственных рисков и увеличению объема застрахованной площади [20].

Однако в этот период развития страхования обострилось недовольство аграриев, связанное с необходимостью уплаты 100% страховой премии в момент заключения договора, в период острой нехватки средств также были отмечены случаи возникновения проблем с оформлением сезонных кредитов, в том числе и на уплату страховой премии. Министерством сельского хозяйства был отмечен низкий уровень контроля за целевым использованием бюджетных средств. Все это, несомненно, сдерживало развитие системы агрострахования в России [9].

В 2005 г. с целью совершенствования порядка субсидирования сельскохозяйственного производства приказом Министерства сельского хозяйства от 11 апреля 2005 г. № 54 был утвержден порядок использования в 2005 г. субсидий, предоставляемых из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации для компенсации части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на страхование урожая сельскохозяйственных культур, с нормативом (методикой) определения размера субсидий по субъектам Российской Федерации [19].

В этот период на рынке агрострахования закрепились «серые схемы», которые позволяли мошенникам распределять бюджетные средства без организации реальной страховой защиты сельхозтоваропроизводителей. Государство активно предпринимало попытки борьбы с «серыми схемами» и в связи с этим проводились массовые проверки страховых компаний.

29 декабря 2006 г. был подписан Федеральный закон № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства», в котором предусматривалось, что на покрытие расходов по страхованию урожая с государственной поддержкой будут предоставляться субсидии в размере не менее 50% от уплаченной страховой премии [18].

В 2006 г. после внесения изменений в статью 12 Федерального закона № 264-ФЗ от 29.12.2006 г. «О развитии сельского хозяйства» возможности бюджета были значительно сужены, и 28.04.2007 г. было принято Постановление Правительства № 254 [17], согласно которому 40% субсидий на возмещение затрат по страхованию урожая выделялось из федерального бюджета, а 10% из регионального. Региональные бюджеты в своем большинстве были к изменениям не готовы, в результате чего пострадали интересы аграриев [25].

С целью объединения страховых компаний и стабилизации страхового рынка в 2007 г. был создан Национальный союз агростраховщиков (НСА). Основной задачей НСА стало формирование в России современной системы страхования сельскохозяйственных рисков, основанной на прозрачных принципах и единых стандартах в соответствии с мировой практикой [8].

Новый этап в развитии агрострахования связан с разработкой «Концепции совершенствования сельскохозяйственного страхования, осуществляемого с государственной поддержкой, на период до 2020 г.» (Проект опубликован 28 октября 2010 г.). В соответствии с основной целью Концепции предполагалась организация эффективной системы агрострахования с государственной поддержкой, которая создавала возможности большей части сельхозтоваропроизводителей пользоваться страховыми услугами и иметь комплексную страховую защиту, в том числе и в части страхования доходов [22].

В этот период были сформулированы основные принципы совершенствования сельскохозяйственного страхования с государственной поддержкой на период до 2020 г.:

- добровольность;
- доступность услуги для всех категорий предприятий аграрного комплекса;
- адресный характер и прозрачность государственной поддержки сельскохозяйственного товаропроизводителя;
- комплексность мер государственной поддержки сельхозстрахования [25].

27 июля 2011 г. был принят Федеральный Закон № 260-ФЗ «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства»» [12]. Закон вступил в силу с 1 января 2012 г., в нем были значительно улучшены условия государственной поддержки агрострахования. С 1 января 2013 г. предусматривалось ее распространение на сельскохозяйственных животных в случаях их падежа от инфекционных заболеваний. Положения закона позволяли значительно смягчить нагрузку на сельхозтоваропроизводителей, это связано с перечислением 50% страховой премии на счета страховщиков из бюджетных средств. Повышалась ответственность страховых компаний, которые посредством участия в объединении агростраховщиков должны были передавать часть своих рисков в перестрахование. Началось формирование института независимой экспертизы и планирование объемов государственной поддержки данной отрасли [1, 24].

Внедрение принятого закона проходило трудно. Основной причиной была слишком большая стоимость его реализации и высокий страховой барьер, который был в основном ориентирован на катастрофические риски 2010 г., а влияние локальных природных катаклизмов в нем учитывалось слабо. Но после масштабной засухи 2010 г. сельхозтоваропроизводители начали активно заключать договоры страхования сельскохозяйственных рисков, и объемы застрахованных посевных площадей значительно выросли (рис. 1) [3].

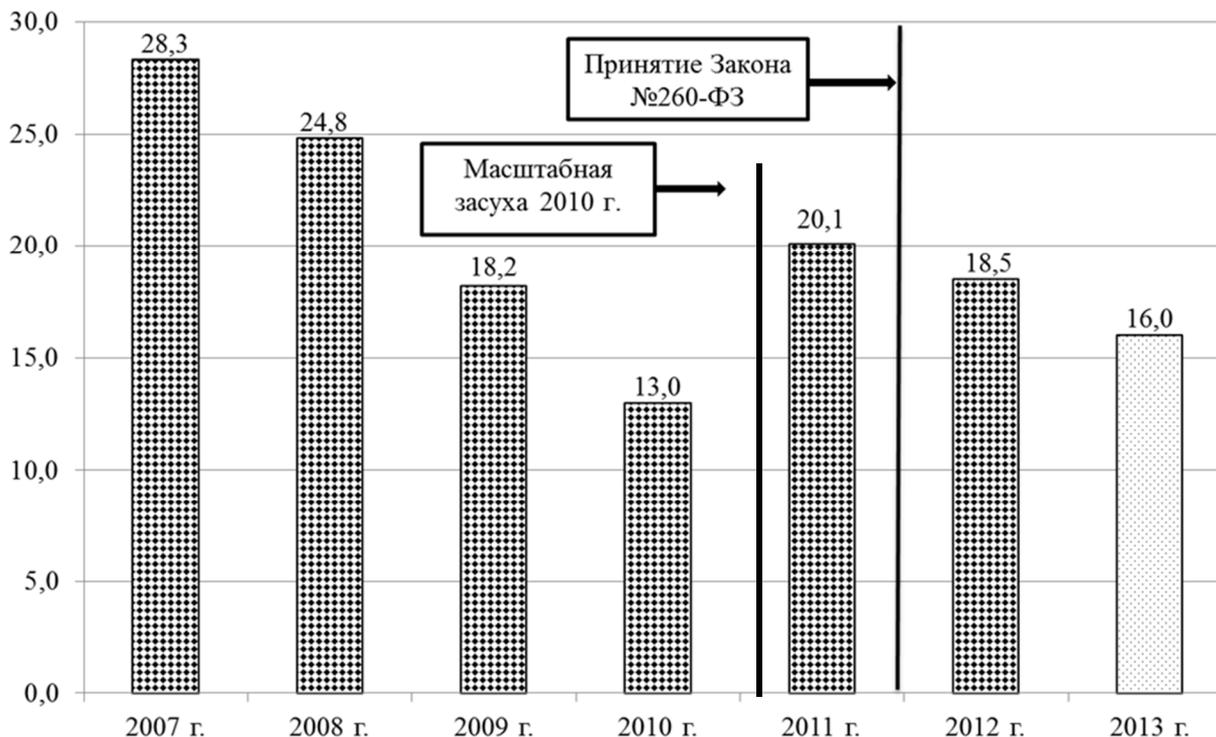


Рис. 1. Динамика охвата посевных площадей, доля застрахованной площади в 2007–2013 гг., %

Что касается объемов застрахованных площадей, то, по данным НСА, в 2012 г. было застраховано 12,9 млн га посевов сельскохозяйственных культур, в 2013 г. этот показатель снизился до 11,9 млн га.

С 15 сентября 2013 г. вступили в силу положения Федерального закона № 260-ФЗ в части государственной поддержки страхования животных, на эти цели из федерального бюджета было выделено 1 млрд руб. Отсрочка введения положений данного закона связана, прежде всего, с отсутствием ряда подзаконных актов и несвоевременным доведением средств до субъектов РФ [12].

Период 2014–2016 гг. характеризуется высоким уровнем развития «псевдострахования». В этот период Банком России был проведен ряд мероприятий по противостоянию страховому мошенничеству в сфере агрострахования.

По результатам проверок у многих страховых компаний лицензия была отозвана или ее действие было приостановлено. Так, например в 2015 г. в ТОП-5 агростраховщиков по количеству заключенных и просубсидированных договоров страхования сельскохозяйственных культур входили следующие страховщики: ООО СК «Полис», ООО «Росгосстрах», ООО «СК «Высота», ООО «РОС «Родина», ООО СК «Еврострахование». По состоянию на 1 января 2016 г. действующую лицензию имело только ООО «Росгосстрах» [26].

После принятия изменений в Федеральный закон № 260-ФЗ в 2015 г. произошло расширение уровня страховой защиты, перечня рисков, включаемых в договора страхования с государственной поддержкой, и снижение порога утраты до 25%. Также необходимо отметить, что в этот период произошло введение в действие стабилизационного резерва.

В 2016 г. совершенствование системы страхования сельскохозяйственных рисков с государственной поддержкой продолжилось, членство в Национальном союзе агростраховщиков (НСА) стало обязательным для всех страховых компаний, проводящих страхование сельскохозяйственных рисков с государственной поддержкой, также были определены единые стандарты проведения страхования и снижен порог утраты до 20% [8, 21].

По данным НСА, в 2014 г. наблюдался стремительный рост рынка страхования сельскохозяйственного производства. Объем собранной страховой премии составил 16,7 млрд руб., по сравнению с данными 2013 г. она выросла на 17%. Рост произошел за счет увеличения страховой премии по договорам страхования с государственной поддержкой. Это было связано прежде всего с расцветом рынка «псевдострахования», направленного на освоение бюджетных средств, в 2015 г. после жестких мер Центрального банка, направленных на борьбу с мошенничеством в сфере агрострахования, данные показатели значительно снизились [2, 8].

В конце 2016 г. система страхования сельскохозяйственного производства столкнулась с более серьезной проблемой. Министерство сельского хозяйства изменило систему организации господдержки данного сектора, включив его в «единую субсидию», когда регион самостоятельно перераспределяет средства на те или иные направления расходов.

Это стало фактически резким отступлением в развитии данной системы, так как образовался серьезный пробел в нормативной базе, при этом общие правила взаимодействия органов АПК, аграриев и страховщиков стали менее непонятными.

Введение «единой субсидии» и отсутствие нормативной базы по страхованию практически на протяжении всего года обернулись рекордным падением объемов агрострахования. Так, если в 2016 г. по количеству договоров страхования урожая с гос-

поддержкой отмечен рост на 36% по сравнению с 2015 г., то в 2017 г. произошло падение на 67% по сравнению с предшествующим, 2016 г. При этом объем застрахованной площади снизился на 68% – до 1,3 млн га, а госпрограмма была реализована всего на 27% от намеченных целевых показателей охвата страхованием [8, 21].

Преобразования, происходящие на рынке страхования сельскохозяйственного производства, прежде всего находят свое отражение в объемах собранной страховой премии (рис. 2).

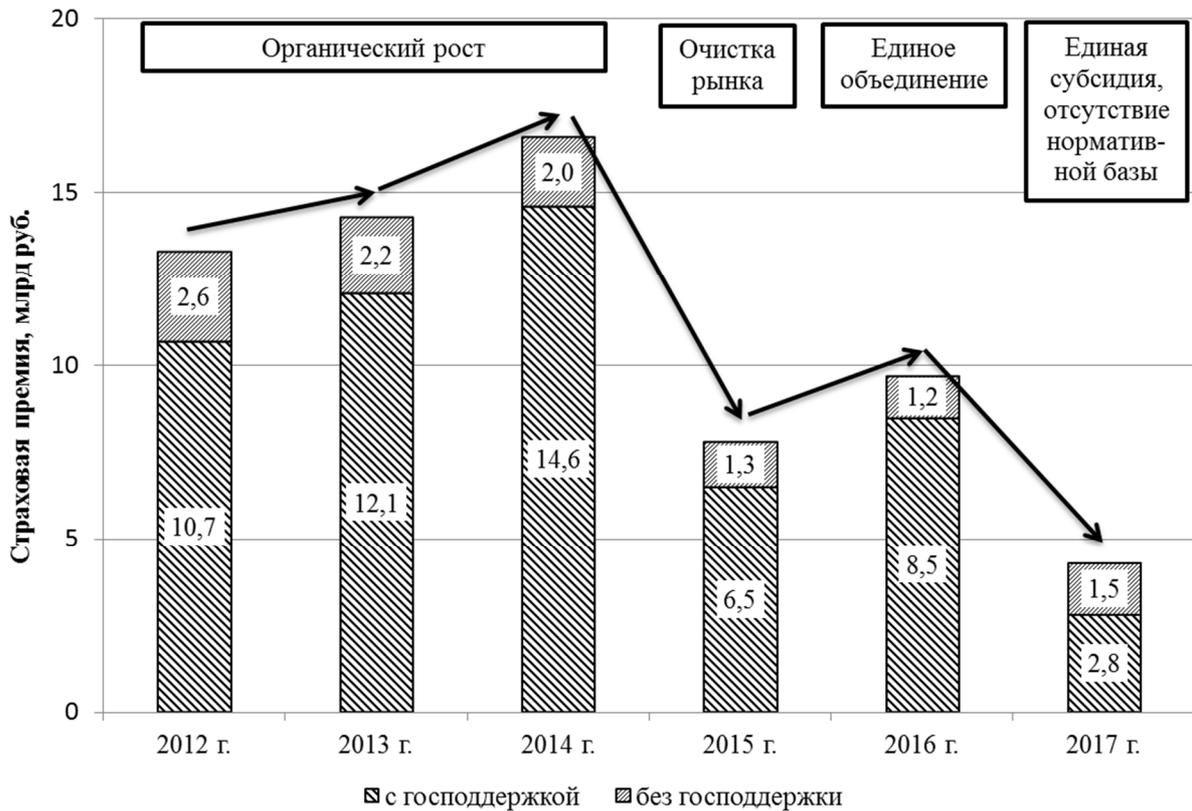


Рис. 2. Динамика развития рынка агрострахования в России в 2012–2017 гг., млрд руб.

После принятия Федерального закона № 260-ФЗ на рынке страхования сельскохозяйственных рисков наметилась положительная тенденция, и на протяжении трех лет объемы собранной страховой премии росли. В 2015 г. резкое снижение объемов собранных страховых премий, прежде всего, связано с эффективностью мер ЦБ по снижению мошенничества в данной отрасли. Объединение агростраховщиков и обязательное вступление в члены НСА в 2016 г. повысило уровень надежности страхования и позволило собрать 8,5 млрд руб. страховой премии. В 2017 г. после введения «единой субсидии» объемы собранной премии сократились в 3 раза и составили 2,8 млрд руб.

В результате изменения порядка субсидирования в 2018 г. во многих регионах значительно снизилось, в некоторых даже прекратилось финансирование страхования сельскохозяйственных рисков с государственной поддержкой, в связи с этим органами исполнительной власти и АПК были предприняты шаги по развитию данной отрасли.

Правительством РФ было дано поручение о рассмотрении вопроса о целесообразности выведения господдержки агрострахования из «единой субсидии». Органами АПК была разработана и представлена в Минсельхоз «Дорожная карта» развития страхования.

По данным НСА, в 2018 г. страхование сельскохозяйственных рисков проводилось в 74 субъектах РФ, из них только в 55 были заключены договоры страхования с государственной поддержкой, большая часть рынка – 80% была сосредоточена в 20 регионах.

Общий объем собранных страховых премий в 2018 г. составил 3,7 млрд руб., из них 3 млрд руб. приходилось на 20 ведущих регионов России. На первом месте по объему собранной страховой премии находилась Москва – 519 млн руб., на втором месте – Воронежская область – 258,5 млн руб. и на третьем – Краснодарский край – 237,5 млн руб. При этом необходимо отметить, что в большинстве регионов, проводивших страхование, рынок в значительной степени вырос за счет страхования, проводимого без государственной поддержки, что говорит об отношении местных органов АПК к субсидированию агрострахования [8].

Для системы страхования сельскохозяйственных рисков России 2018 год был очень насыщенным, в начале года Банк России опубликовал консультативный доклад по вопросам развития страхования сельскохозяйственных рисков, затем вопрос агрострахования был рассмотрен Советом Законодателей РФ, далее части разработки конкретных решений было посвящено совещание с участием министра сельского хозяйства Д.Н. Патрушева, где была представлена «дорожная карта» конкретных мер реорганизации системы страхования сельскохозяйственного производства с государственной поддержкой.

С целью их реализации Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию рекомендовал Минсельхозу России совместно с НСА подготовить предложения о возможности включения в систему страхования с господдержкой дополнительных страховых программ, наиболее полно учитывающих специфику агроклиматических условий отдельных регионов и отраслей АПК [8].

Далее при содействии аграрных комитетов Совета Федерации и Госдумы, Минсельхоза, Минфина и Банка России, НСА и отраслевых аграрных союзов были приняты два законодательных акта: Федеральный закон от 23 апреля 2018 г. № 109-ФЗ, который распространил государственную поддержку в части страхования аквакультур (вступил в силу 1 января 2019 г.) и Федеральный закон от 27 декабря 2018 г. № 563-ФЗ, который отменил порог гибели урожая и сделал агрострахование более доступным (вступил в силу 1 марта 2019 г.) [10, 11].

В последующем после принятия закона № 563-ФЗ Правительством и Министерством сельского хозяйства было поддержано решение о дифференциации выплат по ущербу в связи с чрезвычайными ситуациями для сельхозпроизводителей. На основании этого сельхозтоваропроизводители, которые страховали свои риски, получают бюджетных выплат вдвое больше. Кроме того, Минсельхоз принял решение о снижении уровня несвязанной поддержки для тех аграриев, которые не позаботились о страховании рисков. Такое снижение может составить 15% [11].

По мнению многих экспертов, принятие Федерального закона № 563-ФЗ станет новым этапом в развитии системы страхования аграрного сектора и позволит в значительной степени снизить уровень его зависимости от катастрофических рисков.

В законе отменяется порог гибели урожая и производится его замена на обязательную безусловную франшизу в размере от 10 до 50%, расширяются возможности сельхозпроизводителей по выбору параметров страхового покрытия. Появляется возможность выбора отдельных рисков для каждого конкретного случая. Расширяется пе-

речень природных явлений и стихийных бедствий, на случай которых проводится страхование. В него включены продолжительные и сильные дожди, раннее появление или установление снежного покрова, половодье, а также промерзание верхнего слоя почвы.

При страховании животных с государственной поддержкой в страховое покрытие будут включены убытки от вынужденного убоя скота. Это позволит сельхозтоваропроизводителям получить полное возмещение в случае массовой эпидемии и убоя всего поголовья животных, включая здоровых.

Уточняется порядок заключения договора страхования многолетних трав прошлых лет посева: договор должен быть заключен не позднее чем 15 календарных дней после окончания сева или посадки яровых сельскохозяйственных культур.

Упрощается процедура доказывания ущерба и получения страховых выплат, это связано с закреплением правового статуса космомониторинга при проведении страховой экспертизы. Данная мера не только упрощает процесс урегулирования убытков, но и дает возможность разработки новых страховых продуктов.

Положениями закона № 563-ФЗ также было установлено, что доля собранных страховых премий, предназначенная для осуществления страховых выплат, должна составлять не менее 80%, при этом необходимо отметить, что Банк России наделяется полномочиями по контролю за формированием фонда компенсационных выплат [8, 11].

Для реализации положений данного закона в 2019 г. из федерального бюджета в виде субсидий на агрострахование было запланировано выделить 1,5 млрд руб. При этом необходимо отметить, что Министерство сельского хозяйства предлагает вывести эти средства из «единой субсидии». Предположительно это произойдет в 2020 г., а в 2019 г. средства, выделенные на поддержку агрострахования, получают защищенный статус, который не позволит направлять их на другие нужды [5, 8].

В результате совершенствования механизма государственной поддержки агрострахования, основанного на положениях закона № 563-ФЗ, по прогнозу Министерства сельского хозяйства охват застрахованных посевных площадей должен увеличиться до 4,2% к 2020 г. и до 11,3% к 2025 г., а доля застрахованных животных вырастет соответственно до 16,7 и 26,1% [8].

В 2019 г. НСА приступил к разработке специальных программ страхования сельскохозяйственных рисков с государственной поддержкой, ориентированных на потребности регионов РФ. Данные программы будут нацелены на защиту специфических наиболее повторяющихся рисков, характерных для конкретной территории. Региональные программы будут согласованы с Минсельхозом, Минфином и Банком России, и после этого начнется их тестирование в пилотных регионах. В случае успешного тестирования будет поставлен вопрос об их включении в план страхования на будущий год [6].

В дальнейшем в состав специальных программ будут включены страховые продукты, основанные на расчете индекса урожайности, что позволит вовлечь в систему агрострахования малый и средний бизнес и программы страхования тепличного овощеводства.

Изучение существующей системы страхования сельскохозяйственных рисков в период 1993–2019 гг. показало, что данная отрасль в своем развитии и совершенствовании достигла ряда положительных результатов, к ним можно отнести следующее:

- включение в систему агрострахования с государственной поддержкой животных и аквакультур;
- расширение перечня страховых рисков;

- расширение перечня страхуемых сельскохозяйственных культур и животных;
- создание Национального союза агростраховщиков;
- ужесточение требований к страховщикам, принимающим на страхование сельскохозяйственные риски;
- упразднение порога гибели урожая;
- предоставление возможности выбора рисков, включаемых в договор;
- законодательное закрепление космомониторинга по договорам страхования сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой;
- предоставление средствам, выделенным на поддержку агрострахования, «защищенного статуса» в составе «единой субсидии».

Несмотря на значительные изменения в развитии современной системы страхования сельскохозяйственных рисков, остаются некоторые проблемы, требующие определенных доработок и последующей реализации, для чего необходимо:

- внедрить индексное страхование, основанное на индексах дохода, урожайности и погодных индексах;
- ввести гибкие страховые продукты при страховании сельскохозяйственных рисков;
- разработать нетипичные страховые программы, учитывающие особенности конкретного страхователя;
- осуществлять финансирование государственной поддержки агрострахования в объемах, соответствующих спросу на страховые услуги;
- предоставлять государственные гарантии страхователям по договорам страхования с государственной поддержкой;
- упростить процедуры оформления субсидий.

Реализация предложенных мер позволит усовершенствовать механизм страхования сельскохозяйственного производства и повысить заинтересованность сельхозпроизводителей и страховщиков. В результате этого ожидается появление новых страховых продуктов, ориентированных на потребности аграриев, что позволит расширить территории их применения в зонах рискованного земледелия.

### **Выводы**

Система страхования сельскохозяйственных рисков за период исследования показала положительную динамику.

Особое значение отводится принятию Федерального закона № 563-ФЗ от 27.12.2018 г., положения которого можно считать «прорывом» в развитии данной отрасли.

Некоторые проблемы остаются не решенными, в связи с чем необходимо дальнейшее совершенствование нормативно-законодательной базы в части совершенствования взаимоотношений между участниками процесса страхования сельскохозяйственного производства.

Внедрение страхования сельскохозяйственных рисков в повседневную практику как основного инструмента урегулирования убытков в сельском хозяйстве в дальнейшем позволит в значительной степени повысить уровень финансовой устойчивости аграрного сектора.

---

### Библиографический список

1. Агибалов А.В. Индексное страхование урожайности сельскохозяйственных культур / А.В. Агибалов, О.А. Образцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (37). – С. 305–313.
2. Баймишева Т.А. Состояние агрострахования: проблемы и пути развития / Т.А. Баймишева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (51). – С. 231–233.
3. Биждов К.Д. Агрострахование с государственной поддержкой: пути развития и вопросы регулирования / К.Д. Биждов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/59120539-Agrostrahovanie-s-gospodderzhkoj-puti-razvitiya-i-voprosy-regulirovaniya-prezident-nsa-bizhdov-korney-datkovich.html> (дата обращения: 16.09.2019).
4. Григоренко И.В. Анализ и оценка сельскохозяйственного страхования с позиции эволюционного подхода / И.В. Григоренко, Е.А. Шкарупа // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 332 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21096> (дата обращения: 16.09.2019).
5. Гришина Т. Страховку аграриев защитили от расходов. Рекордный ущерб агробизнесу возместит государство / Т. Гришина // Газета «Коммерсантъ». – 2018. – № 136 (02.08.2018). – С. 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3702301> (дата обращения: 16.09.2019).
6. Информационная база Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcsx.ru/> (дата обращения: 16.09.2019).
7. Коваленко Г.Л. Агрострахование: новый этап развития государственной поддержки сельскохозяйственного товаропроизводителя / Г.Л. Коваленко, Д.М. Хисматуллин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (36). – С. 188–190.
8. Национальный союз агростраховщиков : официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.naai.ru/> (дата обращения: 16.09.2019).
9. Носов В.В. Сельскохозяйственное страхование с государственной поддержкой: проблемы и перспективы / В.В. Носов // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2012. – № 4. – С. 119–138.
10. О внесении изменений в Федеральный закон «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» в части страхования объектов товарной аквакультуры с государственной поддержкой» : Федеральный закон от 23 апреля 2018 г. № 109-ФЗ (не вступил в силу) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71829756/> (дата обращения: 16.09.2019).
11. О внесении изменений в Федеральный закон «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» : Федеральный закон от 27 декабря 2018 г. № 563-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_314703/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314703/) (дата обращения: 16.09.2019).
12. О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования и о внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» (с изменениями и дополнениями) : Федеральный закон от 25 июля 2011 г. № 260-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12188234/> (дата обращения: 16.09.2019).
13. О государственной поддержке страхования в сфере агропромышленного производства : Постановление Правительства РФ от 01.11.2001 г. № 758 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33877/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33877/) (дата обращения: 16.09.2019).
14. О государственном регулировании агропромышленного производства : Федеральный закон от 14.07.1997 г. № 100-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15203/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15203/) (дата обращения: 16.09.2019).

15. О государственном регулировании страхования в сфере агропромышленного производства : Постановление Правительства РФ от 27 ноября 1998 г. № 1399 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12113834/> (дата обращения: 16.09.2019).

16. О мерах государственной поддержки агропромышленного комплекса в 1993–1994 годах : Постановление Совета Министров – Правительства РФ от 18 ноября 1993 г. № 1186 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10164249/> (дата обращения: 16.09.2019).

17. О порядке предоставления из федерального бюджета субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на компенсацию части затрат по страхованию урожая сельскохозяйственных культур, урожая многолетних насаждений и посадок многолетних насаждений: Постановление Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2007 г. № 254 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=105817> (дата обращения: 16.09.2019).

18. О развитии сельского хозяйства: Федеральный закон от 29.12.2006 г. № 264-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64930/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930/) (дата обращения: 16.09.2019).

19. Об утверждении порядка использования в 2005 году субсидий, предоставляемых из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации для компенсации части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на страхование урожая сельскохозяйственных культур, с нормативом (методикой) определения размера субсидий по субъектам Российской Федерации : Приказ Минсельхоза РФ от 11 апреля 2005 г. № 54 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=80722> (дата обращения: 16.09.2019).

20. Об утверждении Правил предоставления в 2004 году субсидий за счет средств федерального бюджета на компенсацию части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на страхование урожая сельскохозяйственных культур : Приказ Минсельхоза РФ от 26 мая 2004 г. № 298 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_47980/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_47980/) (дата обращения: 16.09.2019).

21. Образцова О.А. Направления развития и пути совершенствования страхования сельскохозяйственного производства в России на современном этапе / О.А. Образцова // Финансовый вестник. – 2018. – № 3 (42). – С. 37–42.

22. Проект Концепции совершенствования сельскохозяйственного страхования, осуществляемого с государственной поддержкой, на период до 2020 года (опубликован 28 октября 2010 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/197/50336.php> (дата обращения: 16.09.2019).

23. Соколова И.А. Проблемы развития современной системы агрострахования в России / И.А. Соколова // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 2 (38). – С. 307–311.

24. Хожайнов Н.Т. Совершенствование государственной поддержки сельскохозяйственного страхования в России / Н.Т. Хожайнов, А.А. Назарова // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 6. – С. 52–54.

25. Шкарупа Е.А. Становление и развитие института страхования в сельском хозяйстве / Е.А. Шкарупа // Региональная экономика: теория и практика. – 2012. – № 40 (271). – С. 33–38.

26. Polyakova A.A. Insurance of agricultural crops and perennial plantings with state support / A.A. Polyakova, A.A. Sidorin, A.B. Dudareva // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – Vol. 2 (62). – Pp. 205–210.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Оксана Алексеевна Образцова – старший преподаватель кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [dacha03@mail.ru](mailto:dacha03@mail.ru).

Александр Владимирович Агибалов – кандидат экономических наук, зав. кафедрой финансов и кредита, декан экономического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [finance@bf.vsau.ru](mailto:finance@bf.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 18.11.2019

Дата принятия к печати 24.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Oksana A. Obraztsova, Senior Lecturer, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [dacha03@mail.ru](mailto:dacha03@mail.ru).

Aleksandr V. Agibalov, Candidate of Economic Sciences, Head of the Dept. of Finance and Credit, Dean of the Faculty of Economics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agi-64@mail.ru](mailto:agi-64@mail.ru).

Received November 18, 2019

Accepted after revision December 24, 2019

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ И СЕЛЕКЦИОННОГО ДОСТИЖЕНИЯ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Александр Викторович Буяров<sup>1</sup>  
Ли́я Моисеевна Ройтер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

<sup>2</sup>Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук

Статья посвящена решению актуальной проблемы – разработке методики экономической оценки племенной ценности сельскохозяйственной птицы и селекционного достижения в птицеводстве. Для дальнейшего увеличения производства яиц и мяса птицы определяющее значение приобретает повышение продуктивности, жизнеспособности, сохранности, а также улучшение качественных показателей птицы. Важнейшая роль в этом принадлежит созданию современных систем селекции и высокоэффективной племенной работе. В современных условиях ученые и специалисты в области генетики и селекции должны создавать такие породы, кроссы и линии сельскохозяйственной птицы, которые обеспечат получение высокого дохода на всех этапах производственного процесса. Предлагаемая методика включает основные критерии оценки племенной ценности и селекционного достижения в птицеводстве, алгоритмы их расчета, перечень показателей и условия проведения сравнительной оценки. Исследование подходов к оценке селекционного достижения позволило их синтезировать и в качестве единого комплексного критерия выделить коэффициент селекционного достижения, который определяют путем умножения двух обобщающих коэффициентов, характеризующих экономическую и профессионально-экспертную оценку. Схема расчета коэффициента селекционного достижения предполагает определенную этапность и дифференцирована по птице яичного и мясного направлений продуктивности. Предлагаемая методика оценки селекционного достижения универсальна и может быть адаптирована в программный продукт. Ее реализация в большей мере зависит от чистоты осуществления сравнительной оценки по технологии содержания и кормления птицы. Это исключает элемент случайности и позволяет выявлять птицу с наиболее устойчивыми к внешним условиям продуктивными и воспроизводительными качествами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: птицеводство, экономическая оценка племенной ценности, селекционное достижение, продуктивность, затраты, прибыль, коэффициент рентабельности.

## ECONOMIC ASSESSMENT OF BREEDING VALUE OF POULTRY AND BREEDING ACHIEVEMENTS IN POULTRY FARMING

Alexander V. Buyarov<sup>1</sup>  
Liya M. Royter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

<sup>2</sup>All-Russian Research and Technological Poultry Institute

This article is devoted to solving an urgent problem, such as developing the methodology for economic assessment of breeding value of poultry and breeding achievements in poultry farming. For further increase in the production of eggs and poultry meat it is crucial to increase the productivity, viability, survival rate, and quality indicators of poultry. The most important role here belongs to the creation of modern breeding systems and highly efficient breeding work. In modern conditions scientists and specialists in the field of genetics and breeding must create such breeds, cross-breeds and lines of poultry that will ensure high income at all stages of the production process. The proposed methodology includes the main criteria for assessing the breeding value and breeding achievements in poultry farming, the algorithms for their calculation, a list of indicators and conditions for performing a comparative assessment. The study of approaches to assessing the breeding achievements allowed synthesizing them and singling out the breeding achievement coefficient as a uniform comprehensive criterion. The algorithm of its calculation consists in the product of two generalizing coefficients characterizing the economic and professional expert assessment. The scheme for calculating the breeding achievement coefficient presupposes a certain phasing and is differentiated by egg and meat poultry. The proposed methodology for

assessing the breeding achievements is universal and can be adapted into a software product. Its implementation is more dependent on the purity of comparative assessment of the technology of poultry keeping and feeding. This eliminates the element of chance and allows identifying the birds, whose productive and reproductive qualities are most resistant to external conditions.

KEYWORDS: poultry farming, economic assessment of breeding value, breeding achievement, productivity, costs, profit, profitability ratio.

**В** плане последовательного увеличения производства продукции птицеводства важная роль отводится повышению количественных и качественных показателей птицы, ее жизнеспособности и сохранности [2, 12, 13]. В настоящее время в Российской Федерации с целью повышения конкурентоспособности птицеводства проводятся мероприятия, направленные на улучшение организации племенного дела путем создания системы специализированных, технически хорошо оборудованных селекционно-генетических центров, племзаводов и репродукторов, находящихся в тесной взаимосвязи как между собой, так и с товарными предприятиями [1, 3, 4, 6, 9].

В рамках комплексной программы научных исследований по птицеводству ведется работа по созданию системы селекции, основанной на разработке и внедрении современных генетических и геномных методов, обеспечивающих создание пород, кроссов птицы мясного и яичного направлений продуктивности с генетическим потенциалом, соответствующим лучшим мировым аналогам [8, 10, 11, 14]. Не менее актуальной является разработка рационов и систем кормления, а также научно обоснованных адаптивных энергоресурсосберегающих технологий выращивания и содержания племенных и промышленных стад создаваемой птицы, обеспечивающих максимальную реализацию генетического потенциала продуктивности птицы [7].

В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию, указаны породы, породные группы, линии и кроссы птицы, прошедшие специальные испытания на отличимость, стабильность и однородность. Так, в 2019 г. в данном документе обозначено 398 селекционных достижений в птицеводстве, в том числе 99 пород, 136 линий, 163 кросса (табл. 1) [5].

**Таблица 1. Породы, кроссы и линии птицы, включенные в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию**

Вид птицы	Всего	В том числе			Новых	Охраняемых
		порода	кросс	линия		
Гуси	27	27	0	0	-	3
Индейки	25	7	10	8	-	4
Куры	312	54	117	141	5	21
Перепела	4	4	0	0	2	2
Утки	26	3	9	14	-	16
Цесарки	4	4	0	0	-	-
Всего	398	99	136	163	7	46

Увеличение числа новых пород, линий и кроссов птицы зависит в большей степени от достигнутых результатов селекционно-племенной работы. Важное значение для птицеводческой отрасли имеет достоверная оценка динамики качественных показателей создаваемой и внедряемой в реальное производство птицы. В то же время требуют совершенствования существующие в настоящее время подходы к оценке селекционного достижения.

Актуальность разработки методики оценки племенной ценности сельскохозяйственной птицы и селекционного достижения в птицеводстве усиливается тем, что формируется сеть селекционно-генетических центров, одной из основных задач которых является создание конкурентоспособной птицы на отечественном рынке.

Методика включает основные критерии оценки племенной ценности и селекционного достижения в птицеводстве, алгоритмы их расчета, перечень показателей и условия проведения сравнительной оценки.

В птицеводстве существуют следующие подходы к оценке племенной ценности и селекционного достижения:

- по зоотехническим показателям (продуктивности, сохранности, воспроизводительным качествам, затратам корма на единицу продукции, срокам выращивания и др.). Европейский фактор эффективности (индекс продуктивности) выступает обобщающим показателем представленной оценки. Достоинство данного подхода состоит в наглядности реализации наивысшего селекционного эффекта по намеченным зоотехническим (биологическим) параметрам. При этом трудность сравнительной оценки разных селекционных достижений заключается в их несопоставимости и неоднородности. Единицей прибыли не являются такие параметры технологической (зоотехнической) эффективности, как среднесуточный прирост, жизнеспособность, конверсия корма, сроки выращивания;

- по результатам экспертной оценки, при которой некоторым хозяйственным и биологическим критериям присваивается определенный ранг или балл, а затем они суммируются и выводится общий. Конечным этапом при выборе предпочтительного селекционного достижения является максимальная сумма баллов. Положительной стороной этого подхода выступает возможность получения суммированной оценки разнородных критериев. Однако на объективность и точность применяемой балльной оценки существенное влияние оказывает квалификация экспертной группы;

- экономическая оценка по значению показателя «прибыль на 1 м<sup>2</sup> полезной площади пола» за период выращивания. Структурной единицей продуктивности и эффективности в птицеводстве является птичник, а не птица, как биологический объект. Это наиболее объективная оценка, позволяющая преобразовать различные зоотехнические показатели в один экономический. Преимущества данного критерия снижает его абсолютная величина. В то же время наиболее оптимальным критерием сравнительной оценки технологического оборудования, применяемого при выращивании птицы, является прибыль с единицы полезной площади пола.

Исследование подходов к оценке селекционного достижения позволило их обобщить и в качестве единого комплексного критерия выделить коэффициент селекционного достижения, который определяют путем умножения двух обобщающих коэффициентов, характеризующих экономическую и профессионально-экспертную оценку.

Расчет коэффициента селекционного достижения предполагает определенную этапность и дифференцирован по птице яичного и мясного направлений продуктивности.

### ЭТАП 1

На данном этапе зоотехнические показатели трансформируются в единый обобщающий экономический критерий. Известно, что при проведении сравнительных испытаний в зарубежных странах в оценку селекционного достижения сельскохозяйственных животных положена степень их доходности.

В птицеводстве результативность производства продукции формируется исходя из продуктивных качеств гибридов и воспроизводительных способностей родительского поголовья. Следовательно, оценка селекционного достижения предполагает оценку промышленного гибрида и родительских форм. Одновременно эффект от селекционного достижения складывается из стоимости основной и побочной продукции, а также затрат на всех стадиях воспроизводства птицы (исходные линии, прародительское и родительское стада, промышленный гибрид).

В качестве критерия экономической оценки селекционного достижения принят коэффициент рентабельности за период содержания в расчете на условное поголовье.

Наряду с общей оценкой селекционного достижения возникает необходимость в такой оценке гибрида или родительских форм выборочно по отдельным стадиям. Критериями оценки в данном варианте для конечных гибридов может выступать коэффициент рентабельности на начальную несушку (для птицы яичного направления продуктивности), коэффициент рентабельности на суточного бройлера (для птицы мясного направления продуктивности), коэффициент рентабельности на начальную несушку родительского стада. Родительские формы целесообразно оценивать совокупно с точки зрения их воспроизводительных способностей, характеризующихся себестоимостью суточного молодняка, и с точки зрения продуктивности полученных гибридов, определяемой показателями их выращивания и ценой реализации.

Составляющими элементами обобщающего показателя экономической оценки являются прибыль и расходы на всех этапах создания промышленного гибрида (прародительское, родительское, промышленное стадо, исходные линии с учетом содержания молодняка за период выращивания).

Алгоритм их расчета предполагает определенную последовательность.

**Шаг 1.** Определение количества голов птицы каждой группы на всем учитываемом уровне воспроизводства в расчете на условное поголовье финальных гибридов.

**Шаг 2.** Расчет выручки по каждому стаду.

Расчет проводится по единой схеме для всех стад (кроме промышленного стада).

Выручка определяется от реализации всех видов получаемой продукции (мясо выбракованного молодняка и взрослой птицы, непригодные для инкубации яйца, продукция от промышленных гибридов).

Выручка от выбраковки птицы в расчетах не учитывается, так как она при конкурентных испытаниях птицы и ее сравнительной оценке не допускается.

***Промышленное стадо***

Выручка от реализации пищевых яиц на начальную несушку:

$$(c_a \times m \times n), \text{ руб.}, \quad (1)$$

где  $c_a$  – цена реализации 1 кг яичной массы (константа), руб.;

$m$  – средняя масса одного яйца от несушки промышленного стада, кг;

$n$  – яйценоскость на одну начальную несушку промышленного стада, шт.

Выручка от реализации мяса, полученного при выбраковке кур промышленного стада в процессе и в конце эксплуатации:

$$(c \times p \times g), \text{ руб.}, \quad (2)$$

где  $c$  – средняя цена реализации 1 кг мяса, руб., рассчитывается по формуле (3)

$$c = \sum c_s \times d_s, \quad (3)$$

где  $c_s$  – цена  $s$ -го сорта мяса, руб.;

$d_s$  – доля  $s$ -го сорта мяса;

$p$  – средняя масса выбракованной тушки, кг;

$g$  – сохранность взрослого поголовья птицы, доля (процент сохранности делится на 100).

***Родительское стадо (прародительское стадо, исходные линии)***

Выручка, полученная при реализации мяса птицы  $i$ -го стада, которая была выбракована в ходе эксплуатации, в среднем на одну начальную несушку:

$$(1,1 \times c_i \times p_i \times g_i), \text{ руб.}, \quad (4)$$

где  $c_i$  – средняя стоимость 1 кг мяса выбракованных кур  $i$ -го стада, руб.;

$p_i$  – средняя масса одной головы выбракованных несушек и петухов  $i$ -го стада, кг;

$g_i$  – сохранность взрослой птицы  $i$ -го стада, доля.

Выручка от реализации пищевых яиц, которые непригодны для инкубации, на одну начальную несушку:

$$[c_e \times n_i \times (1 - \alpha_i)], \text{ руб.}, \quad (5)$$

где  $c_e$  – цена реализации одного яйца, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц.

**Шаг 3.** Расчет издержек на всех этапах создания промышленного гибрида.

***Промышленное стадо***

Затраты на содержание одной начальной несушки промышленного стада:

$$(c_k \times k + z), \text{ руб.}, \quad (6)$$

где  $c_k$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на содержание несушек промышленного стада (константа), руб.;

$k$  – расход корма на одну несушку, ц;

$z$  – затраты, кроме стоимости корма на одну несушку (в одинаковых условиях сравнительной оценки их величина является константой для всей оцениваемой птицы), руб.

Затраты на выращивание одной молодки промышленного стада:

$$(c'_k \times k' + z'), \text{ руб.}, \quad (7)$$

где  $c'_k$  – стоимость 1 кг корма, затраченного на выращивание молодок для промышленного стада, руб.;

$k'$  – расход корма на одну молодку, переведенную в промышленное стадо, кг;

$z'$  – затраты на выращивание одной молодки, переведенной в промышленное стадо, исключая стоимость корма, руб.

***Родительское стадо (прародительское стадо, исходные линии)***

Затраты на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну начальную несушку  $i$ -го стада:

$$(c_{ki} \times k_i + z_i), \text{ руб.}, \quad (8)$$

где  $c_{ki}$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну начальную несушку  $i$ -го стада (константа), руб.;

$k_i$  – расход корма на одну начальную несушку  $i$ -го стада (с учетом корма на петухов), ц;

$z_i$  – другие затраты, исключая стоимость корма на одну начальную несушку (с учетом корма на петухов), ц.

Затраты на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну молодку  $i$ -го стада:

$$(c'_{ki} \times k'_i + z'_i), \text{ руб.}, \quad (9)$$

где  $c'_{ki}$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну молодку  $i$ -го стада (константа), руб.;

$k'_i$  – расход корма на одну молодку  $i$ -го стада (с учетом корма на петухов), ц;

$z'_i$  – другие затраты, исключая стоимость корма на одну молодку (с учетом корма на петухов), ц.

Затраты на инкубацию яиц, полученных на 1 несушку  $i$ -го стада:

$$(c_{\text{ч}} \times n_i \times \alpha_i), \text{ руб.}, \quad (10)$$

где  $c_{\text{ч}}$  – стоимость суточного цыпленка, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц.

Издержки на инкубационные яйца для последнего (по нисходящей) учитываемого этапа воспроизводства птицы (например, для получения исходных линий):

$$(1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t), \text{ руб.}, \quad (11)$$

где  $c_t$  – стоимость одного инкубационного яйца, руб.;

$\beta_t$  – вывод яиц от общего числа заложенных на инкубацию, доля;

$g_t$  – сохранность ремонтного молодняка на последнем учитываемом этапе, доля;

$N_t$  – поголовье начальных несушек последней учитываемой стадии воспроизводства птицы, гол.

**Шаг 4.** Расчет прибыли на всех стадиях создания промышленного гибрида (курицы-несушки):

$$\begin{aligned} \Pi = & [c_a \times m \times n - (c_k \times k + z) - (c'_k \times k' + z') + c \times p \times g] \times N - \\ & \sum \{ (c_{ki} \times k_i + z_i) + (c'_{ki} \times k'_i + z'_i) + c_{\text{ч}} \times n_i \times \alpha_i - 1,1 \times c_i \times p_i \times g_i - \\ & c_e \times n_i \times (1 - \alpha_i) \} \times N_i + 1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t, \end{aligned} \quad (12)$$

где  $c_a$  – цена реализации 1 кг яичной массы (константа), руб.;

$m$  – средняя масса одного яйца от несушки промышленного стада, кг;

$n$  – яйценоскость на одну начальную несушку промышленного стада, шт.;

$c_k$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на содержание несушек промышленного стада (константа), руб.;

$k$  – расход корма на одну несушку, ц;

$z$  – затраты, кроме стоимости корма на одну несушку (в одинаковых условиях сравнительной оценки их величина является константой для всей оцениваемой птицы), руб.;

$c'_k$  – стоимость 1 кг корма, затраченного на выращивание молодок для промышленного стада, руб.;

$k'$  – расход корма на одну молодку, переведенную в промышленное стадо, кг;

$z'$  – затраты на выращивание одной молодки, переведенной в промышленное стадо, исключая стоимость корма, руб.;

$c$  – средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.;

$p$  – средняя масса выбракованной тушки, кг;

$g$  – сохранность взрослого поголовья птицы, доля (процент сохранности делится на 100);

$N$  – начальное поголовье несушек промышленного стада, гол.;

$c_{ki}$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну начальную несушку  $i$ -го стада (константа), руб.;

$k_i$  – расход корма на одну начальную несушку  $i$ -го стада (с учетом корма на петухов), ц;

$z_i$  – другие затраты, исключая стоимость корма на одну начальную несушку (с учетом корма на петухов), ц;

$c'_{ki}$  – стоимость 1 ц корма, затраченного на выращивание взрослой птицы  $i$ -го стада в расчете на одну молодку  $i$ -го стада (константа), руб.;

$k'_i$  – расход корма на одну молодку  $i$ -го стада (с учетом корма на петухов), ц;

$z'_i$  – другие затраты, исключая стоимость корма на одну молодку (с учетом корма на петухов), ц;

$c_{\text{ч}}$  – стоимость суточного цыпленка, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц;

$c_i$  – средняя стоимость 1 кг мяса выбракованных кур  $i$ -го стада, руб.;

$p_i$  – средняя масса одной головы выбракованных несушек и петухов  $i$ -го стада, кг;

$g_i$  – сохранность взрослой птицы  $i$ -го стада, доля;

$c_e$  – цена реализации одного яйца, руб.;

$N_i$  – начальное поголовье несушек  $i$ -го стада, гол.;

$c_t$  – стоимость одного инкубационного яйца, руб.;

$\beta_t$  – вывод яиц от общего числа заложенных на инкубацию, доля;

$g_t$  – сохранность ремонтного молодняка на последнем учитываемом этапе, доля;

$N_t$  – поголовье начальных несушек последней учитываемой стадии воспроизводства птицы, гол.;

$i$  – номер стада племенного назначения (родительское стадо, прародительское стадо, исходные линии), кроме промышленного стада.

Таким образом, в первой части уравнения (в квадратной скобке) осуществляется расчет дохода на одну начальную несушку промышленного стада за период выращивания. Данная часть формулы характеризует продуктивные качества промышленного гибрида.

Во второй части уравнения (в фигурной скобке) рассчитываются затраты на одну начальную несушку родительского стада (прародительского стада, исходных линий) за период выращивания с учетом затрат на петухов.

Затраты на весь шлейф, предшествующий промышленному гибриду, определяют путем умножения расходов на всех стадиях воспроизводства птицы на поголовье начальных несушек и их суммирования.

**Шаг 5.** Расчет коэффициента рентабельности селекционного достижения:

$$КР_{СД} = \frac{П_{сд}}{[(c_k \times k + z) - (c'_k \times k' + z')] \times N - [(c_{ki} \times k_i + z_i) + (c'_{ki} \times k'_i + z'_i) + c_{ч} \times n_i \times \alpha_i] \times N_i + 1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t} \quad (13)$$

### ***Мясная птица***

**Шаг 1.** Расчет поголовья каждой группы птицы на всех учитываемых этапах ее воспроизводства.

**Шаг 2.** Определение выручки на всех стадиях воспроизводства птицы.

### ***Бройлеры***

Выручка от реализации забитых бройлеров:

$$(c \times p), \text{ руб.}, \quad (14)$$

где  $c$  – средняя цена реализации 1 кг товарных бройлеров, руб.;

$p$  – средняя масса товарного бройлера, кг.

### ***Родительское стадо (прародительское стадо, исходные линии)***

Выручка от реализации мяса взрослой птицы:

$$(1,1 \times c_i \times p_i \times g_i \times N_i), \text{ руб.}, \quad (15)$$

где  $c_i$  – средняя цена реализации 1 кг мяса выбракованной взрослой птицы  $i$ -го стада, руб.;

$p_i$  – средняя масса выбракованных петухов и кур  $i$ -го маточного стада, кг;

$g_i$  – сохранность взрослого стада, доля;

$N_i$  – число голов взрослого стада.

Выручка от продажи мяса выбракованного ремонтного молодняка за период содержания:

$$(c_{1i} \times p_{1i} \times N_{1i}), \text{ руб.}, \quad (16)$$

где  $c_{1i}$  – средняя цена реализации 1 кг мяса выбракованного ремонтного молодняка, руб.;

$p_{1i}$  – средняя масса одной головы выбракованного ремонтного молодняка, кг;

$N_{1i}$  – количество ремонтного молодняка, выбракованного за период содержания, гол.

Выручка от реализации ремонтного молодняка по результатам бонитировки:

$$(c_{2i} \times p_{2i} \times N_{2i}), \text{ руб.}, \quad (17)$$

где  $c_{2i}$  – средняя цена реализации 1 кг мяса цыплят, не использованных для воспроизводства стада, руб.;

$p_{2i}$  – средняя масса одного цыпленка после откорма, кг;

$N_{2i}$  – количество выращенного молодняка, не использованного для воспроизводства стада, гол.

Выручка от продажи непригодных для инкубации яиц:

$$[c_n \times n_i \times (1 - \alpha_i) \times N_i], \text{ руб.}, \quad (18)$$

где  $c_n$  – стоимость непригодного для инкубации яйца, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц от числа снесенных;

$N_i$  – начальное поголовье несушек  $i$ -го стада, гол.

**Шаг 3.** Расчет затрат на каждом уровне воспроизводства стада.

***Бройлеры***

Затраты на содержание одного бройлера:

$$(c_k \times k + z), \text{ руб.}, \quad (19)$$

где  $c_k$  – стоимость 1 кг корма, затраченного на товарных бройлеров, руб.;

$k$  – расход корма на одного товарного бройлера, кг;

$z$  – затраты на одну голову бройлера, исключая стоимость корма, руб.

***Родительское стадо (прародительское стадо, исходные линии)***

Затраты на содержание  $i$ -го стада:

$$(z_i \times N_i), \text{ руб.}, \quad (20)$$

где  $z_i$  – затраты на одну начальную несушку  $i$ -го маточного стада с учетом затрат на петухов, руб.;

$N_i$  – начальное поголовье несушек  $i$ -го стада, гол.

Затраты на выращивание ремонтного молодняка для комплектования  $i$ -го стада:

$$(z'_i \times N_i), \text{ руб.}, \quad (21)$$

где  $z'_i$  – затраты на одну голову молодки, переведенной во взрослое стадо, включая затраты на петухов, руб.

Затраты на содержание одной головы молодняка, не применяемого для воспроизводства (курочки – от отцовской формы, петушки – от материнской формы):

$$(c_{ki} \times k_{2i} + z_{2i}), \text{ руб.}, \quad (22)$$

где  $c_{ki}$  – количество выращенного (откормленного) молодняка, гол.;

$k_{2i}$  – расход корма на одну голову выращенного молодняка по результатам бонитировки, кг;

$z_{2i}$  – затраты, кроме стоимости корма, на одну голову выращенного молодняка, руб.

Затраты на инкубацию яиц:

$$(c_4 \times n_i \times \alpha_i \times N_i), \text{ руб.}, \quad (23)$$

где  $c_4$  – затраты на инкубацию одного яйца, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц от числа снесенных;  
 $c_i$  – средняя стоимость 1 кг мяса выбракованных кур  $i$ -го стада, руб.;  
 $N_i$  – начальное поголовье несушек  $i$ -го стада, гол.

Издержки на инкубационные яйца для заключительного (по нисходящей) учитываемого этапа воспроизводства птицы:

$$(1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t), \text{ руб.}, \quad (24)$$

где  $c_t$  – стоимость одного инкубационного яйца, руб.;

$\beta_t$  – вывод яиц от общего числа заложенных на инкубацию, доля;

$g_t$  – сохранность ремонтного молодняка на последнем учитываемом этапе, доля;

$N_t$  – поголовье начальных несушек последней учитываемой стадии воспроизводства птицы, гол.

**Шаг 4.** Расчет прибыли на всех стадиях создания промышленного гибрида (бройлеров).

$$\Pi = [c \times p - (c_k \times k + z)] \times N - \Sigma\{(c_{ki} \times k_{2i} + z_{2i}) \times N_{2i} + c_u \times n_i \times \alpha_i \times N_i - 1,1 \times c_i \times p_i \times g_i \times N_i - c_{1i} \times p_{1i} \times N_{1i} - c_{2i} \times p_{2i} \times N_{2i} - [c_n \times n_i \times (1 - \alpha_i) \times N_i] + 1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t\}, \quad (25)$$

где  $c$  – средняя цена реализации 1 кг товарных бройлеров, руб.;

$p$  – средняя масса товарного бройлера, кг;

$c_k$  – стоимость 1 кг корма, затраченного на товарных бройлеров, руб.;

$k$  – расход корма на одного товарного бройлера, кг;

$z$  – затраты на одну голову бройлера, исключая стоимость корма, руб.;

$N$  – начальное поголовье бройлеров;

$c_{ki}$  – количество выращенного (откормленного) молодняка, гол.;

$k_{2i}$  – затраты корма на одну голову выращенного молодняка по результатам бонитировки, кг;

$z_{2i}$  – затраты, кроме стоимости корма, на одну голову выращенного молодняка, руб.;

$N_{2i}$  – количество выращенного молодняка, не использованного для воспроизводства стада, гол.;

$c_u$  – затраты на инкубацию одного яйца, руб.;

$n_i$  – яйценоскость на одну начальную несушку  $i$ -го стада, шт.;

$\alpha_i$  – доля инкубационных яиц от числа снесенных;

$N_i$  – начальное поголовье несушек  $i$ -го стада, гол.;

$c_i$  – средняя цена реализации 1 кг мяса выбракованных кур  $i$ -го стада, руб.;

$p_i$  – средняя масса выбракованных петухов и кур  $i$ -го маточного стада, кг;

$g_i$  – сохранность взрослого стада, доля;

$c_{1i}$  – средняя цена реализации 1 кг мяса выбракованного ремонтного молодняка, руб.;

$p_{1i}$  – средняя масса одной головы выбракованного ремонтного молодняка, кг;

$N_{1i}$  – количество ремонтного молодняка, выбракованного за период содержания, гол.;

$c_{2i}$  – средняя цена реализации 1 кг мяса цыплят, не использованных для воспроизводства стада, руб.;

$p_{2i}$  – средняя масса одного цыпленка после откорма, кг;

$N_{2i}$  – количество выращенного молодняка, не использованного для воспроизводства стада, гол.;

$c_n$  – стоимость непригодного для инкубации яйца, руб.;

$c_t$  – стоимость одного инкубационного яйца, руб.;

$\beta_t$  – вывод яиц от общего числа заложенных на инкубацию, доля;  
 $g_t$  – сохранность ремонтного молодняка на последнем учитываемом этапе, доля;  
 $N_t$  – поголовье начальных несушек последней учитываемой стадии воспроизводства птицы, гол.;

$i$  – номер стада племенного назначения (родительское стадо, прародительское стадо, исходные линии), кроме промышленного стада.

В первой части формулы отображен доход, полученный от продажи товарных бройлеров, во второй части – сумма и выручка на каждом уровне воспроизводства стада. В данном случае также учитываются результаты выращивания на мясо выбракованных курочек (от отцовских форм) и петушков (от материнских форм).

**Шаг 5.** Расчет коэффициента рентабельности селекционного достижения:

$$KР_{CD} = \frac{\Pi}{(C_k \times k + z) \times N - \sum [z_i \times N_i + z'_i \times N_i + (c_{ki} \times k_{2i} + z_{2i}) \times N_{2i} + c_{ч} \times n_i \times \alpha_i \times N_i + 1,1 \times c_t \times \beta_t \times g_t \times N_t]} \cdot (26)$$

**ЭТАП 2**

*Экспертная оценка селекционного достижения по специфическим параметрам, которые сложно оценить количественно.*

В соответствии с экспертной оценкой предусматривается ряд последовательных шагов.

**Шаг 1.** Выбор группы независимых экспертов из числа ведущих специалистов данной области знаний в количестве 3–5 человек.

**Шаг 2.** Установление специфичных критериев оценки селекционного достижения, охватывающих такие ключевые аспекты, как:

- возрастная аутосексность, которая определяется по доступности, скорости и точности сексирования;
- типизированность птицы по ее экстерьерным и интерьерным признакам и качественным параметрам получаемой продукции;
- технологическая универсальность, предполагающая адаптированность птицы к различным условиям содержания (пол, клетка и др.);
- поведенческая реакция птицы на изменение условий содержания и кормления птицы.

**Шаг 3.** Оценка выбранных критериев.

Каждый критерий, представленный экспертам, оценивается по шкале от одного до пяти баллов. Кроме того, определяется относительная значимость критериев посредством установления весовых коэффициентов (от 0 до 1). Реализация данной процедуры предусматривает итоговую индивидуальную оценку отобранных критериев с учетом весовой значимости каждого из них и определенных каждым экспертом в баллах.

**Шаг 4.** Определение консолидированного критерия селекционного достижения.

Расчет осуществляется по следующей формуле:

$$KЭ_{CD} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \times b_i}{\sum_{i=1}^n k_i}, \quad (27)$$

где  $k_i$  – фактическое значение  $i$ -го критерия в баллах;

$b_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го критерия.

Схема расчета экспертного консолидированного критерия селекционного достижения представлена в таблице 2.

**Таблица 2. Оценка экспертного консолидированного критерия селекционного достижения**

Критерий	Весовой коэффициент	Экспертная оценка в баллах				Индивидуальная экспертная оценка				Экспертный консолидированный критерий	
		Эксперты			ИТОГО	Эксперты			ИТОГО		
		1	2	3		1	2	3			
		гр. 2 × гр. 3		гр. 2 × гр. 4		гр. 2 × гр. 5		∑ гр. 7, 8, 9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. Аутосексность											
2. Типизированность											
3. Технологическая универсальность											
4. Поведенческая реакция на изменение условий содержания и кормления											
<b>ИТОГО</b>	1,0										

**Этап 3.**

На третьем этапе определяется интегральный критерий селекционного достижения:

$$ИК_{СД} = КР_{СД} \times КЭ_{СД}, \quad (28)$$

где  $ИК_{СД}$  – интегральный коэффициент селекционного достижения;

$КР_{СД}$  – коэффициент рентабельности селекционного достижения;

$КЭ_{СД}$  – коэффициент экспертной оценки селекционного достижения.

**Выводы**

Таким образом, предлагаемая методика оценки селекционного достижения универсальна и может быть адаптирована в программный продукт. Ее реализация в большей мере зависит от чистоты осуществления сравнительной оценки по технологии содержания и кормлению птицы. Это исключает элемент случайности и позволяет выявить птицу с наиболее устойчивыми к внешним условиям продуктивными и воспроизводительными качествами. Поэтому отечественные зоотехники-селекционеры должны осуществлять улучшение генетического потенциала птицы в комплексе с оптимизацией условий кормления и содержания. Использование предлагаемой методики компетентными специалистами позволит повысить достоверность оценки при выявлении преимущественного селекционного достижения в птицеводстве.

*Статья подготовлена в рамках тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательской работы «Разработка методических подходов по порядку и условиям проведения оценки племенной ценности сельскохозяйственной птицы» по государственному заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2019 г. (регистрационный номер НИОКТР АААА-А19-119041290029-2 от 12.04.2019 г.)*

## Библиографический список

1. Барчо М.Х. Эффективность организации селекционно-племенной работы как важнейший фактор модернизации производства / М.Х. Барчо // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3 (48). – С. 113–117.
2. Бобылева Г.А. Итоги работы птицеводческой отрасли за 2018 год и задачи на будущее / Г.А. Бобылева // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 1. – С. 7–9.
3. Буяров А.В. Формирование конкурентоспособной базы отечественного племенного птицеводства / А.В. Буяров, В.С. Буяров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3. – С. 105–111.
4. Гордеева Т.И. Тенденции мирового племенного птицеводства / Т.И. Гордеева // Животноводство России. – 2011. – № 10. Октябрь. – С. 17–20.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 2. Породы животных : официальное издание. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 204 с.
6. Дорожная карта по реализации мероприятий, направленных на развитие племенной базы отечественного животноводства на период 2017–2018 гг. (утв. Минсельхозом России 24.05.2017 г. № ХД-266 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/files> (дата обращения: 14.08.2019).
7. Инновационные технологии и оборудование для создания отечественных мясных кроссов бройлерного типа : науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, А.В. Складар, А.А. Зотов, Д.Н. Ефимов, А.В. Иванов, Т.Н. Кузьмина. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 92 с.
8. Племенная работа в птицеводстве / Я.С. Ройтер, А.В. Егорова, Е.С. Устинова и др.; под общ. ред. В.И. Фисинина и Я.С. Ройтера. – Сергиев Посад : ФГБНУ ВНИТИП, 2016. – 287 с.
9. Правила в области племенного животноводства «Виды организаций, осуществляющих деятельность в области племенного животноводства». – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 64 с.
10. Селекция по маркерным генам / Я. Ройтер, А. Егорова, А. Севастьянова, Н. Гусева, А. Александров, О. Амелина, Е. Бурмистрова // Животноводство России. – 2010. – № 8. – С. 19–22.
11. Селекция птицы исходных линий породы плимутрок (*Gallus gallus L.*) с использованием маркерных генов К и к / Д.Н. Ефимов, Ж.В. Емануйлова, Е.В. Журавлева, А.В. Егорова, В.И. Фисинин // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1162–1168.
12. Современные мясные и яичные кроссы кур: зоотехнические и экономические аспекты / В.С. Буяров, И.В. Червонова, А.В. Буяров, Н.А. Алдобаева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 2 (57). – С. 88–99.
13. Фисинин В.И. Рынок продукции птицеводства стабилен / В.И. Фисинин // Животноводство России. – 2019. – № 3. – С. 8–11.
14. Фисинин В.И. Стратегические тренды развития мирового и отечественного птицеводства: состояние, вызовы, перспективы / В.И. Фисинин // Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего : матер. XIX Международной конференции (Россия, г. Сергиев Посад, 15–18 мая 2018 г.). – Сергиев Посад : ФНЦ «ВНИТИП» РАН, 2018. – С. 9–48.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Викторович Буяров – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента в АПК ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: [buyarov\\_aleksand@mail.ru](mailto:buyarov_aleksand@mail.ru).

Лия Моисеевна Ройтер – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом экономики ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, Россия, г. Сергиев Посад, e-mail: [roiter@vnitip.ru](mailto:roiter@vnitip.ru).

Дата поступления в редакцию 06.11.2019

Дата принятия к печати 16.12.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Aleksandr V. Buyarov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Management in Agro-Industrial Complex, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: [buyarov\\_aleksand@mail.ru](mailto:buyarov_aleksand@mail.ru).

Liya M. Roiter, Candidate of Economic Sciences, Leading Research Scientist, Head of the Division of Economics, Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Poultry Institute» of Russian Academy of Sciences, Russia, Sergiev Posad, e-mail: [roiter@vnitip.ru](mailto:roiter@vnitip.ru).

Received November 06, 2019

Accepted after revision December 16, 2019

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ ОТ ИМПОРТА СЕМЯН И СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

**Игорь Леонидович Воротников  
Марина Владимировна Муравьева  
Константин Александрович Петров**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Представлены результаты исследования, проведенного с целью поиска путей регулирования семенной импортозависимости сельского хозяйства России. Показано, что продолжающийся кризис российской системы селекции и семеноводства обусловил повышение уровня зависимости отечественных производителей от импорта семян сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы, овощей, картофеля и др. В 2018 г. доля используемых в России зарубежных семян варьировала от 30 до 90% (по сахарной свекле – 90%, по др. техническим культурам – 50–70%, по картофелю и др. овощам – 40–50%). Выявлены недостатки отечественной селекционной системы, в частности определенная замкнутость, пассивность рыночного поведения, низкий уровень конкурентоспособности, отсутствие стратегии долгосрочного развития, слабая материально-техническая база, недостаточная обеспеченность специалистами. В настоящее время в России функционируют 42 селекцентра по растениеводству. Они действовали еще при ведущих НИИ отделения растениеводства РАСХН до реформы РАН 2013 г. В планах Минсельхоза до 2020 г. ввести в эксплуатацию 87 селекционно-семеноводческих центров (ССЦ), из которых 61 будет создан с нуля, остальные – модернизированные ныне действующие. Государство готово поддерживать создание таких центров, предусмотрев компенсацию части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов АПК. Существенной проблемой повышения эффективности управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян является низкое качество системы информационного обеспечения, что требует формирования единой информационной базы, содержащей сведения о предложении семян и посадочного материала отечественной и импортной селекции, потенциальном и фактическом спросе на них, а также позволяющей оценивать уровень зависимости от импорта в разрезе отдельных с.-х. культур. Предложен алгоритм функционирования системы информационного обеспечения управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** селекция, семеноводство, импорт семян и семенного материала, семенная импортозависимость, информационное обеспечение, единая информационная база, алгоритм функционирования.

## INFORMATION SUPPORT FOR MANAGING THE PROCESSES OF REGULATING THE DEPENDENCE OF RUSSIAN AGRICULTURE ON IMPORTS OF SEEDS AND SEED MATERIAL

**Igor L. Vorotnikov  
Marina V. Muravyova  
Konstantin A. Petrov**

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

The authors present the results of research conducted in order to find the ways to regulate the seed import dependence of agriculture in Russia. It is shown that the ongoing crisis in the Russian system of selection and seed production has led to an increased dependence of Russian producers on imports of seeds of sugar beet, sunflower, corn, vegetables, potatoes, etc. In 2018 the share of imported seeds used in Russia varied from 30 to 90% (90% for sugar beet, 50-70% for other industrial crops, and 40-50% for potatoes and other vegetables). The authors reveal the disadvantages of the Russian system of selection, i.e. a certain degree of isolation, passivity of market behavior, low level of competitiveness, lack of a long-term development strategy, weak material and technical base, and insufficient availability of specialists. At present there are 42 crop production centers in Russia. They operated even

before the reform of the Russian Academy of Sciences in 2013 on the basis of the leading research institutes of the Plant Growing Department of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Until 2020 the Ministry of Agriculture plans to put 87 seed-breeding centers (SBC) into operation, of which 61 will be created from scratch, and the rest will be modernized. The state is ready to support the creation of such centers by providing a compensation for part of direct costs incurred for the creation and (or) modernization of objects of the agroindustrial complex. A significant problem in increasing the efficiency of management of processes that regulate the dependence of agriculture in Russia on seed imports is a low quality of the information support system. This requires the creation of a unified information database that would contain the information on the supply of seeds and planting material of domestic and foreign selection and potential and actual demand for them. It should also allow assessing the level of dependence on imports in the context of individual agricultural crops. An algorithm is proposed for the functioning of the information support system for managing the processes of regulating the dependence of Russian agriculture on the import of seeds and seed material.

**KEYWORDS:** selection, seed production, import of seeds and seed material, seed import dependence, information support, unified information base, functioning algorithm.

**В**озможности наращивания объемов производства продукции растениеводства и ускоренного развития аграрного сектора России напрямую зависят от качества семенного материала и его доступности для хозяйствующих субъектов всех организационно-правовых форм [1, 4–7, 13]. Продолжающийся кризис российской системы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур обусловил повышение уровня зависимости российских сельскохозяйственных производителей от импорта семян технических культур (в первую очередь, сахарной свеклы, подсолнечника и рапса), кукурузы, овощей и картофеля. Если по зерновым культурам проблем нет, то по многим другим можно отметить тенденцию роста зависимости от импорта семян. По данным директора Агрофизического НИИ (АФИ, Санкт-Петербург) академика РАН В. Якушева, в 2018 г. доля используемых в России зарубежных семян в зависимости от культуры варьировала от 30 до 90%: по сахарной свекле – 90%, по другим техническим культурам – 50–70%, по картофелю и др. овощам – 40–50% [2, 14], при этом стоимость семенного и посадочного материала, импортируемого в Россию, достигла 681 тыс. долл. США (см. табл.).

**Стоимость семенного и посадочного материала, импортируемого в РФ, тыс. долл. США**

Сельскохозяйственные культуры	Годы									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Подсолнечник	76	96	139	164	218	221	128	175	265	294
Кукуруза	56	56	82	91	150	216	139	134	176	152
Сахарная свекла	65	109	122	118	78	90	71	87	99	95
Овощи	45	56	71	58	62	75	57	66	74	81
Картофель	7	10	14	20	19	13	15	34	39	47
Прочие	11	19	39	19	21	19	23	9	14	13
<b>Итого</b>	<b>260</b>	<b>347</b>	<b>466</b>	<b>470</b>	<b>548</b>	<b>635</b>	<b>433</b>	<b>506</b>	<b>667</b>	<b>681</b>

Источник: рассчитано по данным [16].

Рост зависимости России от импорта семян и семенного материала обусловлен не только высокой стоимостью импортируемых семян, но и закрытостью информации о процессе их производственного использования. Так, в открытых статистических данных Федеральной службы государственной статистики РФ отсутствует информация об использовании семян сельскохозяйственных культур, источниках их поступления, качестве семенного материала и размерах посевных площадей, засеянных семенами раз-

личных репродукций. Разрозненную информацию об использовании семенного материала можно найти в официальных источниках ФГБУ «Россельхозцентр» (преимущественно по семенам зерновых культур отечественной селекции).

Фрагментарность информации о состоянии отечественного рынка семенного материала и использовании семян обусловлена многими причинами:

- активной деятельностью торговых фирм-посредников, представляющих интересы крупных межнациональных селекционных компаний, проводящих агрессивную маркетинговую политику и реализующих демпинговую стратегию поведения на российском рынке семенной продукции;

- развитием в ряде регионов страны теневых рынков импортных и неидентифицируемых семян сельскохозяйственных культур, ориентированных на приоритетное обслуживание финансово неустойчивых сельскохозяйственных организаций и малых форм хозяйствования;

- кризисным состоянием отечественной системы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур и неустойчивостью связей триады «государство – наука – производство».

В настоящее время в России функционируют 42 селекционных центра по растениеводству. Они действовали еще при ведущих НИИ отделения растениеводства Российской академии сельскохозяйственных наук до реформы РАН 2013 года. В планах Министерства сельского хозяйства Российской Федерации до 2020 г. ввести в эксплуатацию 87 селекционно-семеноводческих центров, из которых 61 будет создан с нуля, остальные – модернизированные ныне действующие.

Российская селекционная система характеризуется определенной замкнутостью, пассивностью рыночного поведения, низким уровнем конкурентоспособности, отсутствием стратегии долгосрочного развития, слабой материально-технической базой, недостаточной обеспеченностью специалистами и др. Кроме того, сформировавшаяся система научных организаций в области селекции не всегда направлена на коммерциализацию разработок, не имеет эффективных механизмов трансляции информации о своих перспективных разработках и не способна разрушить устойчивый стереотип о низком качестве российских семян и семенного материала.

Создание современных российских селекционно-семеноводческих центров требует разработки стратегии развития отечественного семеноводства и оптимизации их размещения с учетом потенциала аграрного сектора экономики отдельных регионов, способных существенно увеличить объемы производства продукции растениеводства, и в первую очередь ее экспортоориентированных видов.

Государство готово поддерживать создание таких центров, предусмотрев компенсацию части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов АПК, в том числе селекционно-семеноводческих центров в растениеводстве, селекционно-питомниководческих центров в виноградарстве [9, 10, 11]. Но в 2018 г., согласно протоколу заседания Комиссии по отбору инвестиционных проектов, направленных на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса (№ ЕФ-17-48 от 17 декабря 2018 г.), не было одобрено ни одного проекта по их созданию. Это связано с незаинтересованностью частного бизнеса в организации таких центров, обусловленной высоким уровнем коммерческих рисков при недостаточной государственной поддержке (субсидии составляют лишь 10–20% от стоимости инвестиционного проекта) [12].

По-прежнему невыполненным остается поручение Президента России № 1 (Перечень поручений Президента России от 9 октября 2015 г. № Пр-2083), касающееся возможности реорганизации подведомственных ФАНО России селекционно-генетических и селекционно-семеноводческих центров (с сохранением сферы их деятельности), в том числе путем акционирования таких центров или передачи их в ведение Минсельхоза России, что отражено в итогах совещания о развитии сельского хозяйства 24 сентября 2015 г. [8]. Не реализованными остаются планы 2015 г. по созданию на основе частно-государственного партнерства 134 комплексных селекционно-семеноводческих центров по нескольким культурам [15].

Существенной проблемой повышения эффективности управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян является низкое качество системы информационного обеспечения, что требует формирования единой информационной базы, содержащей сведения о предложении семян и посадочного материала различного качества отечественной и импортной селекции, потенциальном и фактическом спросе на них, а также позволяющей оценивать уровень зависимости от импорта в разрезе отдельных сельскохозяйственных культур. Предложенный авторами алгоритм функционирования системы информационного обеспечения управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала представлен на рисунке.

В основе разработанного алгоритма лежит оценка соотношения спроса на семена отечественной и зарубежной селекции и их предложения со стороны производителей семян и бизнес-структур, являющихся субъектами национального и региональных рынков семян и семенного материала. Источниками информации о предложении семян различного качества в разрезе сельскохозяйственных культур должны являться статистические отчеты селекционных центров и хозяйствующих субъектов, имеющих статус сертифицированных производителей семян и семенного материала сельскохозяйственных культур, рыночных субъектов, реализующих семена и семенной материал отечественной и зарубежной селекции, таможенная статистика. Данная информация должна иметь достаточно высокий уровень детализации в разрезе сельскохозяйственных культур, наименований сортов и гибридов, стран-производителей, категорий качества семян и семенного материала и др. Информация о размере фактического спроса на семена в разрезе сельскохозяйственных культур по регионам должна формироваться на основе отчетности сельскохозяйственных производителей с указанием объемов используемых семян и семенного материала с учетом их качества, страны происхождения и др.

Дополнительными источниками информации о размере спроса на семена и семенной материал могут являться отчеты субъектов, имеющих статус сертифицированных производителей семян и семенного материала сельскохозяйственных культур, а также реализующих семена и семенной материал отечественной и зарубежной селекции. Кроме того, для повышения эффективности управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала необходимо оценивать потенциальную емкость рынка семян, исходя из стратегии развития агропродовольственного комплекса Российской Федерации, с учетом размещения сельскохозяйственного производства, финансового положения сельхозтоваропроизводителей, возможностей повышения качества используемого семенного материала, уровня государственной поддержки сельского хозяйства, сценарных прогнозов изменения потребности в семенах, прогнозируемого развития системы отечественной селекции и семеноводства и др.

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ



**Алгоритм функционирования системы информационного обеспечения управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала**

В результате обработки постоянно обновляющихся данных органы управления процессами снижения зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала получают следующую информацию, которая должна использоваться для принятия управленческих решений:

- объем семян и семенного материала отечественной селекции, предлагаемый российскими селекционными центрами и семеноводческими предприятиями, с учетом ассортимента, категорий качества и возможной зоны использования;

- объем семян и семенного материала зарубежной селекции с учетом страны происхождения в разрезе сельскохозяйственных культур, качества и возможной зоны использования;

- объем фактически использованных в производстве семян и семенного материала отечественной и зарубежной селекции в разрезе регионов, сельскохозяйственных культур и качества;

- оценка уровня зависимости страны и отдельных регионов от импорта семян и семенного материала в разрезе сельскохозяйственных культур (региональный коэффициент семенной импортозависимости [3]);

- оценка конкурентоспособности семян и семенного материала отечественной селекции и параметры, требующие усиления конкурентных позиций;

- оценка потенциального спроса на семена и семенной материал со стороны сельскохозяйственных производителей в разрезе регионов, сельскохозяйственных культур и качества;

- оценка возможностей наращивания производства семян и семенного материала отечественной селекции в рамках реализации программы импортозамещения.

Предложенная система информационного обеспечения управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала должна быть реализована в соответствии с программой цифровой трансформации сельского хозяйства, а также интегрирована с другими элементами системы управления развитием агропродовольственного комплекса РФ.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00607*

---

### Библиографический список

1. Алабушев А.В. Проблемы импортозамещения в селекции и семеноводстве / А.В. Алабушев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 75–76.
2. Бурда И. Как в России решается проблема нехватки отечественных семян / И. Бурда // Агроинвестор. – 2018. – 2 сентября [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/24138-kak%E2%80%A6неkhvatki-semyan/> (дата обращения: 17.01.2019).
3. Воротников И.Л. Организационно-экономическая модель импортозамещения в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур в России / И.Л. Воротников, М.В. Муравьева, К.А. Петров // Перспективы науки. – 2018. – № 8 (107). – С. 54–61.
4. Инновационное развитие сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx-consult.ru/d/77622/d/slaydy-k-dokladu-nikolaya-fyodorova-ob-innovacionnyh-tehnologiyah-v-oblasti-selskogo-hozyaystva.pdf> (дата обращения: 08.01.2019).
5. Клименко Н.Н. Селекция: прикладная наука для импортозамещения / Н.Н. Клименко, Г.И. Карлов // Картофель и овощи. – 2019. – № 4. – С. 2–4.
6. Николаев Ю.Н. Семенные ресурсы, их обеспеченность и качество – залог продовольственной безопасности России / Ю.Н. Николаев, О.В. Андросова, В.М. Лапочкин // Вестник Россельхозцентра. – 2016. – № 1. – С. 13–15.

7. Николаев Ю.Н. Сортовые ресурсы – важнейший фактор развития растениеводства / Ю.Н. Николаев, В.М. Лапочкин // Вестник Россельхозцентра. – 2014. – № 1. – С. 5–6.
8. Об обеспечении выполнения поручений Президента России по итогам совещания о развитии сельского хозяйства 24 сентября 2015 года : резолюция № ДМ-П11-7149 от 20 октября 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/orders/selection/404/20237/> (дата обращения: 17.01.2019).
9. Об утверждении Порядка отбора инвестиционных проектов, представленных сельскохозяйственными товаропроизводителями, за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, и российскими организациями, осуществляющими создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса, на возмещение части прямых понесенных затрат по реализуемым объектам агропромышленного комплекса : Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 29 ноября 2018 г. № 549 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72023148/> (дата обращения: 17.01.2019).
10. Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса : Постановление Правительства РФ от 24 ноября 2018 г. № 1413 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72013428/> (дата обращения: 17.01.2019).
11. Об утверждении предельных значений стоимости единиц мощности объектов агропромышленного комплекса : Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 29 ноября 2018 г. № 550 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72024174/> (дата обращения: 17.01.2019).
12. Протокол заседания Комиссии по отбору инвестиционных проектов, направленных на создание и (или) модернизацию объектов агропромышленного комплекса от 17 декабря 2018 г. № ЕФ-17-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/iblock/7cb/7cb73133881368cfd0f5128e5f8eb3e7.pdf> (дата обращения: 17.01.2019).
13. Романенко Н.Г. Комментарий к Федеральному закону от 17 декабря 1997 г. № 149-ФЗ «О семеноводстве» (постатейный) с учетом новейшего законодательства и судебной практики / Н.Г. Романенко, Т.А. Скворцова. – Москва : Юстицинформ, 2010. – 143 с.
14. Селекция – основа импортозамещения в отрасли овощеводства / В.Ф. Пивоваров, О.Н. Пышная, Л.К. Гуркина, Т.С. Науменко, А.В. Солдатенко // Овощи России. – 2017. – № 3 (36). – С. 3–15.
15. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва : ФГБНУ Росинформагротех, 2017. – 47 с.
16. The International Trade Centre (ITC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intracen.org> (дата обращения: 08.01.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Игорь Леонидович Воротников – доктор экономических наук, профессор кафедры организации производства и управления бизнесом в АПК ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Россия, г. Саратов, e-mail: [nir@sgau.ru](mailto:nir@sgau.ru).

Марина Владимировна Муравьева – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики агропромышленного комплекса, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Россия, г. Саратов, e-mail: [zesain@yandex.ru](mailto:zesain@yandex.ru).

Константин Александрович Петров – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и управления бизнесом в АПК ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Россия, г. Саратов, e-mail: [nich@sgau.ru](mailto:nich@sgau.ru).

Дата поступления в редакцию 20.11.2019

Дата принятия к печати 24.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Igor L. Vortnikov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Manufacturing and Business Process Management in the Agro-Industrial Complex, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia, Saratov, e-mail: [nir@sgau.ru](mailto:nir@sgau.ru).

Marina V. Muravyova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics of the Agro-Industrial Complex, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia, Saratov, e-mail: [muravevamv@sgau.ru](mailto:muravevamv@sgau.ru).

Konstantin A. Petrov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Manufacturing and Business Process Management in the Agro-Industrial Complex, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia, Saratov, e-mail: [nich@sgau.ru](mailto:nich@sgau.ru).

Received November 20, 2019

Accepted after revision December 24, 2019

## ФОРМИРОВАНИЕ НОВОЙ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В КОНТЕКСТЕ УГРОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Роман Владимирович Бузин<sup>1</sup>  
Иван Иванович Золотарев<sup>2</sup>  
Наталья Александровна Золотарева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрены основные тенденции развития мировой экономики, выделены проблемные моменты в экономике России с точки зрения обеспечения экономической безопасности, а именно: отсутствие «государственного сопровождения» развития среднего и малого бизнеса и внешнеэкономической деятельности указанных субъектов; неразвитость фондового рынка, его «вторичный» характер по отношению к мировому, что не позволяет реализовать многие инструменты активизации и повышения эффективности мировой торговли товарами и услугами; законодательное и налоговое маневрирование, препятствующее экономическому прогнозированию субъектов рынка и делающее их инвестиции заведомо низкоэффективными; недостаточная определенность государственной кредитно-денежной политики и отсутствие эффективной банковской системы; низкий уровень правовой защищенности участников экономических отношений; высокий уровень импорта предметов потребления при неэффективной таможенной политике. Проанализировано состояние экономической безопасности национального хозяйства России, определены наиболее важные индикаторы внешних угроз экономической безопасности страны, даны рекомендации по их нивелированию. Предложено сформировать систему мониторинга воздействия внешних факторов на экономику РФ. Мониторинг необходимо рассматривать как комплекс непрерывных наблюдений за пороговыми значениями показателей экономической безопасности национальной экономики с последующим сопоставлением реального положения с расчетным. На основании мнений специалистов, осуществляющих мониторинг, выявляются новые угрозы, степень опасности от существующих угроз, даются рекомендации по предупреждению, ликвидации или минимизации ущерба. Государственно регламентированная процедура мониторинга позволит начать реализацию комплекса мероприятий по обеспечению экономической безопасности на федеральном и региональном уровнях не только политическими (как указано в Стратегии экономической безопасности РФ на период до 2030 г.), но прежде всего экономическими методами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономическая безопасность, Российская Федерация, национальная экономика, мировое хозяйство, устойчивость национальной экономики, внешние угрозы экономической безопасности.

## NEW WORLD ECONOMY FORMATION IN THE CONTEXT OF THREATS TO RUSSIA'S ECONOMIC SECURITY

Roman V. Buzin<sup>1</sup>  
Ivan I. Zolotarev<sup>2</sup>  
Natalia A. Zolotareva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation

<sup>2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors consider the main trends in the development of the world economy and highlight the problems in the Russian economy from the point of view of ensuring the economic security. These include the following: i) the lack of «state accompanying» for the development of medium and small businesses and foreign economic activities of these entities; ii) the underdevelopment of stock market, its «secondary» nature in relation to the international market, which does not allow implementing many instruments of activation and increasing the efficiency of world trade in goods and services; iii) legislative and tax maneuvering that impedes the economic forecasting of market entities and makes their investments obviously inefficient; iiiii) the lack of certainty in the state monetary policy and the absence of an efficient banking system; iiiiii) low level of legal protection for the participants of economic relations; iiiiii) high level of import of consumer goods combined with the inefficient customs policy. The authors have analyzed the status of economic security of the national economy of Russia, identified the most important

indicators of external threats to the economic security of the country and given the recommendations for their leveling. It is proposed to form a system for monitoring the impact of external factors on the economy of the Russian Federation. Monitoring should be considered as a set of continuous observations of threshold values of economic security indicators of the national economy with a subsequent comparison of the real situation with the estimated values. On the basis of opinions of monitoring experts new threats are identified, the degree of danger from existing threats is assessed, and recommendations are given in order to prevent, eliminate or minimize the damage. A monitoring procedure regulated by the state will allow implementing a set of measures to ensure the economic security at the federal and regional levels not only by political methods (as indicated in the Economic Security Strategy of the Russian Federation for the period until 2030), but primarily by economic methods.

KEYWORDS: economic security, Russian Federation, national economy, world economy, stability of the national economy, external threats to economic security.

**П**оследнее десятилетие XXI в. войдет в историю не только как десятилетие сирийской войны и передела Ближнего Востока, но и как десятилетие формирования новой мировой экономики. Первые шаги по изменению экономического (а за ним и политического, правового и т. д.) порядка сделаны именно сегодня. Государства, являвшиеся в XX в. проводниками и вдохновителями мировой доктрины либерализма, которая благодаря их усилиям стала доминирующей в мире, страны, которые некогда возглавляли движение мира к экономической открытости, начали открыто признавать свои ошибки. Разворот самой развитой части экономической мировой системы к политике протекционизма, к не новой, а известной более трех столетий, но внешне разрушенной и попираемой этими же столпами мировой экономики, грозит крахом всей цивилизации.

Соединенные Штаты вышли из торгового соглашения, подписанного между 12 странами Азиатско-Тихоокеанского региона, целью которого являлось снижение тарифных барьеров, и ввели пошлины на сталь, алюминий и широкий ассортимент других, прежде всего китайских, товаров. Соединенное Королевство постепенно выходит из крупнейшей в мире зоны свободной торговли. Список можно продолжить на основании анализа экономических новостей последних трех лет. На фоне этого со стороны развивающихся стран продолжает расти спрос на национальную продукцию, подстегиваемый экономическим ростом. Прежде всего, растет торговля услугами. Но транснациональные корпорации больше не ищут дешевых факторов производства, их прибыль такова, что выгоднее размещать производство ближе к своим клиентам, чтобы быстрее реагировать на изменения спроса. Обновление производственных процессов, прежде всего их автоматизация, снизили темпы постоянного поиска резервов, прежде всего человеческих, желающих работать за все более низкую заработную плату. А тот факт, какими сложными стали современные товары, означает, что проектирование, наладка и техническое обслуживание становятся по объемам прибыли в один ряд с производством.

С 1980-х гг. и даже в начале текущего столетия торговля развивалась стремительно, ее локомотивами стали промышленные товары и природные ресурсы. В 2001 г. Китай был допущен во Всемирную торговую организацию, что стало мощным катализатором создания огромного центра производства трудоемких товаров. Интернет-торговля позволила транснациональным корпорациям раскинуть свои торговые сети по всему миру, в разы сократив издержки. Этот всплеск глобализации мировой экономики частично был вызван торговлей промежуточными товарами, такими как сырье и компьютерные комплектующие, вследствие чего их номинальная стоимость возросла с 2,5 трлн долл. в 1995 г. до 7,5 трлн долл. в 2007 г. За этот период общая стоимость продаваемых ежегодно товаров росла вдвое быстрее, чем мировой ВВП [10].

К сожалению, в 2008 г. появились первые ласточки мирового кризиса, названного впоследствии ипотечным. Мировые торговые потоки резко сократились. Большинство ученых и так называемых экономических советников (analyst) предполагало, что когда начнется восстановление национальных экономик, рост мировой торговли возобновится. Однако с 2007 по 2017 г. экспорт сократился с 28 до 23% мирового ВВП. Спад был наиболее сильным в отношении товаров со сложными цепочками добавленной стоимости,

таких как компьютеры, электроника, транспортные средства, химикаты и др. Сегодня, на исходе десятилетия, можно уверенно говорить, что мировая торговля не вернется к своим прежним моделям и темпам роста.

В чем же причины таких изменений? За последнее десятилетие наша цивилизация не сделала какого-либо технологического или культурного прорыва, не поменялся менталитет большинства населения планеты, но волатильность тенденций развития мировой экономики все возрастает. Мы считаем, что ответ кроется в попытках развитых стран повысить уровень безопасности национальных экономических систем. Действительно, описанные тенденции в мировой торговле выгодны развитым странам, где сосредоточены квалифицированная рабочая сила, основательный капитал, массовый платежеспособный покупатель и крупные группы высокотехнологичных компаний являются основой экономики. Страны же с развивающейся экономикой вынуждены экстренно приспосабливаться к таким тенденциям, потому как изменение структуры мировой торговли и инвестиционных потоков повышает уровень безработицы, и с этим уже столкнулись развитые страны двадцать лет назад. При этом главное экономическое преимущество развивающихся экономик, заключающееся в обилии и низкой стоимости рабочей силы, постепенно теряет свою значимость.

Можно с уверенностью говорить, что развитые страны начали препятствовать свободной торговле, инвестициям и экономической миграции именно сейчас, когда мировая экономика могла быть наиболее развита и открыта. Сегодня преимущества глобализации начали давать свои первые плоды для экономик Китая и Индии, но эта модель не устроила развитые страны, и не такой глобализации они желают. Развивающиеся страны, соблюдавшие требования глобальных игроков три десятилетия, жертвуя своей экологией и социальными благами своего населения, резонно указывают на декларируемые цели глобализации – сделать так, чтобы выгодно было всем, а не только тем, кто уже успешен. Но развитые страны активно сворачивают проекты «открытого мира» тогда, когда они перестают быть его хозяевами или хотя бы появились риски потери контроля над основными механизмами мирового хозяйства.

После того как в течение нескольких десятилетий развивающиеся страны участвовали в мировой торговле в основном в качестве производителей добавленной стоимости (без ее сохранения в национальных хозяйствах), они становятся сейчас основными ее потребителями в мире. Например, в 2016 г. автопроизводители продали на 40% автомобилей больше в Китае, чем в Европе. Ожидается, что к 2025 г. развивающиеся рынки будут потреблять две трети мировых промышленных товаров, а к 2030 г. – более половины всех товаров. В 2007 г. Китай экспортировал 55% потребительских электронных товаров и 37% производимого им текстиля, в 2017 г. – уже соответственно 29 и 17%. Другие страны с развивающейся экономикой идут по тому же пути [10].

Развитие новых технологий, рост уровня и скорости интернета и проникновение систем искусственного интеллекта в коммерческие сферы препятствуют архаичному протекционизму развитого мира. Эти механизмы, которые должны были стать опорой глобальной экономики, превратились в угрозу национальной экономической безопасности развитых стран. С 2005 по 2017 г. объем данных, передаваемых через национальные границы каждую секунду, увеличился в 148 раз. Доступность дешевой и быстрой цифровой связи способствовала росту мировой торговли. Платформы электронной коммерции позволяют покупателям и продавцам находить друг друга за тысячи километров в считанные секунды.

И если проверенные правовые механизмы запретов и ограничений, введения дополнительных пошлин и других барьеров еще кое-как сдерживают рост мировой торговли товарами, то в сфере услуг эти устаревшие механизмы практически бессильны. В 2017 г. объем мировой торговли услугами составил 5,1 трлн долл., что значительно

меньше, чем объем продаваемых во всем мире товаров (17,3 трлн долл.). В настоящее время услуги, поддающиеся непосредственному измерению, составляют 23% от общего объема мировой торговли, но на них уже приходится 45% добавленной стоимости продаваемых в мире товаров. Однако этот рост выгоден опять же, прежде всего, развитым странам. Рост торговли услугами придает дополнительный импульс странам с развитой экономикой. Годовое торговое сальдо Соединенных Штатов, стран Европы и других развитых стран, вместе взятых, по линии услуг составляет почти 480 млрд долл., что в два раза превышает объем десятилетней давности и наглядно показывает их конкурентное преимущество. Новые технологии позволят транснациональным корпорациям предоставлять больше услуг удаленно в таких сферах, как образование и здравоохранение. Страны, которые уже специализируются на экспорте услуг, такие как Франция, Швеция, Великобритания и Соединенные Штаты, продолжают извлекать выгоду в связи с ростом спроса на различные услуги [2].

Торговля услугами будет занимать все большую долю в мировой экономике, поскольку производители и розничные продавцы теперь готовы предоставить потребителям целый спектр новых услуг, а не только товары. Например, производители транспортных средств активно привлекают компании, которые сдают в аренду или в лизинг автомобили или предоставляют услуги каршеринга, предвидя отмирание традиционной модели покупок в собственность, совершаемых как домашними хозяйствами, так и транспортными компаниями. Облачные технологии сформировали модель оплаты «по факту потребления» и подписку на хранение и программное обеспечение, освобождая пользователей от значительных вложений средств в собственное оборудование. Сверхбыстрые беспроводные сети 5G позволяют компаниям внедрять новые способы оказания услуг, такие как хирургические операции, выполняемые дистанционно, и удаленное обслуживание инфраструктуры, которое стало возможным благодаря созданию виртуальной территориальной модели.

Таким образом, страны с развитой экономикой выиграют от существующих тенденций в мировом хозяйстве. Будущее мировой экономики, скорее всего, будет строиться на инновациях, цифровых технологиях, услугах, мобильности и близости к потребителю. Развитые страны, как никогда, к этому готовы: квалифицированная рабочая сила, надежные механизмы правовой защиты, в том числе интеллектуальной собственности, платежеспособный, «ленивый» (т.е. способный и готовый платить за услуги) потребитель, а также богатейшие высокотехнологичные компании. Однако развитые страны по-прежнему опасаются, используют проверенные методы закрытия рынков и ограничений.

Считаем, что ответ кроется в стихийности развития современных технологий. Не требуется организации каких-либо центров производства, их заменят 3D принтеры в каждой торговой точке, а может быть, и в домах людей, центров образования, их заменят образовательные серверы, центров медицины и т.д. В потере контроля, невозможности прогнозирования налоговой базы и формирования национальной системы экономического контроля над всеми воспроизводственными фазами и кроется проблема развитых стран. Обеспечение экономической безопасности национальной экономики строится на трех китах - независимости национальной экономики, ее стабильности и устойчивости, а также способности к постоянному обновлению и самосовершенствованию. Эти принципы, сформулированные еще в 1994 г. великим русским экономистом Л.И. Абалкиным, остаются основой для любых действий экономических субъектов по обеспечению своей экономической безопасности [1, с. 5].

Стабильность и устойчивость национальной экономики предполагают эффективную деятельность государственных и негосударственных институтов в экономической сфере. В данном случае имеется в виду защита всех форм собственности, создание

условий и гарантий предпринимательской активности и активная нейтрализация внутренних угроз, таких как криминализация экономики, дифференциация регионов государства, большое расслоение общества.

Способность к самосовершенствованию реализуется в постоянном совершенствовании производства, повышении уровня образования и профессионализма работников, что требует проведения целенаправленной и последовательной инвестиционной политики государства, с серьезной инновационной составляющей. Поэтому для данного элемента необходимо, прежде всего, создание благоприятного инвестиционного и инновационного климата в стране.

Третий элемент оказался наиболее спорным и различно трактуемым не только учеными, но и чиновниками и законодателями, тем более в разных странах. В России на законодательном уровне пытаются абсолютизировать «экономическую независимость», парадоксально не отождествляемую с хозяйственной замкнутостью и экономической автаркией, но по факту к этому ведущую. Нам же представляется продуктивным понимание «экономической независимости» как независимости, во-первых, в принятии решений и действий (суверенитет) и, во-вторых, в достижении целей (автономия). Так, В.С. Загашвили внятно определяет индикаторы экономической независимости государства: «Принципиальным является право страны на проведение самостоятельной денежно-кредитной, налоговой и внешнеэкономической политики» [3, с. 52].

Таким образом, мы будем исходить из понимания экономической безопасности национальной экономики как состояния объекта в системе его связей, определяемого способом его функционирования и возможностями развития в условиях действия внешних и внутренних непредсказуемых и труднопрогнозируемых факторов [5, с. 28]. При этом для практического применения необходима привязка к объекту, территории, экономической системе в четкой системе временных координат, иначе любые теоретические изыскания рискуют стать бесплодными. Такая позиция подкреплена серьезными научными исследованиями и представляется нам обоснованной и достаточно аргументированной [3, с. 52; 7, с. 41; 8, с. 126].

Проецируя сказанное на сложившуюся сегодня ситуацию в мировой экономике, мы осмелимся сделать вывод, что в итоге будущее за сферой услуг как таковой (по величине добавленной стоимости и скорости экономического роста). Но как бы мы ни развивали сферу услуг, без реальной добавленной стоимости любые услуги либо нечем будет оплачивать, либо некому оказывать, поэтому продукт в его физической форме по-прежнему будет иметь превалирующее значение в мировой торговле ближайшего десятилетия.

Вот здесь и разворачивается стратегия тех, кто считает, что развитие мировой торговли – это угроза безопасности экономики той или иной страны. Перемещение товаров через границы, подготовка их к потреблению обрастают множеством юридических актов и процедур. Главный элемент их «защиты» национального хозяйства – пошлины, причем как на ввоз, так и на вывоз. Пошлины вводятся часто без учета результата не только фирм и домашних хозяйств, но и самого государства. Так, пошлины на ввозимое сырье и полуфабрикаты увеличивают затраты для производителей и приводят к двойному налогообложению конечного экспорта, что снижает конкурентоспособность продукции и приводит к результатам, противоположным декларируемым.

В подобных условиях вопрос государственного вмешательства в экономическую систему перешел из категории необходимости в категорию возможности. Государства, полвека ограниченные в выборе инструментов по регулированию экономики и, соответственно, обеспечению национальной экономической безопасности, стали использовать простые и, по их мнению, удачные административные методы защиты национальных хозяйств как «последнюю соломинку». Действия государства были раньше огра-

ничены либеральными международными соглашениями, лишаящими возможности прямого контроля и регулирования национального валютного, фондового, а иногда и товарных рынков. Тогда более или менее эффективным с позиций национальной экономической безопасности оставалось внутрисистемное сбалансирование производства и потребления путем увеличения совокупного спроса в целях стимулирования инвестиций, прежде всего за счет социальных выплат, на принципах, сформулированных Дж. М. Кейнсом. Однако действия главного игрока – США – по их поправлению открыли дорогу остальным развитым странам на «защиту» своих национальных экономик.

При этом использование монетаристских методов, в том числе и таких, как прекращение свободных денежных средств на инвестиции в реальном секторе экономики, в настоящее время не может сравниться с много большей доходностью биржевых спекуляций и использованием территорий с льготным налогообложением (оффшоров). Такая практика имеет более чем сорокалетнюю историю, однако мало отражена в отечественных экономических исследованиях. Таким образом, с позиций национальной экономической безопасности внешние факторы воздействия можно представить как помогающие, т.е. расширяющие национальный экспорт готовой продукции и услуг и стимулирующие ввоз дешевого необработанного сырья, нейтральные – не затрагивающие национальные экономические интересы напрямую, но которые нельзя игнорировать в длительной временной перспективе, и деструктивные – ведущие к подрыву национального производства, распределения, обмена и потребления произведенных в национальной экономике материальных благ и услуг и реализующие влияние через механизмы мировой экономической системы.

Как такая ситуация скажется на будущем экономики России, и прежде всего на возможностях обеспечения экономической безопасности национальной экономики? Основным правовым документом, регламентирующим государственную оценку экономической безопасности, стала «Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденная Указом Президента России в 2017 году. Как и более ранние нормативные документы, Стратегия фокусируется на формировании списка угроз. Стоит отметить, что из 25 перечисленных угроз (точнее, групп угроз – т.к. формулировка большинства из них достаточно расплывчата) двадцать прямо связаны с внешними факторами, а шесть напрямую указывают на угрожающие России тенденции в мировой экономике, в том числе описанные нами выше. Однако среди шести целей государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности России только одна прямо относится к мировой экономике и еще две можно отнести к этим позициям относительно. А уже из восьми направлений государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности России мировую экономику затрагивает лишь одно. При этом в задачах по реализации направлений, касающихся развития системы государственного управления, прогнозирования и стратегического планирования в сфере экономики, 6 из 15 прямо и еще три косвенно обеспечивают экономическую безопасность во внешнеэкономической сфере. Законодатель, как будто понимая свою нелогичность, ввел отдельную статью «Основные задачи по реализации направления, касающегося повышения эффективности внешнеэкономического сотрудничества и реализации конкурентных преимуществ экспортно-ориентированных секторов экономики», однако там мы видим прежде всего не экономические, а политические, военные и иные задачи во внешней сфере [9].

Не обнаружив четких перспектив в официальных документах, попробуем сформулировать реальные цели и задачи экономики России по обеспечению экономической безопасности в ближайшей перспективе.

«Россия не только сосед и стратегический партнер, но также и один из самых важных и приоритетных партнеров во всех сферах сотрудничества», – заявил на форуме

лидер КНР. «Российско-китайские отношения без преувеличения вышли на беспрецедентный уровень», - сказал Владимир Путин. Оба лидера подчеркнули, что Россия и Китай переживают «медовый месяц», однако нельзя сказать, что все идет гладко. Во время круглого стола, посвященного экономическому сотрудничеству РФ и КНР, председательствовавший российский миллиардер Виктор Вексельберг сделал резкое заявление: «Сейчас нефть - это основа торговли России и Китая, но вопрос в том, как нам расширить экономические отношения?» [4].

Действительно, в 2018 году товарооборот России составил 688 115 млн долл. США, увеличившись на 17,82% (104 066 млн долл. США) по сравнению с 2017 г. На долю статьи «Минеральные продукты (коды ТН ВЭД 25-27)» пришлось 64,79% от всего объема экспорта России (в 2017 г. – 60,37%), при этом на статью «Топливо минеральное, нефть и продукты их перегонки; битуминозные вещества; воски минеральные» – 286 740 млн долларов США, или 63,73% всего экспорта нашей страны [6]. Товарооборот между РФ и КНР впервые превысил 100 миллиардов долларов. Чиновники из обеих стран рапортуют о своих успехах, называя отношения «образцовыми», однако на самом деле 76% российского экспорта в Китай приходится на нефть и другие полезные ископаемые.

Обидно и несколько стеснительно (на фоне официальной пропаганды), но мы вынуждены констатировать: спустя 30 лет «независимости» России по-прежнему добыча и экспорт нефти - это основная отрасль промышленности страны. В настоящее время на Китай приходится примерно одна четвертая от общего объема производства, это крупнейший импортер российской нефти. В конце 2019 г. завершится строительство газопровода в Китай «Сила Сибири». Это означает, что экспорт в КНР уверенно дрейфует в сторону природных ресурсов.

Между тем большая часть импорта из Китая состоит из производственного оборудования и автомобилей. Также импортируются товары народного потребления: одежда, обувь и многое другое. В 2018 г. Россия импортировала только одежды более чем на 4 млрд долл. США, что превысило 3% всего импорта [6].

Перекося становится все сильнее: богатые природные ресурсы России готовы потреблять растущий экономический гигант КНР, а Россия импортирует из Поднебесной товары с высокой добавленной стоимостью. В России растут опасения (причем не в правящей элите, а в интеллектуальных, научных кругах): страна может превратиться в сырьевой придаток Китая, который может отобрать у России право устанавливать цены на свои природные богатства. Более того, из-за увеличения дисбаланса между слабо развитым Дальним Востоком и развитой северо-восточной частью КНР может возникнуть опасная социально-экономическая ситуация в приграничных регионах. Однако эти опасения опровергаются чиновниками: уровень инвестиций в российскую экономику Китаем в 10 раз меньше, чем в Африку, где-то около 2%, а значит, о какой проблеме экономической безопасности нужно волноваться? Действительно, санкционная Германия инвестирует в 4 раза больше, следовательно, и проблем нет. На этом фоне проблему отлично видит давний и, так сказать, генетический конкурент Китая – Япония, активно тестирующая российский рынок даже в неблагоприятных политических реалиях. Хорошо ориентируясь (вероятно, проведя научные изыскания) в проблемах соседа, японцы предлагают инвестиции в области медицины, городской инфраструктуры, передовых технологий строительства, повышения производительности труда и т. п.

Российских же чиновников интересуют импортеры энергоресурсов, однако запрос на реформирование экономической структуры и диверсификацию промышленности все настойчивее звучит как от обнищавшего населения, так и от высших органов власти у оскудевшей налоговой трубы. В энергетической сфере даже косное российское чиновничество признало необходимость диверсификации и ускоренного развития,

так к участию в арктическом газовом проекте «Арктик СПГ-2» пригласили не только китайских предпринимателей, но и японскую «Мицуи», а также других представителей японского бизнеса, что является отличным примером проявления той самой «экономической независимости», на наш взгляд.

Подводя итоги, считаем целесообразным в рамках национальной Стратегии экономической безопасности прежде всего сформировать систему мониторинга воздействия внешних факторов на экономику России, а также оценить ее эффективность. В самом общем виде под мониторингом мы понимаем комплекс наблюдений и исследований, определяющих изменения в окружающей среде, вызываемые деятельностью людей. Только законодательно закрепленная процедура государственного мониторинга тех или иных параметров социально-экономического развития позволит действительно эффективно противостоять существующим угрозам и выявлять новые. В нашем случае мониторинг необходимо рассматривать как комплекс непрерывных наблюдений прежде всего за пороговыми значениями показателей экономической безопасности национальной экономики, представляющий собой систематическое сопоставление реального положения с желанным. На основании мнений специалистов, осуществляющих процедуру мониторинга, выявляются новые угрозы, степень опасности от существующих угроз, даются рекомендации по предупреждению, ликвидации или минимизации ущерба.

Государственно регламентированная процедура мониторинга позволит начать непосредственную реализацию комплекса мероприятий по обеспечению экономической безопасности регионами и государством, не политическими, как указано в Стратегии (или, точнее, не только политическими), но прежде всего экономическими методами.

При этом при обеспечении экономической безопасности России в изменяющемся мировом хозяйстве считаем целесообразным выделить некоторые проблемные моменты, существующие сейчас в экономике России:

- отсутствие «государственного сопровождения» развития среднего и малого бизнеса и внешнеэкономической деятельности указанных субъектов в частности;
- неразвитость фондового рынка, его «вторичный» характер по отношению к мировому, что не позволяет реализовать многие инструменты активизации и повышения эффективности мировой торговли товарами и услугами;
- законодательное и налоговое маневрирование, препятствующее экономическому прогнозированию субъектов рынка и делающее их инвестиции заведомо низкоэффективными;
- недостаточная определенность государственной кредитно-денежной политики (за исключением одного параметра – инфляции, возведенного в абсолют) и отсутствие эффективной банковской системы;
- низкий уровень правовой защищенности участников экономических отношений, сложность и длительность судебного решения экономических споров;
- высокий уровень импорта предметов потребления при неэффективной таможенной политике, проявляющейся в недостаточном как законодательном, так и реальном обеспечении экономической деятельности.

Решение вопросов обеспечения экономической безопасности предполагает не просто достижение устойчивого, независимого, стабильного развития национального хозяйства, но и повышение качественных параметров развития экономики, т.к. для обеспечения национальной безопасности государства необходимо совершенствование общественного продукта и способов его воспроизводства.

С одной стороны, стремление к достижению перспективных целей, как правило, снижает уровень результативности в краткосрочном периоде. Это может проявиться в снижении темпов экономического роста и рентабельности хозяйствующих субъектов. С другой стороны, значение долгосрочных стратегических целей превалирует. Например,

для России отказ от приоритета обеспечения перспективных целей экономической безопасности означает сохранение опоры на внешний спрос и экспорт сырья, что может закончиться полным вытеснением страны из структуры мировой торговли в ближайшие 30–50 лет.

### Библиографический список

1. Абалкин Л.И. Экономическая безопасность: угрозы и их отражение / Л.И. Абалкин // Вопросы экономики. – 1994. – № 12. – С. 4–16.
2. Жэньминь жибао (Китай): США нарушают принципы свободной торговли и справедливой конкуренции // ИНОСМИ.РУ | Россия сегодня. Оpubл. 04.06.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inosmi.ru/economic/20190703/245402866.html> (дата обращения: 29.08.2019).
3. Загашвили В.С. Экономическая безопасность России / В.С. Загашвили. – Москва : Юристъ, 1997. – 238 с. С. 52.
4. Исикава Ё. Нихон кэйдзай (Япония): «медовый месяц» РФ и КНР. Россия попала в ловушку экспорта энергоресурсов / Ё. Исикава (Yohei Ishikawa) // ИНОСМИ.РУ | Россия сегодня Оpubл. 03.07.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://inosmi.ru/economic/20190703/245402866.html/> (дата обращения: 29.08.2019).
5. Литвинов Д.А. Инвестиционная безопасность: содержание, методы обеспечения и государственное регулирование в условиях модернизации экономики : монография / Д.А. Литвинов, Р.В. Бузин. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2012. – 167 с.
6. Отчет о внешней торговле России в 2018 году: товарооборот, экспорт, импорт, торговые партнеры, структура, товары, динамика // Подготовлен сайтом Внешняя Торговля России на основе данных Федеральной таможенной службы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2019-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2018-godu/> (дата обращения: 29.08.2019).
7. Петренко И.Н. Безопасность экономического пространства хозяйствующего субъекта / И.Н. Петренко. – Москва : Анкил, 2005. – 277 с.
8. Ромащенко Т.Д. Экономическая безопасность национального хозяйства: Теория, методология, формирование в России : монография / Т.Д. Ромащенко. – Воронеж : Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2003. – 213 с.
9. О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/> (дата обращения: 29.08.2019).
10. Lund S. The Global Economy's Next Winners: What It Takes to Thrive in the Automation Age / S. Lund, J. Manyika, M. Spence // Foreign Affairs. – 2019. – Vol. 98, No. 6 (July/August) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2019-06-11/global-economys-next-winners?utm\\_campaign=reg\\_conf\\_email&utm\\_medium=newsletters&utm\\_source](https://www.foreignaffairs.com/articles/world/2019-06-11/global-economys-next-winners?utm_campaign=reg_conf_email&utm_medium=newsletters&utm_source) (дата обращения: 29.04.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Роман Владимирович Бузин – кандидат экономических наук, начальник научно-исследовательского отдела ФГКОУ ВО «Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации», Россия, г. Воронеж, e-mail: romanbuzin@yandex.ru.

Иван Иванович Золотарев – кандидат экономических наук, доцент кафедры конституционного и административного права ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: iizolotarev@mail.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: zna1980@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.11.2019

Дата принятия к печати 26.12.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Roman V. Buzin, Candidate of Economic Sciences, Head of the Research Department, Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: romanbuzin@yandex.ru.

Ivan I. Zolotarev, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Constitutional and Administrative Law, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: iizolotarev@mail.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: zna1980@yandex.ru.

Received November 16, 2019

Accepted after revision December 26, 2019

**УЧЕБНИКИ, МОНОГРАФИИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ,  
ОПУБЛИКОВАННЫЕ УЧЕНЫМИ ВОРОНЕЖСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
В 2019 ГОДУ**

**Монографии**

Бухтояров Н.И. Механизм регулирования земельных отношений в аграрной сфере: тенденции, направления, эффективность : монография / Н.И. Бухтояров. – Орел : Орловский государственный аграрный университет, 2019. – 228 с.

Рассмотрены состояние и тенденции развития механизма использования земельных ресурсов в аграрной сфере; показана эффективность использования земельных ресурсов сельского хозяйства в ЦЧР; обоснована методика вычленения земельной ренты из доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей; предложен методологический подход к совершенствованию сервитутного использования в системе земельных отношений; разработана концептуальная модель системы информационного обеспечения управления земельными ресурсами; определены прогнозные параметры использования земель Воронежской области с учетом снижения уровня антропогенной и природной нагрузки на пашню. Монография предназначена для преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов, ученых и сотрудников научно-исследовательских институтов, руководителей и специалистов предприятий АПК.

Бухтояров Н.И. Сервитуты как инструмент регулирования земельных отношений : монография / Н.И. Бухтояров, Ю.Ю. Юрикова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 154 с.

Раскрываются сущность, специфика и механизм регулирования земельных отношений, место сервитутов в системе земельных отношений, их экономическое содержание, классификация и особенности земельных сервитутов, исследуются условия формирования системы земельных отношений в аграрной сфере, выявляются проблемы и особенности их регулирования, приводятся основные направления развития механизма регулирования земельных отношений, описывается методика обоснования размерной платы за обременение земель сельскохозяйственного назначения. Издание предназначено для студентов, обучающихся по экономическим специальностям, аспирантов и специалистов, деятельность которых связана с управлением земельными отношениями в аграрной сфере.

Загайтов И.Б. Актуальные проблемы фундаментальной и прикладной экономической науки : монография / И.Б. Загайтов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019.

Ч. 10. Колебания тренда воспроизводства и возможности преодоления движения вспять. – 312 с.

С использованием ранее выполненных исследований впервые обосновывается объективно импульсивный характер «приливов и отливов» в смене этапов общей динамики тренда развития цивилизации. Расширительно излагается концепция циклических трансформаций отдельных слагаемых производительных сил и общественных отношений. Обосновываются причины эпизодического перелома роста производства, вплоть до движения вспять. Предлагается авторская трактовка условий локализации и преодоления движения вспять. Работа рассчитана на научных работников и специалистов аппарата управления, преподавателей и студентов экономических вузов и факультетов.

Ч. 11. От универсальных законов природы – к законам общественного прогресса. – 244 с.

Предпринята попытка несколько расширить современные знания объективных законов развития природы и общества. В этой связи излагаются соображения автора о специфической сущности некоторых универсальных законов бытия неведущих, а также вещных объектов неживой и живой природы. Предлагается авторское обоснование законов общественного прогресса; дается определение и формализованное выражение целевой функции всеобщего основного закона общественного прогресса, исследуется взаимодействие данного закона с системой всеобщих, общих, специфических и частных законов воспроизводства общественного богатства; представлена расширенная трактовка теории цикличности общественного воспроизводства и предложены формализованные модели некоторых фаз циклов капиталистической конъюнктуры; изложена авторская концепция теории экономических патологий – на уровне законов, описывающих динамику отношений отчуждения, земельной ренты, воспроизводства бедности, непроизводительных издержек и др.; предпринята попытка обоснования механизма реализации объективных законов, определяющих динамику развития общественных, групповых и индивидуальных потребностей – с общей ориентацией на способ многовариантных проб формирования «параллелограмма» социальных сил, способных преодолевать противоречия процесса воспроизводства – в соответствии с целевой функцией всеобщего основного закона общественного прогресса. Рассчитана на преподавателей общественных наук, аспирантов, работников аппарата управления развитием народного хозяйства.

Ч. 12. Управленческий потенциал реализации законов общественного прогресса. – 304 с.

Социально-экономическая эффективность воспроизводства представлена в качестве одной из форм, отражающих содержание объективной целевой функции общественного прогресса, на уровне и общества в целом, и отдельных его социальных групп. Рассматриваются механизмы реализации целевой функции общественного прогресса, условия и масштабы возможного влияния субъективных факторов на темпы общественного воспроизводства, способы активизации роли этих факторов в ускорении общественного прогресса. Обосновываются возможности повышения эффективности управленческой деятельности за счет более адекватного требованиям общественного прогресса формирования управленческих кадров, освоения ими научно обоснованных методов стратегического анализа и планирования хозяйственной деятельности. С использованием выводов из многолетнего опыта изучения влияния макроэкономического анализа и планирования на динамику общественного прогресса предлагаются авторские соображения о некоторых направлениях совершенствования разработки планов социально-экономического развития, в том числе с учетом необходимости профилактики и локализации социально-экономических патологий. Монография рассчитана на научных работников и специалистов аппарата управления, преподавателей и студентов экономических вузов.

Закшевская Е.В. Стратегическое планирование развития зернового производства : монография / Е.В. Закшевская, С.В. Куксин ; под ред. Е.В. Закшевской. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 212 с.

Представлены научно-практические исследования в области стратегического планирования развития зернового производства. Раскрыты сущность и содержание стратегического планирования, его значение и особенности в сельском хозяйстве, в развитии зернового подкомплекса АПК, обобщен мировой и отечественный опыт прогнозирования и стратегического планирования зернопроизводства на региональном уровне. Проведена оценка организационно-экономических факторов и тенденций развития зернового производства в Воронежской области, рассмотрены современные формы государственной поддержки зернопроизводителей. Разработаны методический под-

ход и концепция развития зерновой отрасли в регионе, рассчитаны и обоснованы стратегические параметры зернопроизводства в Воронежской области до 2030 г., предложены приоритетные направления государственного регулирования развития зерновой отрасли. Монография предназначена для работников научно-исследовательских организаций, преподавателей и обучающихся высших учебных заведений, а также для работников органов управления, руководителей и специалистов предприятий АПК.

Терновых К.С. Основные направления повышения экономической эффективности садоводства : монография / К.С. Терновых, Н.В. Леонова, Е.Д. Кузнецова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 154 с.

Рассмотрены теоретические положения и практические рекомендации по формированию инновационно-ориентированного садоводства региона, определены позитивные и негативные тенденции в развитии современного садоводства, выявлены особенности организации интенсивного садоводства, разработан концептуальный подход к обоснованию приоритетных направлений совершенствования организации производства в садоводстве, обоснованы прогнозные параметры производства и переработки плодов и ягод с учетом консервативного, базового и оптимистического сценариев развития. Монография предназначена для преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов, ученых и сотрудников научно-исследовательских институтов, руководителей и специалистов предприятий АПК.

Стратегическое управление устойчивым развитием сельских территорий : монография / А.В. Агибалов и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 176 с.

Рассмотрены и теоретически обоснованы содержание и сущность устойчивого развития сельских территорий, систематизирован инструментарий управления им, сформирована методологическая основа его обеспечения и реализации. Развитие сельских территорий – одна из приоритетных стратегических задач России. Воронежская область по структуре экономики является аграрной, а Воробьевский район, на примере которого выполнена практическая часть, – типичной сельской территорией региона. Содержание монографии позволяет подробно изучить характер использования научных методов и применения сформированных компетенций обучающихся по экономическим специальностям в сфере управления устойчивым развитием сельских территорий. Данное исследование проводилось по материалам и при участии администрации Воробьевского муниципального района Воронежской области. Рекомендуется студентам, слушателям, аспирантам и преподавателям по экономическим специальностям. Материалы монографии будут интересны главам муниципальных образований и руководителям финансово-экономических служб, а также финансовым менеджерам, экономистам и консультантам.

Улезько А.В. Потенциал развития скотоводства Воронежской области : монография / А.В. Улезько, Е.П. Рябова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 176 с.

Раскрываются сущность, специфика формирования и использования потенциала развития скотоводства, исследуются организационно-экономические и технологические проблемы развития молочного и мясного скотоводства, дается оценка состояния и тенденций развития производства молока и мяса крупного рогатого скота в мире, Российской Федерации и регионах Центрального Черноземья, условий развития скотоводства в Воронежской области, обосновываются приоритетные направления наращивания потенциала развития молочного и мясного скотоводства, дается прогнозная оценка развития скотоводства Воронежской области. Издание предназначено для студентов, обучающихся по экономическим специальностям, аспирантов и специалистов, деятельность которых связана с управлением сельским хозяйством и развитием скотоводства.

Пшеничников В.В. Эволюция форм и видов денег: от раковин каури до криптовалют : монография / В.В. Пшеничников. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 176 с.

Монография посвящена исследованию процессов эволюции форм и видов денег от раковин каури до криптовалют. Автором предпринята попытка исследовать процессы эволюции форм и видов денег, включая электронные деньги, на основе междисциплинарной интеграции знаний, сочетающей в себе базовые понятия синкретной логики мышления, философии носителей, информационной экономики и некоторых других областей знаний. Теоретические положения монографии сочетаются с иллюстративным материалом и подборкой статистических данных, отражающих особенности обращения отдельных форм и видов денег на разных этапах развития денежной системы России и целого ряда зарубежных стран. Монография предназначена для использования в учебном процессе и научно-исследовательской работе студентов.

Методы, модели и алгоритмы проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом влияния климата и погоды на условия движения : монография / В.Г. Козлов и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 336 с.

Разработаны математические модели и программы для ЭВМ, реализующие эти модели, обоснованы методы повышения эффективности и надежности функционирования комплекса «водитель – автомобиль – дорога – среда» путем управления транспортно-эксплуатационными характеристиками лесовозных автомобильных дорог на стадии проектирования, а также методы управления состоянием дорог и дорожным движением в процессе эксплуатации дорог с учетом природно-климатических условий конкретных регионов. Для научных, инженерно-технических работников, специалистов, занимающихся эксплуатацией лесовозных автомобильных дорог и дорог общего пользования, аспирантов и магистрантов соответствующего направления.

Многофункциональный стимулирующий доильный аппарат : монография / Е.А. Андрианов и др.; под общ. ред. Е.А. Андрианова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 140 с.

Дается анализ существующих технологий и средств машинного доения в РФ и зарубежных странах и их влияния на процесс выведения молока из вымени животного, дан обзор теоретических исследований в данной области. Определено направление дальнейшего совершенствования процесса работы и конструкции доильного аппарата. Сделан вывод о том, что серийные доильные аппараты отечественного и зарубежного производства не обеспечивают создания и поддержания в процессе доения рефлекса молокоотдачи у животного, нередко вызывают маститные заболевания вымени, приводящие к снижению продуктивности коров и сокращению продолжительности их продуктивного использования. Представлена конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата, предназначенного преимущественно для доения коров небольших групп при их привязном содержании. На основе теоретических и практических исследований обоснованы его конструктивно-режимные параметры.

Сорокин Н.Н. Повышение эффективности процесса послеуборочной подготовки семян пшеницы : монография / Н.Н. Сорокин, В.И. Орбинский, А.В. Чернышов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 148 с.

Приведены результаты лабораторных исследований по влиянию работы зерноочистительных машин, состоящих в технологической линии, на показатели эффективности разделения зернового вороха и качество семян пшеницы. Предложено техническое решение, защищенное патентом Российской Федерации, позволяющее повысить эффективность реализации фракционной технологии послеуборочной обработки зернового вороха, повысить качество конечного продукта в соответствии с действующим ГОСТ Р 52325-2005.

Филонов С.А. Поиск рациональных конструкций и моделирование асинхронных двигателей с массивным зубчатым ротором : монография / С.А. Филонов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 120 с.

Монография по содержанию соответствует основным разделам дисциплин «Электрические машины» и «Конструкция электроустановок» и предназначена для бакалавров, профиль «Электрооборудование и электротехнологии».

Африканская чума свиней в условиях особо охраняемых природных территорий (опыт Воронежского заповедника) : монография / Б.В. Ромашов и др. – Воронеж : Научная книга, 2019. – 121 с.

Посвящена анализу эпизоотии африканской чумы свиней в Воронежском заповеднике в 2016 г., в результате которой на всей территории заповедника произошла тотальная гибель кабанов. На основе оригинальных материалов показаны временные этапы в развитии эпизоотии, представлены данные о карантинных и профилактических мероприятиях. Авторами проведен ретроспективный (за более чем 60-летний период) анализ данных по состоянию популяции кабана на территории Воронежского заповедника, выделены основные факторы, влияющие на динамику его численности. Приведены сведения о мониторинговых и биотехнических мероприятиях в отношении кабана в связи с угрозой возникновения и распространения АЧС. В книге обобщены опыт и практические результаты по борьбе с АЧС и мониторингу этой инфекции в условиях особо охраняемых природных территорий, анализируются природно-очаговые аспекты циркуляции африканской чумы. Монография представляет интерес для специалистов заповедной системы и других природоохранных организаций, ветеринарных специалистов, биологов и экологов, работников охотничьих хозяйств, студентов ветеринарных и биологических факультетов высших учебных заведений.

Беспалова Н.С. Дирофиляриоз в Центральном Черноземье России : монография / Н.С. Беспалова, Т.А. Золотых. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 120 с.

Представлены результаты собственных исследований авторов по изучению эпизоотического профиля дирофиляриоза домашних плотоядных животных на территории Центрального Черноземья России, определены оптимальные методы ранней диагностики зооноза, оптимизирован диагностический алгоритм и протокол этиотропной терапии с применением отечественных антигельминтиков, разработан комплекс мероприятий для профилактики дирофиляриоза в регионе.

Павленко О.Б. Морфология молочной железы у коров : монография / О.Б. Павленко, С.М. Сулейманов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 180 с.

Представлен научный обзор, описаны общие особенности строения вымени коров с учетом гистологического и ультрамикроскопического исследований, а также изменения, происходящие в молочной железе при терапии субклинического мастита у коров в различные физиологические периоды. Монография предназначена для научных работников, ветеринарных специалистов, для самостоятельной работы студентов факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства очной и заочной форм обучения по специальности 36.05.01 «Ветеринария», направлению 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и 36.03.02 «Зоотехния».

### Учебные пособия

Василенко В.В. Теория и расчет рабочих органов сельскохозяйственных машин : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», профилям «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК» / В.В. Василенко, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. Допущено Учебно-методическим объединением вузов по агроинженерному образованию [Электронный ресурс]. – Свободный доступ из интрасети ВГАУ.

Учебное пособие по теории и расчету рабочих органов сельскохозяйственных машин предназначено для подготовки бакалавров на агроинженерных факультетах сельскохозяйственных вузов. Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в АПК». Оба профили по своим учебным планам предусматривают изучение теоретических основ взаимодействия рабочих органов сельскохозяйственных машин и обрабатываемой среды. Основное назначение настоящего учебного пособия – разъяснить и дополнить лекционный материал в случае дефицита учебного времени, отведенного по учебному плану. По этому пособию курс лекций может быть составлен как для дневного, так и особенно для заочного отделений, а также для дистанционного обучения. Учебное пособие может быть использовано также и при подготовке магистров, изучающих дисциплину «Современные технологии и технические средства в растениеводстве», так как для углубленного изучения отдельных тем с элементами исследований приводятся ссылки на обширный список литературы.

Козлов В.Г. Технология конструкционных материалов : Станочная учебная практика : учеб. пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия» / В.Г. Козлов, Т.В. Тришина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 168 с.

Подготовлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего образования по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов». Рассмотрено устройство металлорежущих станков следующих групп: токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных. Даны описания и технические характеристики данных станков, перечень основных узлов и органов управления. Поясняется принцип работы станков, приводятся описания их кинематических и гидравлических схем, а также отдельных узлов. Освещаются вопросы модернизации станков, специфика профессии станочника, основы обработки материалов резанием. Подробно рассмотрены вопросы: технологии выполнения типовых операций на указанном оборудовании; выбора режущего инструмента, режимов резания, контрольного инструмента и приспособлений; наладки и переналадки, а также рациональных методов эксплуатации.

Конструкция электроустановок : учеб. пособие для обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», профиль подготовки бакалавра «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» очной и заочной форм обучения. Ч. 1. / В.А. Черников и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 112 с.

Приведена классификация, назначение, общее устройство и основные конструктивные элементы электроустановок, используемых на предприятиях электрических сетей и агропромышленного комплекса. Подробно рассмотрено устройство машин постоянного тока, синхронных и асинхронных машин, трансформаторов, предохранителей, автоматических выключателей, контакторов и магнитных пускателей. Ориентировано на бакалавров направления 35.03.06 «Агроинженерия», а также может представлять интерес и для обучающихся по другим направлениям подготовки.

Извеков Е.А. Проектирование систем электроснабжения. Курсовое проектирование : учеб. пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке по направлению «Агроинженерия» / Е.А. Извеков, В.В. Картавцев, И.В. Лакомов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 151 с.

Учебное пособие содержит основные теоретические положения, порядок расчета и пример выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем электроснабжения». Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению «Агроинженерия», профиль подготовки магистров «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» очной и заочной форм обучения; может быть полезно специалистам организаций, занимающихся проектированием систем электроснабжения.

Гуков П.О. Теоретические основы электротехники : учеб. пособие для самостоятельной практической работы обучающихся по направлению «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» / П.О. Гуков, Р.М. Панов, С.А. Филонов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 126 с.

Физика : учеб. пособие для семинарских и практических занятий для обучающихся очного и заочного отделений агроинженерного факультета, по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях». Ч. 1 ; сост. А.Н. Ларионов, Р.В. Беляев, Н.Н. Ларионова, В.В. Машин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 104 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой курса физики для специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях». В учебном пособии изложены основные понятия: кинематика и динамика материальной точки и твердого тела, законы сохранения в механике, динамика и статика жидкости, основы теории колебаний, электростатика и электродинамика, теория магнитного поля, геометрическая, волновая и квантовая оптика, строение атома и атомного ядра, явление радиоактивности.

Ковалев Н.С. Инженерное оборудование территории : учеб. пособие для курсового проектирования для обучающихся факультета землеустройства и кадастров по направлению 21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» / Н.С. Ковалев, В.В. Гладнев, П.В. Демидов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 172 с.

Основы кадастровой деятельности : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» / С.С. Викин и др. ; под общ. ред. С.С. Викина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Территориальное планирование и прогнозирование : учеб. пособие для обучающихся факультета землеустройства и кадастров по направлению «Землеустройство и кадастры» / Н.С. Ковалев и др. ; под ред. Н.С. Ковалева. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 328 с.

Учебное пособие разработано в соответствии с государственным стандартом высшего образования и примерной программой дисциплины «Территориальное планирование и прогнозирование» для обучающихся факультета землеустройства и кадастров по направлению «Землеустройство и кадастры». Учебное пособие посвящено теоретическим вопросам территориального планирования и градостроительного регулиро-

вания; рассматривает систему и структуру планировочной организации градостроительных систем, приводит содержание проектных документов по территориальному планированию РФ, субъектов РФ, муниципальных районов, городских (сельских) поселений. Рассматриваются вопросы комплексной системы управления градостроительным развитием муниципальных образований. Цель учебного пособия – формирование у обучающихся современного мировоззрения в сфере градостроительного развития, территориального устройства поселений, проектирования территориальных пространственных систем, планирования и управления.

Кузнецова И.В. Контроль и ревизия : учеб. пособие для обучающихся вузов по направлению 38.03.01 «Экономика», профиль «Налоги и налогообложение» / И.В. Кузнецова, О.М. Алещенко. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Кузнецова И.В. Контроль и ревизия : учеб. пособие для обучающихся вузов по специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность», специализация «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности» / И.В. Кузнецова, О.М. Алещенко. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Четвертаков И.М. Организация и менеджмент : учеб. пособие / И.М. Четвертаков. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 95 с.

Учебное пособие предназначено для изучения курса «Организация и менеджмент». Содержание соответствует государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» и рекомендуется для зоотехников очного и заочного обучения. В учебном пособии изложены основы теории организации и организационных процессов. Наряду с этим уделено внимание организации, нормированию и оплате труда, планированию и хозяйственному расчету в сельскохозяйственных предприятиях РФ. В разделе «менеджмент» изложены научные основы управления, мотивации, требования к кадрам управления. Рекомендуется для студентов и преподавателей факультетов ветеринарной медицины и технологии животноводства аграрных вузов страны, руководителей и специалистов с.-х. предприятий.

Четвертаков И.М. Организация, нормирование и оплата труда в АПК : учеб. пособие / И.М. Четвертаков. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 138 с.

Учебное пособие предназначено для изучения курсов «Организация, нормирование и оплата труда в АПК», «Организация, нормирование и оплата труда». Содержание соответствует государственному стандарту высшего профессионального образования по направлению «Менеджмент»: профили «Производственный менеджмент в АПК», «Маркетинг», «Информационное обеспечение управления АПК», по направлению «Экономика»: профили «Экономика труда», «Экономика предприятий и организаций АПК». В учебном пособии изложены основы организации, нормирования и оплаты труда в современных условиях. Наряду с этим большое внимание уделено конкретным вопросам экономики труда в растениеводстве, животноводстве и других сферах деятельности. Подробно изложены особенности организации основных рабочих процессов в сельскохозяйственном производстве, специфика оплаты труда в зависимости от валового и хозяйственного дохода, от количества и стоимости валовой и товарной продукции. Предназначено для студентов и преподавателей экономических факультетов аграрных вузов страны, руководителей и специалистов с.-х. предприятий.

Основы делопроизводства : практикум по изучению дисциплины для обучающихся по направлению 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление» ; сост. С.Н. Коновалова, К.С. Четверова, А.О. Котарева. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 88 с.

Практикум предназначен для организации практических занятий и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы делопроизводства». В нем содержится прикладной материал по всем темам лекционных и практических занятий. Данное учебное пособие призвано дать возможность обучающимся отработать навыки составления и оформления различных видов документов как под контролем преподавателя, так и самостоятельно. Практикум рассчитан на бакалавров гуманитарно-правового факультета, обучающихся по направлению 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление».

Калашникова С.В. Технология производства муки и крупы : учеб. пособие для курсового проектирования, технологических расчетов ВКР для обучающихся факультета технологии и товароведения по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», профиль подготовки бакалавра «Технология производства и переработки продукции растениеводства» / С.В. Калашникова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Учебное пособие содержит семь разделов: «Технологические расчеты в мукомольном производстве», «Технологические расчеты в крупяном производстве», «Внутрицеховые коммуникации», «Баланс помола», «Баланс крупяного завода», «Ассортимент и нормы выхода крупы», «Качественная характеристика крупяной продукции». Первые два раздела включают расчет и подбор оборудования, размещение технологического оборудования. Расчет оборудования и баланса показан на конкретных примерах. Для облегчения работы обучающихся в учебном пособии собрано необходимое количество материала для выполнения курсового проекта и ВКР.

Кругляк В.В. Ландшафтное проектирование : учеб. пособие / В.В. Кругляк. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Свободный доступ из интранета ВГАУ.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров и магистров по направлениям: Землеустройство и кадастры, Садоводство, Градостроительство, Ландшафтная архитектура.

Манжурина О.А. Санитарные требования к качеству мясных и молочных товаров : учеб. пособие / О.А. Манжурина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 84 с.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы обучающихся факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства по направлению подготовки 36.04.02 «Зоотехния», профиль «Качество и безопасность сырья и продуктов биологического происхождения» очной формы обучения по дисциплине «Микробиологическая безопасность сырья и продуктов животного и растительного происхождения». Содержит сведения о санитарных требованиях к микробиологическим исследованиям мяса животных и птицы, мясных консервов, колбасных изделий, молока, кисломолочных продуктов, сыра, сливочного масла.

Мистюкова О.Н. Зоопсихология : учеб. пособие / О.Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 45 с.

Никулин И.А. Клиническое исследование животного с оформлением «Status praesens» истории болезни : учеб. пособие / И.А. Никулин, Ю.А. Шумилин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 124 с.

В учебном пособии представлены схема клинического исследования, характеристика показателей органов и систем организма, план составления «Status praesens», эпикриза, анализ материалов истории болезни, правила отбора и хранения проб крови, мочи, фекалий, рубцового и желудочного содержимого у животных, нормативы показателей лабораторных и инструментальных исследований. Учебное пособие предназначено для обучающихся по дисциплине «Клиническая диагностика» по специальности 36.05.01 «Ветеринария» и «Ветеринарная пропедевтика болезней животных» по направлению подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» очной и заочной форм обучения. Будет полезно обучающимся при написании и оформлении курсовых работ по всем частным дисциплинам практической ветеринарии.

Поведение животных и внешняя среда : учеб. пособие для самостоятельной работы обучающихся по специальности 36.05.01 «Ветеринария» ; сост. О.Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Поведение животных и внешняя среда : учеб. пособие для самостоятельной работы обучающихся по направлению 36.04.02 «Зоотехния» ; сост. О.Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Саврасов Д.А. Инновационные методы диагностики, принципы терапии и профилактики заболеваний обмена веществ коров в условиях промышленного животноводства : учеб. пособие / Д.А. Саврасов, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 74 с.

В пособии рассмотрены физиологические особенности метаболизма коров, приведены диагностические методики исследования органов, основных систем организма и описано их клиническое значение для профилактики и лечения наиболее распространенных заболеваний обмена веществ. По каждому заболеванию дано определение, этиология, приведены характерные симптомы, а также патологоанатомические изменения. Раскрывает изучаемые компетенции: ПК-1; 2; 6; 25. Предназначено для обучающихся по «Интегративному спецкурсу», специалистов по ветеринарии животноводческих предприятий по производству молока, а также слушателей ФПК и студентов ФВМ, обучающихся по направлению подготовки 36.05.01 «Ветеринария».

Скогорева А.М. Малоизученные инфекции сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А.М. Скогорева, О.А. Манжурина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 80 с.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы по дисциплинам «Эпизоотология и инфекционные болезни», «Краевая эпизоотология» для обучающихся факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства по специальности 36.05.01 «Ветеринария» (специализации: эпизоотология, ветеринарная хирургия, ветеринарное акушерство и гинекология, ветеринарная фармация); дисциплине «Инфекционные болезни» по направлению подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная

экспертиза» очной и заочной форм обучения; слушателей ИНК по программе «Эпизоотология». Содержит сведения о малоизученных актуальных инфекциях сельскохозяйственных животных. Учебное пособие также может быть полезным для практикующих ветеринарных специалистов.

Экологическая физиология : учеб. пособие по самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 36.03.02 «Зоотехния» ; сост. О. Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Экологическая физиология : учеб. пособие по самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» ; сост. О.Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Этология с основами зоопсихологии : учеб. пособие по освоению дисциплины и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению 36.03.02 «Зоотехния» ; сост. О.Н. Мистюкова, Т.В. Слащилина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Физиологические основы производства продуктов животноводства : учеб. пособие по самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению 36.03.02 «Зоотехния» ; сост. О.Н. Мистюкова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Хромова Л.Г. Оценка качества и безопасности молочного сырья : учеб. пособие : для обучающихся по направлению 36.03.02 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» / Л.Г. Хромова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 248 с.

Учебное пособие содержит теоретический материал к выполнению лабораторно-практических занятий по дисциплине «Молочное дело», включает занятия по изучению основополагающих технических регламентов, межгосударственных и национальных стандартов по оценке молочного сырья. Даны вопросы для самоконтроля. Составлено в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования. Предназначено для обучающихся по направлению 36.03.02 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства».

Хромова Л.Г. Технология молока и молочных продуктов : учеб. пособие для обучающихся по направлению 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» / Л.Г. Хромова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 260 с.

Изложены методики выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология молока и молочных продуктов». Представлены варианты заданий и необходимый нормативно-справочный материал для их выполнения. Даны вопросы для самоконтроля. Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза».

Кузнецова Е.С. Аннотирование и реферирование иноязычной литературы : теория и практика : учеб. пособие по английскому языку / Е.С. Кузнецова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Макарова Е.Л. *Zeit für Deutsch : Lehr- und Arbeitsbuch* : учеб. пособие по дисциплине «Иностранный язык» для всех направлений, профилей и специальностей / Е.Л. Макарова, Т.В. Байдикова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 121 с.

Макарова Е.Л. *Zeit für Deutsch : Erfolgreich ins Masterstudium* : учеб. пособие по дисциплине «Иностранный язык» для магистрантов и аспирантов всех направлений, профилей и специальностей / Е.Л. Макарова, Р.Г. Белянский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 141 с.

Предназначено для студентов аграрных, а также других неязыковых вузов, изучающих немецкий язык. Темы и тексты знакомят с культурной жизнью, политической системой, историей Германии и России, географией и традициями стран. Тематика пособия призвана способствовать развитию интереса к стране изучаемого языка, а также оказывать воспитательное воздействие на студентов в духе гуманизации их мировоззрения. Предназначено для студентов всех направлений, профилей и специальностей со средним уровнем владения немецким языком (уровень А2 по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками).

Макарова, Елена Леонидовна. *Zeit für Deutsch : Erfolgreich ins Fachstudium : Lehr- und Arbeitsbuch* : учеб. пособие по дисциплине «Иностранный язык» для учащихся СПО всех направлений, профилей и специальностей / Е.Л. Макарова, Т.В. Байдикова. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2019. – 91 с.

Предназначено для учащихся СПО, изучающих немецкий язык. Тематика пособия призвана способствовать формированию коммуникативной иноязычной компетенции, необходимой для успешной социализации и самореализации в современном поликультурном мире, а также развитию интереса к стране изучаемого языка. Оказывает воспитательное воздействие на учащихся в духе гуманизации их мировоззрения. Главной целью изучения немецкого языка на данном этапе является дальнейшее развитие иноязычной коммуникативной компетенции и формирование «умения использовать иностранный язык как средство для получения информации из иноязычных источников в образовательных и самообразовательных целях» достижение уровня владения иностранным языком, превышающего пороговый, достаточного для делового общения в рамках выбранного профиля. Настоящее учебное пособие предназначено для учащихся СПО всех направлений, профилей и специальностей с начальным уровнем владения немецким языком (уровень А1+ по Общеввропейской шкале уровней владения иностранными языками).

Основы плавания : учеб. пособие / А.Н. Щеглеватых и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. - 86 с.

Учебное пособие составлено на основании исследований, проведенных преподавателями кафедры физического воспитания ВГАУ, а также на основе анализа различных материалов по плаванию. Учебное пособие предназначается для обучающихся и преподавателей всех возрастных групп и специализаций ВГАУ, а также для других вузов.



### **К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ КИМА РУБЕНОВИЧА КАЗАРОВА**

15 декабря 2019 года исполнилось 80 лет со дня рождения Кима Рубеновича Казарова – доктора технических наук, профессора кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I.

Ким Рубенович родился в солнечной Грузии. Свою профессию он выбрал сразу после окончания 10-го класса, поступив в 1956 году в училище механизации сельского хозяйства в Тбилиси. Полученные на практических занятиях знания и навыки пригодились и в работе колхозным трактористом, и на службе в рядах Советской Армии, где он последовательно занимал должности

стрелка, тракториста, шофера, командира автомобильного отделения, заместителя командира автомобильного взвода. К своим 22 годам Ким Рубенович к отличным школьным знаниям прибавил трудовой опыт механизатора, дисциплинированность солдата и упорство в достижении поставленных целей. Поэтому не удивительно, что в 1962 г. при конкурсе восемь человек на одно место он был принят в число студентов дневного отделения факультета механизации Воронежского СХИ.

Заканчивая учебу в вузе, Ким Рубенович уже решил посвятить себя науке и подал совместно с преподавателем В.В. Василенко заявку на первое изобретение – «Рабочий орган прореживателя всходов сахарной свеклы и других пропашных культур», ставшее краеугольным камнем его кандидатской и докторской диссертаций. После двух лет работы инженером по хозяйственной тематике он был принят по конкурсу на должность ассистента кафедры сельскохозяйственных машин, что и определило конкретное направление научной работы на обозримое будущее. Продолжая работу над выбранной еще в студенчестве темой, Ким Рубенович под руководством В.В. Василенко и С.Д. Полонецкого в 1973 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Механизированное прореживание всходов сахарной свеклы с повышенной точностью распределения». С 1973 года работал в должности старшего преподавателя, а с 1979 года – доцента кафедры сельскохозяйственных машин. Молодому доценту довольно быстро предложили заняться общественной деятельностью. В 1985 году К.Р. Казарова назначили заместителем декана по заочному образованию, а вскоре последовали выборы его сначала секретарем факультетской парторганизации, потом членом парткома института, председателем комиссии по народному контролю. На этих должностях Кима Рубеновича отличали принципиальность и высокая требовательность, которые явно способствовали укреплению служебной дисциплины и в вузе, и на факультете. Вместе с тем он уделял постоянное внимание как руководителю каждому преподавателю или студенту, оказавшимся в сфере его административного или общественного влияния.

Не привыкший останавливаться на достигнутом, Ким Рубенович продолжает развивать прикладную часть теории вероятностей применительно к точности высева сахарной свеклы и в 1998 году защищает докторскую диссертацию, опередив на не-

сколько лет своего научного консультанта. В диссертации «Разработка теории и методов выбора технологических параметров механизированного формирования густоты насаждения сахарной свеклы» были применены компьютерные технологии моделирования процессов. В 2001 году К.Р. Казаров был утвержден в ученом звании профессора. Активная научная деятельность К.Р. Казарова в качестве доктора технических наук привлекла внимание администрации других вузов, и его стали приглашать к научному сотрудничеству. Так, в течение многих лет он является председателем государственной экзаменационной комиссии по выпуску инженеров сельскохозяйственного производства в Курской ГСХА.

К 80-летию юбилею в активе Кима Рубеновича четыре подготовленных им кандидата наук, 225 научных и учебно-методических публикаций, в том числе пять монографий, 16 учебных пособий, 6 патентов на изобретения, полезные модели и компьютерные программы.

Ким Рубенович прекрасный педагог. Он оказывает большую помощь молодым ученым при выполнении ими научных работ. За многолетнюю научно-педагогическую деятельность Ким Рубенович Казаров неоднократно награждался Почетными грамотами администраций Воронежской и других областей ЦЧР.

В свой 80-летний юбилей Ким Рубенович полон сил и энергии, новых творческих замыслов на благо развития науки и образования Российской Федерации.



**К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
КОНСТАНТИНА СЕМЕНОВИЧА  
ТЕРНОВЫХ**

Исполнилось 70 лет заведующему кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК, профессору, доктору экономических наук, заслуженному деятелю науки РФ, почетному работнику высшего профессионального образования РФ, заслуженному профессору Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I Терновым Константину Семеновичу. Он родился 5 ноября 1949 года в с. Сторожевое Усманского района Липецкой области в многодетной семье.

После окончания школы в 1967 году поступил в Воронежский СХИ на экономический факультет, был старостой группы, председателем учебно-воспитательной комиссии. В 1972 году получил диплом о высшем образовании по специальности «Экономика и организация сельского хозяйства». После службы в армии работал главным экономистом колхоза. В 1974 году поступил в аспирантуру на кафедру экономической кибернетики ВСХИ. В 1977–80 годы работал ассистентом кафедры кибернетики.

В 1980 году К.С. Терновых перешел работать в Воронежский облисполком, где до 1985 года занимал должность инструктора организационно-инструкторского отдела. В 1985–87 годах прошел курсы повышения квалификации в Ростовской высшей партийной школе. С августа 1987 года и по настоящее время работает в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», пройдя путь от старшего преподавателя до заведующего кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК.

В 1987 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Оптимальное планирование развития РАПО», в 1995 году – докторскую диссертацию на тему «Организационно-экономический механизм развития предпринимательской деятельности в аграрной сфере»; в 1989 году ему присвоено ученое звание доцента по кафедре экономической кибернетики; в 1996 году – звание профессора по кафедре организации сельскохозяйственного производства.

С мая 2002 по август 2011 года являлся деканом экономического факультета. При его руководстве экономический факультет являлся самым крупным в агроуниверситете: на 10 кафедрах факультета работали свыше 190 преподавателей, в т. ч. 22 профессора и более 100 доцентов; по 8 специальностям и направлениям на экономическом факультете обучалось более 4 тыс. студентов; в 2003 году были открыты две новые специальности «Юриспруденция» и «Налоги и налогообложение», в 2004 году – бакалавриат по направлению «Экономика» (международный бизнес), в 2009 году – магистратура по направлению «Экономика».

Тема научных интересов профессора К.С. Терновых – формирование и развитие организационно-экономического механизма функционирования предпринимательства в АПК.

С 20.03.2009 года является председателем диссертационного совета Д 220.010.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», в котором за последние 5 лет защищено 8 докторских и

72 кандидатских диссертационных работ соискателями из Воронежской, Тамбовской, Курской, Ростовской, Амурской, Белгородской, Орловской областей, Ставропольского и Краснодарского краев, Республики Крым, с 9.11.2012 года – членом диссертационного совета Д 220.052.02 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» по защите докторских и кандидатских диссертаций по экономическим наукам. С 31.10.2017 года является членом объединенного диссертационного совета Д 999.202.02 на базе ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» и ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса».

В Воронежском государственном аграрном университете им создана научная школа по методологическим проблемам формирования и развития организационно-экономического механизма функционирования АПК. Под руководством профессора К.С. Терновых защищено 44 кандидатских диссертации, при его консультировании – 5 докторских диссертаций. В 2008 году Указом Президента РФ К.С. Терновых присвоено звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», в 2017 г. – ученым советом звание «Заслуженный профессор Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I».

Труды К.С. Терновых широко известны в России, им опубликовано более 260 научных работ, в том числе 33 монографии, 10 учебных пособий (5 из них с грифом УМО вузов Министерства сельского хозяйства РФ по экономическому образованию). Является членом редакционного совета журнала «Вестник Воронежского государственного аграрного университета» с 2008 г.

За добросовестную и плодотворную научно-педагогическую деятельность К.С. Терновых награждался Почетными грамотами администрации Воронежской области (2002 г.), Российской академии сельскохозяйственных наук (2005 г.), главного управления аграрной политики Воронежской области (2006 г.), администрации Липецкой области (2007 г., 2012 г.), Воронежской областной Думы (2009 г.), правительства Воронежской области (2009 г.), департамента аграрной политики Воронежской области (2009 г., 2011 г., 2014 г.), департамента образования, науки и молодежной политики Воронежской области (2015 г.), управления сельского хозяйства Липецкой области (2016 г.).

В 2007 г. награжден дипломом I степени как автор учебного пособия «Планирование на предприятии АПК» (Департамент научно-технологической политики и образования Минсельхоза России), дипломом III Всероссийского конкурса «Аграрная учебная книга – 2007», в 2009 г. получил благодарность от губернатора Воронежской области за большой вклад в развитие науки и образования и за монографию «Проблемы бюджетирования в интегрированных формированиях АПК».

В 2006 году за заслуги в области образования награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (Министерство образования и науки РФ), в 2016 году – почетным знаком «Благодарность от земли Воронежской» (правительство Воронежской области), в 2019 г. – почетным знаком «За добросовестный труд и профессионализм» (правительство Воронежской области).

Коллеги и студенты ценят и уважают Константина Семеновича за трудолюбие, оптимизм, справедливое отношение, постоянное стремление к росту и самосовершенствованию.

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

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют четыре диссертационных совета:  
Д 220.010.02, Д 220.010.03, Д 220.010.04 и Д 220.010.07.

Диссертационный совет Д 220.010.02 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) (экономические науки).

Председатель – Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК.

Заместитель председателя – Улезько Андрей Валерьевич, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем.

Ученый секретарь – Агибалов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, зав. кафедрой финансов и кредита.

Диссертационный совет Д 220.010.03 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Кадыров Сабир Вагидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Заместитель председателя – Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Ученый секретарь – Ващенко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий.

Диссертационный совет Д 220.010.04 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки, сельскохозяйственные науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Заместители председателя:

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики;

Тарасенко Александр Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики.

Диссертационный совет Д 220.010.07 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

03.02.14 – Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Заместитель председателя – Житин Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Ученый секретарь – Кольцова Ольга Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

## 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 абзацным отступом 1,25 см, кегль 12, через одинарный интервал, выравниванием по ширине и иметь следующий размер полей: левое, правое, верхнее, нижнее – 2,5 см (формат А4). Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Таблицы являются частью текста и не должны создаваться как графические объекты. 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 25.01.2020 г.

Подписано в печать 28.12.2019 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная. Объем 32,75 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 20538  
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

