

ISSN 2071-2243

DOI: 10.17238/issn2071-2243

# ВЕСТНИК

Воронежского государственного  
аграрного университета

Теоретический  
и научно-практический  
журнал

*Том 12, 3(62) • 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 3 (62)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3

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 (№ 251 по состоянию на 28.12.2018)**

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

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

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**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».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Журнал включен в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), а также 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 Agro-Industrial Complex),  
ways of solution are published in the journal*

Published since 1998  
Periodicity – 4 issues per year

**Volume 12,  
Issue 3 (62)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2019.3

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’

**In accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of December 28, 2018 № 90-p, pursuant to the Recommendations of the Higher Attestation Commission under the Russian Ministry of Education and Science based on the findings of relevant expert councils, Vestnik is included in the List of peer-reviewed scientific journals and periodicals in which it is recommended to publish basic scientific results of candidate and doctoral dissertations (No. 251 as at December 28, 2018)**

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

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

## EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

**Vladimir I. Orobinskiy**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

**Vladimir G. Shirobokov**, Doctor of Economic Sciences, Full Professor, Head of the Department of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

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

Electronic version and requirements for publishing  
scientific articles are 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

---

- Оробинский В.И., Гиевский А.М., Тарасенко А.П., Чернышов А.В.**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН  
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА
- Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V.**  
MECHANICAL STRENGTH PROPERTIES AND SOWING QUALITIES  
OF WINTER WHEAT SEEDS AT FRACTIONAL TECHNOLOGY  
OF GRAIN POSTHARVEST TREATMENT..... 13
- Пухов Е.В., Астанин В.К., Следченко В.А., Мешкова С.С., Волков В.С.**  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН  
НА ПРИМЕРЕ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
- Pukhov E.V., Astanin V.K., Sledchenko V.A., Meshkova S.S., Volkov V.S.**  
MODELING OF OPERATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL  
MACHINES IN A SPECIFIC CONTEXT OF GRAIN CROPS HARVESTING ..... 19
- Бурков А.И., Глушков А.Л., Лазыкин В.А.**  
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ  
ФРАКЦИОННОГО ПНЕВМОСЕПАРАТОРА СЕМЯН
- Burkov A.I., Glushkov A.L., Lazykin V.A.**  
COMPARATIVE STUDIES OF THE EFFICIENCY OF FUNCTIONING  
OF ASPIRATING CHANNELS OF SEED FRACTIONAL PNEUMATIC SEPARATOR ..... 26
- Жачкин С.Ю., Пухов Е.В., Трифонов Г.И., Комаров Я.В., Загоруйко К.В.**  
АНАЛИЗ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ  
В УСЛОВИЯХ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ТРЕНИЯ
- Zhachkin S.Yu., Pukhov E.V., Trifonov G.I., Komarov Ya.V., Zagoruyko K.V.**  
ANALYSIS OF WEAR RESISTANCE OF FUNCTIONAL COATING IN CONDITIONS  
OF ABRASIVE WEAR OF GEOMETRICALLY COMPLICATED FRICTION PART ..... 32
- Баскаков И.В.**  
ВЛИЯНИЕ ОЗОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕРНА
- Baskakov I.V.**  
GRAIN OZONOUS TREATMENT AND ITS INFLUENCE  
ON STORED-GRAIN PESTS AND INSECTS..... 41
-

<b>Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Труфанов В.В.</b> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОИЛЬНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ НА СОСКИ ВЫМЕНИ КОРОВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА «PULSOTEST COMFORT» <b>Andrianov E.A., Andrianov A.A., Trufanov V.V.</b> IDENTIFICATION PROCEDURE OF THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE IMPACT OF CONTACT IRRITANTS ON THE COW UDDER TEATS USING THE PULSOTEST COMFORT DEVICE .....	47
<b>Остриков В.В., Сазонов С.Н., Афоничев Д.Н., Козлов В.Г.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И СВОЙСТВ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА <b>Ostrikov V.V., Sazonov S.N., Afonichev D.N., Kozlov V.G.</b> ENGINE OIL VISCOSITY FLUCTUATIONS AS AN INDICATOR OF TECHNICAL CONDITION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND LUBRICANT PROPERTIES.....	54
<b>Газалов В.С., Шабаетв Е.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА РАДИАТОРА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СВЕТОДИОДА <b>Gazalov V.S., Shabaev E.A.</b> SIMULATION OF THE HEATING PROCESS OF A RADIATOR APPLIED TOWARD THE SOLUTION OF PARTICULAR PROBLEM OF LIGHT-EMITTING DIODE COOLING .....	62

---

**АГРОНОМИЯ  
AGRICULTURAL SCIENCE**

---

<b>Дедов А.В., Новикова Л.А., Несмеянова М.А.</b> ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР <b>Dedov A.V., Novikova L.A., Nesmeyanova M.A.</b> WAYS OF REGULATING THE FERTILITY OF TYPICAL CHERNOZEM IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHEAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION.....	71
<b>Илларионов А.И.</b> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ <b>Illarionov A.I.</b> MODERN METHODS AND AGENTS FOR WINTER WHEAT PROTECTION FROM WEEDS .....	78

---

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ECONOMIC SCIENCES**

---

<b>Агибалов А.В., Запорожцева Л.А., Ткачева Ю.В.</b> СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ <b>Agibalov A.V., Zaporozhtseva L.A., Tkacheva Yu.V.</b> SCENARIO APPROACH TO SETTING STRATEGY FOR RURAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	94
<b>Макаревич Л.О., Улезько А.В.</b> КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ <b>Makarevich L.O., Ulez'ko A.V.</b> CONCEPTUAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO SUPPORTING AGRI-FOOD SYSTEMS BALANCED DEVELOPMENT .....	103
<b>Кононова Н.Н., Улезько А.В., Курносое А.П.</b> ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ <b>Kononova N.N., Ulez'ko A.V., Kurnosov A.P.</b> TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR ECONOMIC SYSTEMS SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	114

<b>Меренкова И.Н.</b> ДИВЕРСИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА <b>Merenkova I.N.</b> DIVERSIFICATION OF RURAL AREAS AS A TOOL FOR HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT .....	124
<b>Кусмагамбетов С.М., Кусмагамбетова Е.С.</b> СФЕРА ОБСЛУЖИВАНИЯ В РАЗВИТИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ <b>Kusmagambetov S.M., Kusmagambetova E.S.</b> SERVICES SECTOR ROLE IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL IN RURAL AREAS.....	131
<b>Коновалова С.Н., Шеламова С.А., Дерканосова Н.М., Василенко О.А.</b> ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ <b>Konvalova S.N., Shelamova S.A., Derkanosova N.M., Vasilenko O.A.</b> FORMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS QUALITY MANAGEMENT SYSTEM.....	138
<b>Енина Д.В., Иванова Н.Ю.</b> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <b>Enina D.V., Ivanova N.Yu.</b> CURRENT STATUS AND DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL CONSUMER COOPERATION OF AMUR OBLAST .....	146
<b>Терновых К.С., Камалян А.К., Кучеренко О.И., Плякина А.А.</b> РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <b>Terpnyukh K.S., Kamalyan A.K., Kucherenko O.I., Plyakina A.A.</b> PIG HUSBANDRY DEVELOPMENT ON THE BASIS OF MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES .....	153
<b>Калининская Е.А.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ В ОВОЩЕВОДСТВЕ <b>Kalininskaya E.A.</b> ECONOMIC ASSESSMENT OF PRACTICAL IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS IN VEGETABLE FARMING .....	161
<b>Белолипов Р.П., Коновалова С.Н.</b> ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА РЫНКЕ МОЛОКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ <b>Belolipov R.P., Konvalova S.N.</b> DAIRY PRODUCTS MARKET PRICING PRACTICES: COMMON PROBLEMS AND SOLUTIONS.....	168
<b>Ибрагимова А.Х.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА И КОНТРОЛЛИНГА <b>Ibragimova A.Kh.</b> INFORMATION DATABASE OF STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING AND CONTROLLING .....	176
<b>Нуждин Р.В., Брянцева Л.В., Подмолодина И.М., Пономарева Н.И., Пухова М.М.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР НАЛОГОВОГО АНАЛИЗА <b>Nuzhdin R.V., Bryantseva L.V., Podmolodina I.M., Ponomareva N.I., Pukhova M.M.</b> THEORETICAL ASPECTS OF ALGORITHMIZATION OF TAX ANALYSIS PROCEDURES .....	184
<b>Слиденко А.М., Агапова Е.А.</b> ЧИСЛЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ <b>Slidenko A.M., Agarova E.A.</b> NUMERICAL ALGORITHMS FOR MANAGEMENT MODELS OPTIMIZATION OF BUSINESS ECONOMICS .....	192



<b>Ефанова Н.В., Ващенко В.Р.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ <b>Efanova N.V., Vashchenko V.R.</b> ENTERPRISE FINANCIAL STABILITY EVALUATION USING FUZZY LOGIC METHODS .....	206
<b>Маслова И.Н., Полозова А.Н., Нуждин Р.В., Беляева Г.В., Саввина Е.А.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА НАЛОГОВОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК <b>Maslova I.N., Polozova A.N., Nuzhdin R.V., Belyaeva G.V., Savvina E.A.</b> ECONOMIC NATURE OF TAX SOLVENCY OF PROCESSING ENTERPRISES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX .....	213
<b>Ершова Н.В., Баринов В.Н., Трухина Н.И., Калабухов Г.А.</b> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КАДАСТРОВОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <b>Ershova N.V., Barinov V.N., Trukhina N.I., Kalabukhov G.A.</b> FEATURES OF DEVELOPMENT OF CADASTRAL SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION .....	222

---

**НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ  
SCIENTIFIC ACTIVITIES**

---

СОВЕТЫ ПО ЗАЩИТЕ ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ, СОЗДАННЫЕ НА БАЗЕ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I  DOCTORAL AND CANDIDATE SCIENCE-DEGREE COUNCILS OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY .....	229
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ INFORMATION FOR AUTHORS .....	230

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ФРАКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

---

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

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего на ток от зерноуборочных комбайнов, является выделение засорителей, а также биологически неполноценного зерна. Получить высококачественные семена невозможно без незамедлительного выделения из вороха примесей, являющихся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, которые поражают семена при хранении и снижают их посевные качества. Выделить фракции зерна, которые не представляют интереса в качестве семенного материала, на первой стадии обработки можно в том случае, когда зерновки отличаются от остальных по одному из таких признаков, как размеры, аэродинамические свойства и др. Исследованиями установлено, что при разделении зернового вороха по аэродинамическим свойствам с увеличением скорости воздушного потока количество выделенного зерна возрастает, при этом наблюдается выделение как мелкого, так и крупного зерна. Зерновки, выделяемые воздушным потоком, имеют меньшую плотность, рыхлую структуру, более склонны к разрушению и больше травмируются при послеуборочной обработке. С увеличением размера отверстий решет возрастают такие показатели, как масса 1000 зерен и лабораторная всхожесть, максимальные значения которых отмечены у зерновок фракций 2,6...3,4 мм. С изменением ширины отверстий решет с 1,6 до 3,4 мм усилие разрушения возрастает с 6,54 до 12,5 кг, а деформация разрушения снижается с 0,366 до 0,108 мм. В большей степени травмируются поврежденные при уборке зерновки мелких фракций (меньше 2,4 мм), поэтому их необходимо выделять в товарную фракцию и использовать на продовольственные цели. С увеличением скорости воздушного потока в канале второй аспирации с 4,9 до 10,5 м/с и отверстий сортировального решета с 1,4 до 3,6 мм масса семян увеличилась с 7,3 до 55,2 г. Установлено, что лучшими посевными качествами обладают зерновки фракций 2,4...3,4 мм, выделенные при скорости воздушного потока 8,5...10,3 м/с.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** зерновой ворох, послеуборочная обработка зерна, семена, лабораторная всхожесть, травмирование зерновок, скорость витания.

## MECHANICAL STRENGTH PROPERTIES AND SOWING QUALITIES OF WINTER WHEAT SEEDS AT FRACTIONAL TECHNOLOGY OF GRAIN POSTHARVEST TREATMENT

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

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Removing of both impurities and biologically deficient grain is one of the main targets of postharvest treatment of the heap going from combine harvesters into the threshing floor (elevator). It is impossible to obtain high-quality seeds without speedy removing of impurities because they create favorable environment for habitation and reproduction of microorganisms affecting the seeds during their storage, and thus reducing their sowing qualities. It is possible to isolate grain fractions that are of no interest as market seed material at the first stage of postharvest treatment, if deficient grains differ from the rest in one of the signs, such as size, aerodynamic properties, etc. The results of research showed that during the separation of a heap by aerodynamic properties with an increase in the speed of the air flow the amount of the separated grain (both small and large) increased. Herewith, it should be noted that the grains separated by the air flow are characterized by lower density, loose structure; they are prone to destruction and

are more injured during postharvest treatment. When the size of sieve holes increased such indicators of the process as thousand grain weight and laboratory germination also increased: the values of these indicators were the highest in the grains belonging to the fractions of 2.6...3.4 mm. When the width of the sieve holes increased from 1.6 to 3.4 mm the values of fracture force increased from 6.54 to 12.5 kg, and the values of fracture strain decreased from 0.366 to 0.108 mm. The grains of small fractions (less than 2.4 mm) damaged during harvesting are injured to a far greater degree, so they should be separated into the commercial fraction and used for food consumption. It was found that the seed weight increased from 7.3 to 55.2 g with an increase in the air flow rate in the second aspiration channel from 4.9 to 10.5 m/s and in the size of the holes of the sorting sieve from 1.4 to 3.6 mm. The best sowing qualities were defined in grains of fractions 2.4...3.4 mm isolated at an air flow rate of 8.5...10.3 m/s.

KEYWORDS: grain heap, postharvest treatment, seeds, laboratory germination, injuries of grain, hovering velocity.

**В**ведение  
Целью послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего на ток от зерноуборочных комбайнов, является выделение мелких и крупных засорителей, а также биологически неполноценного зерна. Получить высококачественные семена невозможно без незамедлительного выделения из вороха примесей, являющихся благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов, которые поражают семена при хранении и снижают их посевные качества. Выделить фракции зерна, которые не представляют интереса в качестве семенного материала, на первой стадии обработки можно в том случае, когда зерновки отличаются от остальных по одному из таких признаков, как цвет, шероховатость поверхности, размеры, аэродинамические свойства и др. [1, 3, 4, 5].

Использование сельскохозяйственными предприятиями зерноочистительной техники позволяет производить разделение зернового вороха, поступающего от зерноуборочных комбайнов, по размерам, плотности, аэродинамическим свойствам [7, 9]. Последовательность выделения засорителей, биологически неполноценного зерна должна обеспечивать качество посевного материала в соответствии с действующими ГОСТами [2]. Минимальная протяженность технологической линии зерноочистительных агрегатов позволит снизить количество механических воздействий на зерно, тем самым уменьшить травмирование семян и повысить их качество [6, 8, 10, 11].

Цель исследования – исследовать прочностные и посевные качества семян озимой пшеницы при фракционной технологии послеуборочной обработки зерна.

Объект исследования – зерновой ворох озимой пшеницы, поступающий от зерноуборочных комбайнов.

Предмет исследования – качественные показатели зерновок озимой пшеницы.

### Материалы и методы

Исследования проводили на зерновом ворохе озимой пшеницы сорта Северодонецкая юбилейная. Образцы зернового вороха разделяли на фракции, используя решетный классификатор У1-ЕРЛ-2-1 с интервалом изменения размера отверстий решета 0,2 мм.

Влажность зерна определяли с помощью электровлагомера ВЗПК-1, массу 1000 зерен – на электронных весах.

Макро- и микротравмирование, посевные качества семян определяли в соответствии с действующими методиками и ГОСТами. Учитывая тот факт, что посевные качества семян зависят от степени их повреждения и вида травм, все виды микротравм в экспериментах приведены к повреждению зародыша.

Для исследования влияния скорости воздушного потока и размеров зерновок на качество семян использовали пневмо- и решетный классификаторы. С помощью микроанометра ММН-240-151-10, трубки Пито-Прандтля и термоанемометра ТТМ-2 измеряли скорость воздушного потока.

### Результаты и их обсуждение

В более ранних исследованиях, проведенных авторами [12, 13], установлено, что с увеличением скорости воздушного потока при разделении зернового вороха по аэродинамическим свойствам количество выделенного зерна возрастает. Наблюдается выделение как мелкого, так и крупного зерна. По нашему мнению, зерновки, выделяемые

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

воздушным потоком, имеют меньшую плотность, рыхлую структуру, более склонны к разрушению и больше травмируются при послеуборочной обработке.

В зависимости от размера семян меняются показатели их прочности и качества. К показателям прочности можно отнести усилие и деформацию разрушения, а к показателям качества – массу 1000 зерен и лабораторную всхожесть.

Результаты исследований по определению влияния размеров зерновок озимой пшеницы на их прочность и качество семян приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Влияние размеров зерновок на их прочность и качество семян (озимая пшеница Северодонецкая юбилейная, ручной обмолот)**

Размер отверстий сортировальных решет, мм	Масса 1000 зерен, г	Усилие разрушения, Р, кг	Деформация разрушения, δ, мм	Отношение деформации разрушения зерновок к их толщине, мм/мм	Лабораторная всхожесть, %
3,4	53,2	12,54	0,108	0,032	96,2
3,2	52,6	11,68	0,109	0,033	95,8
3,0	49,2	11,42	0,109	0,036	95,6
2,8	46,4	10,92	0,134	0,049	96,3
2,6	42,1	10,41	0,138	0,053	94,4
2,4	34,2	9,68	0,242	0,101	93,1
2,2	26,4	9,42	0,251	0,114	92,2
2,0	20,2	8,45	0,272	0,136	89,4
1,8	18,1	7,31	0,341	0,189	86,1
1,6	16,4	6,54	0,366	0,229	77,2

Данные экспериментальных исследований, приведенные в таблице 1, подтверждают высказанное предположение: масса 1000 зерен и лабораторная всхожесть возрастают с увеличением размера отверстий сортировального решета. Максимальное значение этих показателей имеют зерновки фракций 2,6...3,4 мм. С изменением ширины отверстий решета с 1,6 до 3,4 мм усилие разрушения возрастает с 6,54 до 12,5 кг, деформация разрушения снижается с 0,366 до 0,108 мм.

Результаты исследований по определению влияния размера зерновок и скорости воздушного потока на травмирование семян приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Влияние размера зерновок и скорости воздушного потока на уровень травмирования семян озимой пшеницы, %**

Скорость воздушного потока, м/с	Микротравмирование зерна, выделенного на решетках (%), в зависимости от размера зерновок, мм									
	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6
8,0	6,20	6,15	10,21	10,85	17,65	20,81	23,82	25,14	25,61	25,81
8,5	7,22	7,13	10,85	9,61	15,61	18,42	22,74	23,58	24,28	24,72
9,0	8,15	7,84	9,67	8,76	11,31	16,21	18,51	19,61	18,75	19,13
9,8	10,25	7,88	8,15	6,28	8,65	13,75	13,62	15,25	16,10	15,75
10,5	10,41	8,50	6,92	7,46	8,21	8,13	8,56	9,13	9,22	9,45

Из данных таблицы 2 видно, что уровень травмирования выше у зерновок, имеющих меньший размер и меньшую скорость витания. Так, уровень травмирования семян, относящихся к фракциям менее 2,4 мм и выделяемых при скорости воздушного потока до 8,0 м/с, составляет 20,81...25,81%. При повышении скорости воздушного потока с 8,5 до 10,5 м/с наблюдается снижение травмирования семян тех же фракций соответственно с 18,42...24,72% до 8,13...9,45%. Однако уровень травмирования повы-



шался у зерновок крупных фракций (3,2...3,4 мм) при увеличении скорости витания с 8,0 до 10,5 м/с – соответственно с 6,15...8,50% до 6,20...10,41%. Полученные экспериментальные данные подтверждают тот факт, что крупные и мелкие зерновки в большей степени повреждаются при уборке, поэтому их необходимо выделять в товарную фракцию и использовать на продовольственные цели. Лучшие семена, имеющие большую массу 1000 зерен, выделенные как по размерным характеристикам, так и по аэродинамическим свойствам, обладают самыми высокими посевными качествами.

Данные лабораторных исследований по влиянию скорости витания и размеров зерновок на их массу представлены на рисунке 1.

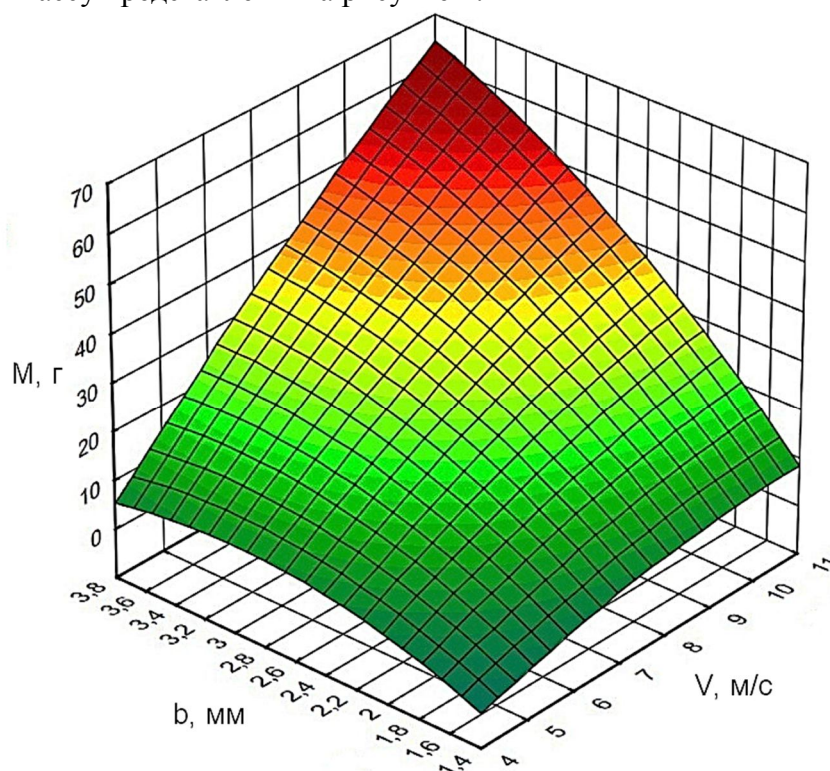


Рис. 1. Влияние размера зерновок ( $b$ ) и скорости витания ( $V$ ) на их массу ( $M$ )

Из графической зависимости видно, что масса 1000 зерен возрастает с увеличением размеров зерновок, выделенных на сортировальных решетках, а также с увеличением скорости воздушного потока во втором аспирационном канале.

Обработка экспериментальных данных с отсевом незначительных факторов показала, что выявленная зависимость с достаточной точностью описывается уравнением

$$M = 30,33 + 15,78 \cdot b + 1,95 \cdot b \cdot V^2 - 3,22 \cdot b^2, \quad (1)$$

где  $M$  – масса 1000 зерен, г;

$b$  – размер зерновки, мм;

$V$  – скорость воздушного потока, м/с.

В диапазоне исследованных скоростей воздушного потока наблюдается выделение как крупных, так и мелких зерновок, имеющих соответствующую массу.

Исследованиями установлено, что с увеличением скорости воздушного потока в канале второй аспирации с 4,9 до 10,5 м/с и отверстий сортировального решета с 1,4 до 3,6 мм масса семян выросла с 7,3 до 55,2 г. Максимальное значение массы 1000 семян отмечено у зерен фракций 2,6...3,6 мм при скоростях воздушного потока в диапазоне 8,0...10,3 м/с.

Экспериментальные данные по влиянию скорости воздушного потока и размера зерновок на их посевные качества представлены на рисунке 2.

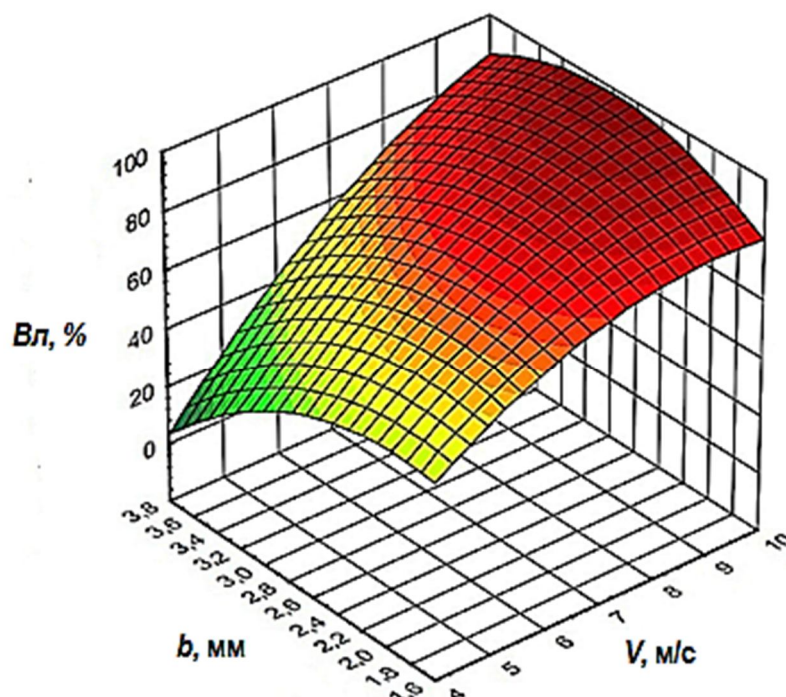


Рис. 2. Влияние размера зерновок ( $b$ ) и скорости витания ( $V$ ) на их посевные качества ( $Вл$ )

Зависимость, представленная на рисунке 2, с достаточной точностью аппроксимируется уравнением

$$Вл = 16,54 + 19,52 \cdot V - 0,82 \cdot V^2 - 0,13 \cdot b^2. \quad (2)$$

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что лучшими посевными качествами обладают зерновки фракций 2,4...3,4 мм, выделенные во втором аспирационном канале при скорости воздушного потока 8,5...10,3 м/с. Это объясняется тем, что самые крупные и мелкие семена больше травмируются при уборке зерноуборочными комбайнами и имеют низкие посевные качества.

### Выводы

Результаты проведенных лабораторных исследований дают основание говорить о том, что применение фракционной технологии для послеуборочной обработки зернового вороха, поступающего от зерноуборочных комбайнов, позволит выделить большую часть крупных и мелких засорителей, мелкое и биологически неполноценное зерно и, как следствие, повысить посевные качества семян.

При этом сельхозтоваропроизводителям можно дать рекомендации: для получения качественных семян мелкие и щуплые зерновки следует выделять по размерным характеристикам на решетках в фуражную фракцию, а биологически неполноценные – по аэродинамическим свойствам с помощью воздушного потока.

### Библиографический список

1. Гарипов Н.Э. Полевая всхожесть семян сортов яровой пшеницы в зависимости от способов сортировки семян / Н.Э. Гарипов // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата : матер. международной науч.-практ. конф. – Казань : Фолиантъ, 2010. – С. 85–88.

2. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2014–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 21 с.
3. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж : НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.
4. Еров Ю.В. Совершенствование и пути повышения эффективности системы семеноводства зерновых культур в Республике Татарстан : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Ю.В. Еров. – Немчиновка, 2004. – 19 с.
5. Зарипов С.Н. Пути повышения эффективности системы семеноводства зерновых культур и развития технической базы послеуборочной обработки зерна и семян / С.Н. Зарипов, Д.З. Салахиев, Ю.В. Еров // Сб. статей ГНУ «Калужский НИПТИ АПК», РАСХН. – Калуга : ООО «Меркон», 2007. – С. 197–202.
6. Зюлин А.Н. Современные линии для получения высококачественных семян / А.Н. Зюлин // Нива Татарстана. – Казань, 2006. – № 3–4. – С. 52–54.
7. Малис А.Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком / А.Я. Малис, А.Р. Демидов. – Москва : Машгиз, 1962. – 176 с.
8. Опыт организации промышленного семеноводства зерновых культур в современных условиях / Ю.В. Еров, С.Н. Зарипов, Х.Х. Каримов, Д.З. Салахиев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 8. – С. 8–11.
9. Опыт организации технологического и технического обеспечения послеуборочной обработки зерна и семян в хозяйствах ассоциации «Элитные семена Татарстана» / Ю.В. Еров, С.Н. Зарипов, Х.Х. Каримов, Д.З. Салахиев // Научно-производственный журнал «Нива Татарстана». – Казань, 2005. – № 3. – С. 19–20.
10. Сайтов В.Е. Совершенствование технологического процесса воздушно-решетных зерно- и семяочистительных машин (рекомендации) / В.Е. Сайтов. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – 89 с.
11. Сычугов Н.П. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян трав : монография / Н.П. Сычугов, Ю.В. Сычугов, В.И. Исупов. – Киров : ФГУИПП «Вятка», 2003. – 367 с.
12. Тарасенко А.П. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, Н.Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 1 (13). – С. 36–40.
13. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds / A.M. Gievskiy, V.I. Orobinsky, A.P. Tarasenko, A.V. Chernyshov, D.O. Kurilov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [Electronic Resource]. – Tomsk, 2018. – Vol. 327 (4). – № 042035.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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

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

Алексей Михайлович Гиевский – доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: aleksej.gievskij@mail.ru.

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

Дата поступления в редакцию 19.08.2019

Дата принятия к печати 23.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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

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.

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

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

Received August 19, 2019

Accepted September 23, 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ПРИМЕРЕ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

---

**Евгений Васильевич Пухов**  
**Владимир Константинович Астанин**  
**Виталий Анатольевич Следченко**  
**Светлана Сергеевна Мешкова**  
**Виталий Сергеевич Волков**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Развитие технологий точного земледелия стало возможным благодаря появлению программно-аппаратных средств, глобальной системы определения координат, геоинформационных систем и их интегрированию в транспортные и технологические машины, в том числе сельскохозяйственного назначения. В исследованиях ученых отмечается необходимость разработки комплексной системы управления сельскохозяйственным производством, способной быстро изменять набор разного рода составных блоков (элементов) и функционировать как единый механизм. Комплексные высокотехнологичные системы точного земледелия повсеместно используются в процессе производства сельскохозяйственной продукции, в том числе в уборочно-транспортных процессах, так как они оказывают влияние на себестоимость конечной продукции. На основе анализа результатов исследований ученых, занимающихся развитием технологий точного земледелия, показана необходимость совершенствования технологии уборочных работ и технических средств для их реализации. Одним из способов повышения эффективности управления уборочно-транспортным процессом является сокращение простоев транспортных и технологических машин (комбайнов и транспортных средств). Систематизированы и структурированы затраты времени на выполнение транспортных работ при уборке зерновых культур. Выделены временные интервалы, приводящие к простоям используемых технологических машин и автомобилей. Представлена система оценки эффективности функционирования техники при проведении уборочно-транспортных работ, базирующаяся на определении потерь рабочего времени из-за несвоевременной подачи транспортного средства к уборочному агрегату. Предложенная модель оценки эффективности функционирования уборочно-транспортного процесса базируется на оперативном учете технологических операций и фиксации затрат времени на каждой операции. Устранение несогласованности работ автомобилей и комбайнов позволяет повысить производительность на этапе уборочно-транспортных циклов на 15% и, как следствие, сократить сроки уборки и потери зерна.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** технологии точного земледелия, уборочно-транспортный процесс, функционирование машин, потери рабочего времени, зерновые культуры.

## MODELING OF OPERATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES IN A SPECIFIC CONTEXT OF GRAIN CROPS HARVESTING

**Evgeniy V. Pukhov**  
**Vladimir K. Astanin**  
**Vitaliy A. Sledchenko**  
**Svetlana S. Meshkova**  
**Vitaliy S. Volkov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The development of precision farming technologies became possible due to the emergence of hardware and software platform, Global Positioning System (GPS), Geographic Information Systems (GIS) and their integration into transport and technological machines including those used for agricultural purposes. Many scientists justify the necessity of further development of the integrated management system of agricultural production capable to change quickly a set of various components (elements) and to function like a single well-oiled machine. Integrated high-tech precision farming systems are widely used in the production of agricultural products, including harvesting and transport processes, as they exert a meaningful impact on the cost of producing. Based on the analysis of data published by the scientists engaged in the development of precision farming technologies, the

necessity of improving harvesting technologies and technical means for their implementation was shown. One way to enhance the efficiency of management of harvesting and transport process is to reduce downtime of transport and technological machines (harvesters and vehicles). The authors systematized and structured work time expenditures required for execution of transport operations during harvesting; defined time intervals resulting in downtime of the technological machines and cars; proposed effectiveness evaluation system of combine harvesters and machines performance during harvesting and transportation based on the definition of losses of working hours (delays) because of late placement of vehicle to the harvesting aggregate. The authors' model of harvesters and machines performance effectiveness evaluation is based on the real-time accounting of technological operations and calculation of time spent on each operation. Elimination of mismatching between vehicles and combine harvesters allows increasing productivity of harvesting and transport cycles by 15% and, as a result, reducing harvest time and grain losses.

KEYWORDS: precision farming technologies, harvesting and transportation process, machines performance operation, loss of working hours (delays), grain crops.

**В**ведение  
Применение прецизионной технологии в земледелии и решение вопросов ее гармонизации с процессами управления сельскохозяйственным производством являются перспективным направлением исследований. Точное земледелие можно определить как процесс интегрирования информационных систем с транспортными и технологическими машинами, обеспечивающий дифференцированную обработку отдельных участков поля с учетом неоднородности и плодородия почвы, распространения вредителей, болезней и сорняков и позволяющий максимально рационально организовывать время уборочно-транспортных работ. Развитие технологии точного земледелия способствует созданию основы для экономически высокоэффективного и экологически обоснованного землепользования [19].

Развитию технологий точного земледелия посвящены труды таких ученых, как В.И. Балабанов, М.А. Бурьянов с соавт., Э.В. Жалнин, А.И. Завражнов, А.Ю. Измайлов с соавт., Г.И. Личман с соавт., М.Н. Московский с соавт., Г.А. Окунев с соавт., И.Г. Смирнов с соавт., Е.В. Труфляк с соавт., В.Ф. Федоренко и др. [1, 2, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 18, 19]. Проблемы повышения эффективности совместной работы технологических и транспортных машин при проведении сельскохозяйственных работ решали Г.Г. Маслов с соавт., О.Ф. Савченко с соавт., С.Д. Шепелев и др. [10, 16, 20].

Для получения конечной продукции с наименьшими затратами ресурсов необходима правильно подобранная система машин для всего производственного процесса. В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий используют современную энергонасыщенную и высокопроизводительную технику, которая эксплуатируется на вспашке, лущении, культивации, дисковании, плоскорезной обработке (как отдельно, так и при агрегатировании с различными дополнительными орудиями), а также на различных транспортных работах.

В настоящее время существует множество технологий, позволяющих повысить эффективность уборочно-транспортного процесса. Известна технология с использованием бункера-перегрузчика. В то время как транспортные машины осуществляют перевозки на ток и выгружают зерновой материал, комбайны могут проводить выгрузку зернового материала в бункер-перегрузчик и затем продолжать работать. Вернувшиеся транспортные средства наполняют кузова зерновым материалом из бункера. Сокращаются простои техники, а производительность повышается. Однако использование такой технологии требует закупки дополнительного оборудования, проводить обучение соответствующего обслуживающего персонала [11, 15].

Применение технологии выгрузки «на ходу», т. е. выгрузка зернового материала комбайном во время движения в транспортное средство, позволяет сократить потери времени, но при этом требуется разработка средств, обеспечивающих равномерное движение транспортных и технологических машин и средств для контроля наполняемости бункера. Применение данной технологии ограничено грузоподъемностью транспортных средств и ведет к уплотнению почвы.

Известна технология рукавного хранения зернового материала в пластиковых рукавах, которые устанавливаются непосредственно на полях, создавая вместительные склады. Хранить зерновой материал в рукавах можно в разных климатических зонах в течение продолжительного времени. Технология является относительно новой и имеет ряд преимуществ и недостатков (в частности, отсутствие контроля качества зерна). Сам материал, из которого сделан рукав, требует бережного отношения в целях сохранения герметичности [1, 2].

Прогнозирование жатвенных мероприятий с учетом погодных условий, определение уровня спелости зерновых культур, оценка количества и состояния уборочных машин являются важными параметрами уборочного процесса. Несмотря на ведущиеся разработки системного подхода к комплексной оптимизации процессов уборки, транспортировки и очистки зерна с учетом различных факторов, в настоящее время управление транспортным процессом в изменяющихся условиях реализуется недостаточно оперативно [10, 21].

Для большинства сельскохозяйственных операций, в том числе уборочных, согласованность работ технологических машин с транспортными средствами имеет важное значение. Во время совместной работы технологических машин с транспортными средствами неизбежно возникают простои, которые при уборке зерновых культур могут достигать 20–25% от общего времени работы [22].

Применение информационных технологий позволит устранить указанные недостатки. Простаивая в ожидании выгрузки зернового материала, автомобили и комбайны не выполняют технологические операции, превращаются в зерновые хранилища, усиливая несогласованность в работе транспортных средств, что сказывается на эффективности работ. Своевременное использование потенциала техники и соблюдение требуемых сроков уборки являются важнейшими факторами, обеспечивающими снижение физиологических, технических и технологических потерь зерна [7].

Создание комплексной системы учета затрат времени позволит прогнозировать время подъезда транспортного средства для выгрузки из комбайна и, как следствие, сократить потери рабочего времени машин, а также определить эффективность разрабатываемых инновационных технических средств и технологий.

### **Теоретические основы повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством на основе сокращения простоев комбайнов и транспортных средств**

Рассмотрим технологический процесс производства зерновых культур, который можно разбить на ряд подпроцессов:

- обработка почвы и внесение удобрений;
- посев и уход за ними;
- уборка зерновых культур;
- послеуборочная обработка.

Для реализации технологического процесса производства зерновых культур необходим комплекс машин, выполняющих определенные операции, а для сокращения простоев техники при выполнении каждой сельскохозяйственной операции необходимо формирование системы управления производством по обеспечивающим процессам.

Условно процесс производства зерновых культур можно представить в виде структурно-технологической схемы (рис. 1).

Управление сельскохозяйственным производством может осуществляться соответствующим центром управления. На каждом этапе предусмотрена реализация ряда сельскохозяйственных операций в определенной последовательности (на рисунке этапы обозначены римскими цифрами I, II, III, IV, V и VI).

Информационные потоки, которые поступают в центр приема и обработки данных от датчиков технологических машин и транспортных средств, могут быть представлены в виде схемы (рис. 2).



Рис. 1. Структурно-технологическая схема процесса производства сельскохозяйственных культур (на примере зерновых)

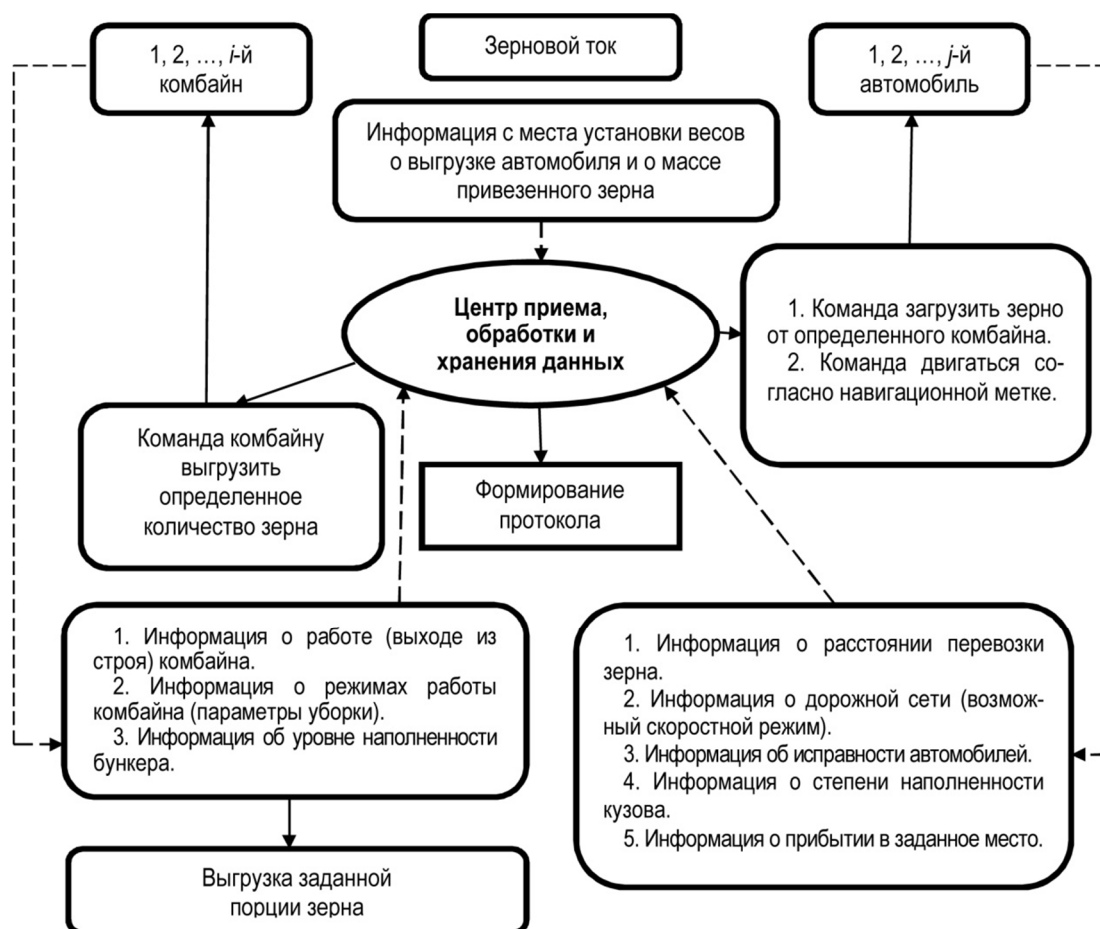


Рис. 2. Схема информационных потоков при контроле и управлении уборочно-транспортными процессами



## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

В центр приема данных с автомобиля поступает информация о степени наполненности кузова и информация о его прибытии. Далее из центра управления водителю поступает команда получить зерновой материал от комбайна с указанием места погрузки. От комбайна в центр управления передается информация о наполненности бункера и о выгрузке зернового материала. Затем на информационные датчики комбайнов подается команда выгрузить определенное количество зерна и фиксируется информация о разгрузке автомобиля и о массе привезенного зерна. Предложенная схема информационных потоков по контролю и управлению уборочно-транспортным процессом с учетом потерь времени на ожидание загрузки транспортными средствами и разгрузки комбайна позволяет систематизировать информацию о потерях времени на каждой технологической операции.

Указанная схема учитывает взаимное расположение комбайна и транспортных средств на местности и позволяет сократить простои техники и повысить их производительность.

### Результаты и их обсуждение

Для определения перспективности рассмотренного подхода по учету затрат времени были проведены хронометражные наблюдения за работой зерноуборочных комбайнов и транспортных средств в производственных условиях (табл. 1).

Таблица 1. Условия проведения экспериментальных исследований

Время уборки	3-я, 4-я декады июля
Тип культуры, сорт	Озимая пшеница, Престиж
Площадь поля	117 га
Тип уборочной техники	Зерноуборочный комбайн базовой комплектации ACROS 580, агрегатированный жаткой Power Stream
Схема движения комбайна	Загонная
Способ транспортировки зернового материала	Прямой
Время работы комбайна	8 часов
Автотранспорт	Среднетоннажный

Исследования проводились на базе предприятия ООО «Маяк» Воронежской области, задачей исследования являлось изучение влияния результатов мониторинга наполняемости бункера комбайна на временные потери из-за простоя единицы техники, оборудованной соответствующим устройством или без него.

Результаты серии хронометражных наблюдений в течение восьмичасовой рабочей смены без учета обеденного перерыва приведены в таблице 2.

Таблица 2. Сводная таблица хронометражных наблюдений, мин.

Параметры	Без устройства мониторинга наполняемости бункера	С устройством мониторинга наполняемости бункера
Общее время наблюдений	510	510
Общее время работы комбайна в загоне	480	480
Общее ожидание подъезда автотранспорта	72	14
Общее время на выгрузку зернового материала	30	32
Общее время работы комбайна без учета простоев	408	466

Как следует из данных таблицы 2, продолжительность работы комбайна без устройства мониторинга наполняемости бункера составила 408 мин., с устройством мониторинга наполняемости – 466 мин. Результаты хронометражных наблюдений по-

казали, что общие простои из-за ожидания уборочно-транспортной техники составили 72 мин., в то время как с использованием устройства для мониторинга наполняемости бункера комбайна потери снизились до 14 мин.

С использованием математических зависимостей определяли производительность комбайна во время уборки: в производственных условиях производительность повысилась с 0,25 до 0,3 га/мин, или на 15% [17].

Таким образом, на базе предложенной методики сельхозтоваропроизводители могут создавать комплексную систему управления процессами сельскохозяйственного производства, определять показатели нагруженности узлов и механизмов сельскохозяйственной техники, периодичность технического обслуживания и ремонта машин, формировать системы управления структурой парка технических средств [3, 4, 5, 23, 24].

### Выводы

1. Предложенная модель оценки эффективности функционирования уборочно-транспортного процесса с учетом потерь времени на ожидание загрузки транспортных средств и разгрузки комбайна должна базироваться на оперативном учете технологических операций и обеспечивать фиксацию затрат времени на каждой технологической операции.

2. Устранение несогласованности работ автомобилей и комбайнов позволяет повысить производительность на этапе уборочно-транспортных циклов на 15%, при этом сокращаются сроки уборки и потери зерна.

3. Для развития информационных технологий при уборке зерновых требуется дальнейшая адаптация модели учета затрат времени для других сельскохозяйственных культур.

### Библиографический список

1. Балабанов В.И. Обзор технологических решений для уборочной техники / В.И. Балабанов // Агротехника и технологии. – 2016. – № 4. – С. 19–21.
2. Бурьянов А.И. Оценка новых нетрадиционных технологий уборки зерновых колосовых культур / А.И. Бурьянов, А.И. Дмитриенко, М.А. Бурьянов // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 12. – С. 16–19.
3. Варнаков Д.В. Теоретические основы концепции технического сервиса машин по фактическому состоянию на основе оценки их параметрической надежности / Д.В. Варнаков, О.Н. Дидманидзе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 2 (57). – С. 67–71.
4. Дидманидзе О.Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О.Н. Дидманидзе, Д.В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2–7.
5. Дидманидзе О.Н. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей / О.Н. Дидманидзе, А.С. Афанасьев, Р.Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 50–55.
6. Жалнин Э.В. Классификация потерь зерна и их оценка / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2014. – № 9. – С. 4–6.
7. 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.
8. Личман Г.И. Интеллектуальное земледелие как дальнейшее развитие идей точного земледелия / Г.И. Личман, И.Г. Смирнов, А.И. Беленков // Нивы Зауралья. – 2015. – № 1 (123). – С. 60–63.
9. Личман Г.И. Смарт фарминг (smartfarming) как дальнейшее развитие идей точного земледелия (precision agriculture) / Г.И. Личман, И.Г. Смирнов // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий : сб. трудов международной науч.-техн. конф. (Россия, г. Москва, 17–18 сентября 2014 г.). – Москва : Всероссийский НИИ механизации сельского хозяйства, 2014. – С. 394–399.
10. Маслов Г.Г. Многоуровневый системный подход к комплексной оптимизации процессов уборки, транспортировки и очистки зерна / Г.Г. Маслов, С.А. Малышев // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 124 (10). – С. 24.
11. Математическая модель определения уровня зерна в бункере комбайна / Е.В. Пухов, В.А. Следченко, М.Г. Тимошинов, С.С. Мешкова // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 3. – С. 20–25.
12. Московский М.Н. Повышение эффективности транспортирующих устройств конвейерного типа при перегрузке семян зерновых / М.Н. Московский, Г.А. Адамян, Р.Г. Косьминин // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4 (38). – Ст. 130.
13. Окунев Г.А. Расчет состава уборочно-транспортных звеньев на уборке зерновых культур : методические указания / Г.А. Окунев, С.П. Маринин. – Челябинск : ФГБОУ ВО ЧГАУ, 2007. – 20 с.

14. Практикум по точному земледелию : учеб. пособие / А.И. Завражнов, М.М. Константинов, А.П. Ловчиков и др. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 224 с.
15. Пухов Е.В. Совершенствование метода контроля веса зерна при уборочных работах / Е.В. Пухов, М.Г. Тимошинов // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 12 (79). – С. 77–86.
16. Савченко О.Ф. Применение информационных технологий в инженерно-технической системе АПК / О.Ф. Савченко, А.В. Шинделов // Вестник НГАУ. – 2013. – № 4 (29). – С. 99–104.
17. Спирин Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента : конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) / Н.А. Спирин, В.В. Лавров ; под общ. ред. проф. д-ра техн. наук Н.А. Спирина. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. – 257 с.
18. Труфляк Е.В. Точное сельское хозяйство: цифровые технологии в АПК / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона : матер. XII Международной науч.-практ. конф., Ставропольский ГАУ, электроэнергетический факультет (Россия, г. Ставрополь, 25–26 мая 2018 г.). – Ставрополь : Изд-во Ставропольского ГАУ, 2018. – Т. 2. – С. 136–138.
19. Федоренко В.Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве : научный аналитический обзор / В.Ф. Федоренко. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 223 с.
20. Шепелев С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах : дис. ... д-ра тех. наук : 05.20.01 / С.Д. Шепелев. – Челябинск, 2010. – 459 с.
21. Цифровое сельское хозяйство (Обзор цифровых технологий сельхозназначения) / А.Ю. Измайлов, З.А. Годжаев., А.П. Гришин, А.А. Гришин, А.А. Дорохов. // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 2 (31). – С. 41–52.
22. A method to assess congestion in various traffic directions / A. Simdiankin, I. Uspensky, L. Belyu, K. Ratnikov // Transportation Research Procedia. – 2018. – Vol. 36. – Pp. 725–731.
23. Aldoshin N. Harvesting *Lupinus albus* axial rotary combine harvesters / N. Aldoshin, O. Didmanidze // Research in Agricultural Engineering. – 2018. – Vol. 64, No. 4. – Pp. 209–214.
24. Didmanidze O.N. The development of the automobile transport in agriculture / O.N. Didmanidze, G.E. Mityagin, A.M. Karev // TAE 2016 – Proceedings of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering. – 2016. – Vol. 6. – Pp. 138–149.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

#### Принадлежность к организации

Евгений Васильевич Пухов – доктор технических наук, зав. кафедрой эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: puma213@yandex.ru.

Владимир Константинович Астанин – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: astanin\_vk@mail.ru.

Виталий Анатольевич Следченко – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: sled-ko@yandex.ru.

Светлана Сергеевна Мешкова – аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: sveta\_meshkova\_55@mail.ru.

Виталий Сергеевич Волков – аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 01.09.2019

Дата принятия к печати 28.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliation

Evgeniy V. Pukhov, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: puma213@yandex.ru.

Vladimir K. Astanin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: astanin\_vk@mail.ru.

Vitaliy A. Sledchenko, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: sled-ko@yandex.ru.

Svetlana S. Meshkova, Postgraduate Student, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: sveta\_meshkova\_55@mail.ru.

Vitaliy S. Volkov, Postgraduate Student, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kafexpl@agroeng.vsau.ru.

Received September 01, 2019

Accepted September 28, 2019

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ ФРАКЦИОННОГО ПНЕВМОСЕПАРАТОРА СЕМЯН

**Александр Иванович Бурков  
Андрей Леонидович Глушков  
Виктор Алексеевич Лазыкин**

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого

Представлены результаты экспериментальных исследований эффективности функционирования двух вариантов пневмосепарирующих каналов фракционного пневмосепаратора, предназначенного для вторичной и окончательной очистки зерновых и зернобобовых культур, семян злаковых и бобовых трав от трудноотделимых примесей, отличающихся по аэродинамическим свойствам. опыты проводили в трехкратной повторности по общепринятым методикам на лабораторной установке фракционного пневмосепаратора при очистке семян яровой пшеницы от легких примесей при номинальной подаче зернового материала в ПСК  $1,74 \pm 0,1$  кг/(с·м) (2,0 т/ч) и одинаковых потерях полноценного зерна в отходы  $5,7 \pm 0,2\%$ . В экспериментах использовали искусственно приготовленную зерновую смесь влажностью 14%, состоящую из семян яровой пшеницы сорта Иргина (95%) и легких примесей (5%), в качестве которых была взята фракция мелкого зерна овса (проход через решето с продолговатыми отверстиями шириной 1,7 мм). Эффективность очистки при использовании базового пневмосепарирующего канала составила 61,4%, удельный расход энергии на процесс пневмосепарации – 0,139 кВт·ч/т, при использовании комбинированного пневмосепарирующего канала – соответственно 79,3% (величина зазора между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой 0,065 м) и 0,064 кВт·ч/т. Таким образом, в результате проведенных исследований эффективности функционирования двух вариантов пневмосепарирующего канала фракционного пневмосепаратора семян установлено, что применение комбинированного пневмосепарирующего канала позволяет повысить эффект очистки от легких примесей на 17,9% и снизить удельный расход энергии на процесс пневмосепарации на 0,075 кВт·ч/т по сравнению с базовым каналом при одинаковых значениях потерь полноценного зерна в отходы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** зерно, вторичная очистка, пневмосепаратор, пневмосепарирующий канал (ПСК), эффект очистки от легких примесей, потери полноценного зерна в отходы, удельный расход энергии.

## COMPARATIVE STUDIES OF THE EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF ASPIRATING CHANNELS OF SEED FRACTIONAL PNEUMATIC SEPARATOR

**Alexandr I. Burkov  
Andrey L. Glushkov  
Viktor A. Lazykin**

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky

The results of experimental studies of the efficiency of functioning of two versions of aspirating channels of fractional pneumatic separator designed for secondary and final purification of grain of grain crops and leguminous crops, as well as of cereal seeds and legume grasses from hard-separable impurities. The versions of aspiration channels of fractional pneumatic separator are based on the difference in aerodynamic properties of seeds. The experiments were carried out in three replications according to conventional techniques on a laboratory setup of a fractional pneumatic separator during spring wheat seeds purification from light impurities at a nominal feed of grain material into the aspirating channel of  $1.74 \pm 0.1$  kg/(s m) (2.0 t/h) and equal losses of full-value grain into bypass of  $5.7 \pm 0.2\%$ . In the experiments, the authors artificially prepared grain mixture with a moisture content of 14%. Grain mixture consisted of the Irgina variety spring wheat seeds (95%) and light impurities (5%). The last-named constituent was represented by a fraction of small grain of oats. Specifically, light impurities were screening through the oblong sieve holes, the size of the width was 1.7 mm. The effectiveness of separation by standard aspirating channel was 61.4% with the specific energy consumption of the process of 0.139 kW h/t, whereas the values of the process of separation by the combined

aspirating channel were 79.3% (gap width between the bottom edge of the solid air-gap segregating baffle board and the support grid is 0.065 m) and 0.064 kW h/t, respectively. The results of comparative studies of the efficiency of functioning of the two versions of aspirating channels of fractional pneumatic seed separator show that the developed designation of combined aspirating channel allows improving the effect of separation from light impurities by 17.9% and reducing specific energy consumption of the process of separation by 0.075 kW h/t as compared to standard aspirating channel given equal losses of full grain into bypass.

KEYWORDS: grain, secondary purification, pneumatic separator, aspirating channel (AC), effect of purification from light impurities, losses of full-value grain into bypass, specific energy consumption.

## Введение

Ворох зерновых культур, поступающий с поля от комбайнов на пункты после уборочной обработки, представляет собой смесь полноценного, мелкого, щуплого и поврежденного зерна основной культуры, семян различных культурных и сорных растений, а также примесей органического и минерального происхождения. Зерновой ворох необходимо как можно быстрее очистить от посторонних примесей, так как даже кратковременная задержка с очисткой вороха снижает качество зерна и увеличивает в последующем объем необходимых работ. Способы очистки и соответствующие сепарирующие органы машин подбирают с учетом физико-механических свойств семян, сорных растений и примесей [15, 16]. На конечной стадии очистки семян для удаления трудноотделимых примесей часто используют различные по конструкции пневмосепараторы [1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 14].

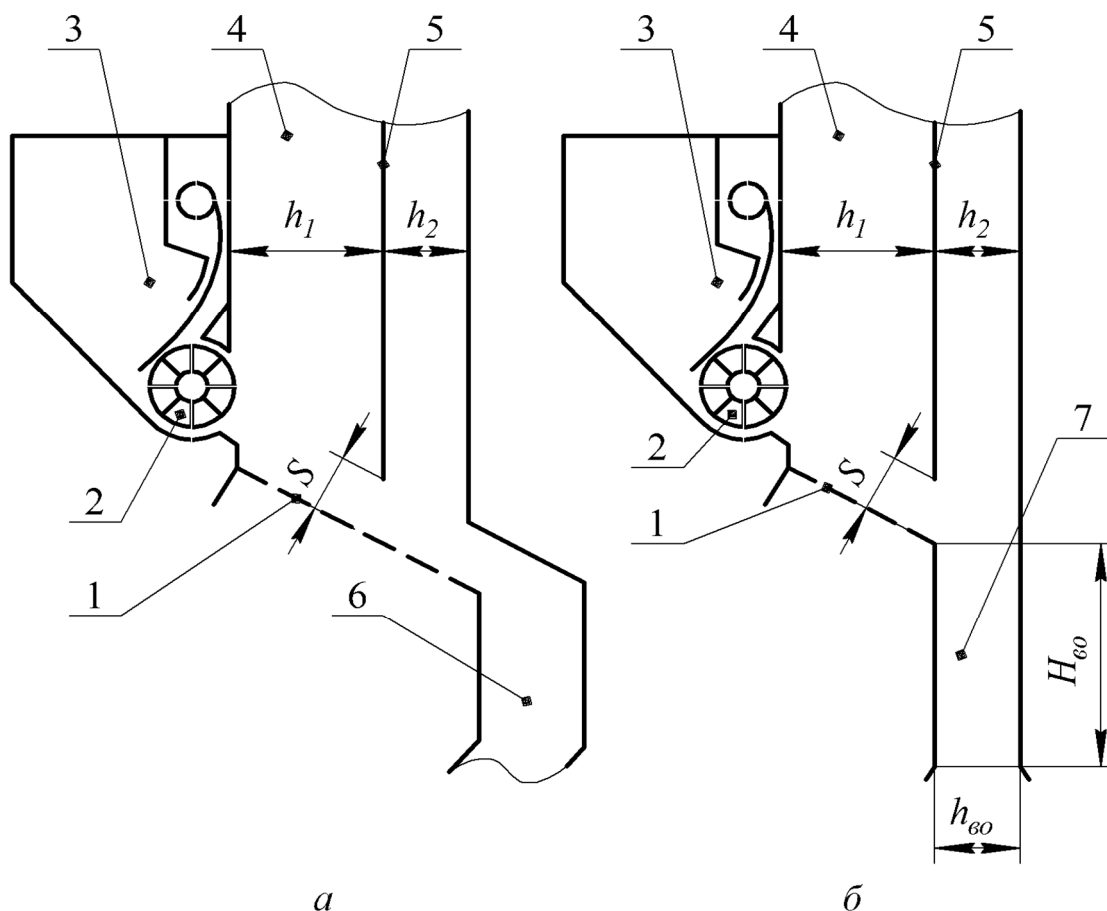


Рис. 1. Схемы пневмосепарирующих каналов фракционного пневмосепаратора семян:  
 а – базовый ПСК фракционного пневмосепаратора семян СП-2Ф (с опорной сеткой в обеих частях канала); б – комбинированный ПСК с опорной сеткой в первой части канала; 1 – опорная сетка; 2 – устройство ввода; 3 – приемный бункер; 4 – пневмосепарирующий канал; 5 – сплошная разделительная перегородка; 6 – устройство вывода тяжелой фракции материала; 7 – всасывающий канал

В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока разработан фракционный пневмосепаратор СП-2Ф, предназначенный для вторичной и окончательной очистки зерна и семян различных сельскохозяйственных культур [4]. Он содержит раму, диаметральный вентилятор, вертикальный пневмосепарирующий канал (ПСК) с опорной сеткой, разделительную и осадочную камеры, инерционный жалюзийно-противоточный пылеуловитель, устройства ввода очищаемого материала, вывода его фракций, регулирования подачи материала и скорости воздушного потока, механизмы привода рабочих органов.

Пневмосепарирующий канал 4 (рис. 1, а) фракционного пневмосепаратора семян СП-2Ф разделен по глубине сплошной перегородкой 5 на две части, а устройство ввода 2 материала расположено на его наружной стороне, что позволяет выделять легкую фракцию в первой части канала и вводить ее в верхние слои воздушного потока разделительной камеры (на рисунке не показана). Во второй части ПСК отсортировываются оставшиеся легкие примеси и более тяжелые частицы (в том числе мелкие, щуплые, дробленые семена основной культуры), которые вводятся в разделительную камеру ниже первого потока. В результате повышается четкость сепарации легких компонентов.

Недостатками сепаратора СП-2Ф являются повышенный расход энергии на процесс сепарации и невысокая эффективность функционирования второй части канала при обработке семенного материала с высокими скоростями витания компонентов. Повышенный расход энергии возникает из-за большого гидравлического сопротивления плотного слоя очищаемого материала и опорной сетки, расположенной в обеих частях ПСК. Недостаточная эффективность функционирования второй части ПСК обусловлена отсутствием возможности устанавливать оптимальные скорости воздушного потока в обеих частях канала одной дроссельной заслонкой, а также малой скважностью зернового потока.

С целью устранения отмеченных недостатков предложено применить комбинированный пневмосепарирующий канал (рис. 1, б), первая часть которого, как и у сепаратора СП-2Ф, снабжена опорной сеткой 1, а вторая часть ее не имеет. Всасывающий канал 7 второй части ПСК сообщен с атмосферой и расположен ниже плоскости опорной сетки 1.

Цель исследований – определить и сравнить показатели рабочего процесса базового и комбинированного пневмосепарирующих каналов фракционного пневмосепаратора семян.

### **Методика эксперимента**

Сравнительные исследования эффективности функционирования базового и комбинированного пневмосепарирующих каналов проводили по общепринятым методикам на экспериментальной установке фракционного пневмосепаратора семян, имеющей ширину проточной части 0,32 м и натуральные размеры в продольно-вертикальной плоскости [3, 7, 9, 12, 13].

Для проведения экспериментов использовали искусственно приготовленную в количестве 15 кг зерновую смесь влажностью 14%, состоящую из семян яровой пшеницы сорта Иргина (95%) и легких примесей (5%), в качестве которых была взята фракция мелкого зерна овса. Подготовку легких примесей и выделение их из фракций выполняли на решетке с продолговатыми прямоугольными отверстиями шириной 1,7 мм.

Вариационные кривые по скорости витания семян пшеницы и мелкого зерна овса, изображенные на рисунке 2, показывают, что при потерях полноценного зерна в отходы порядка 10% можно выделить до 75...80% легких примесей.

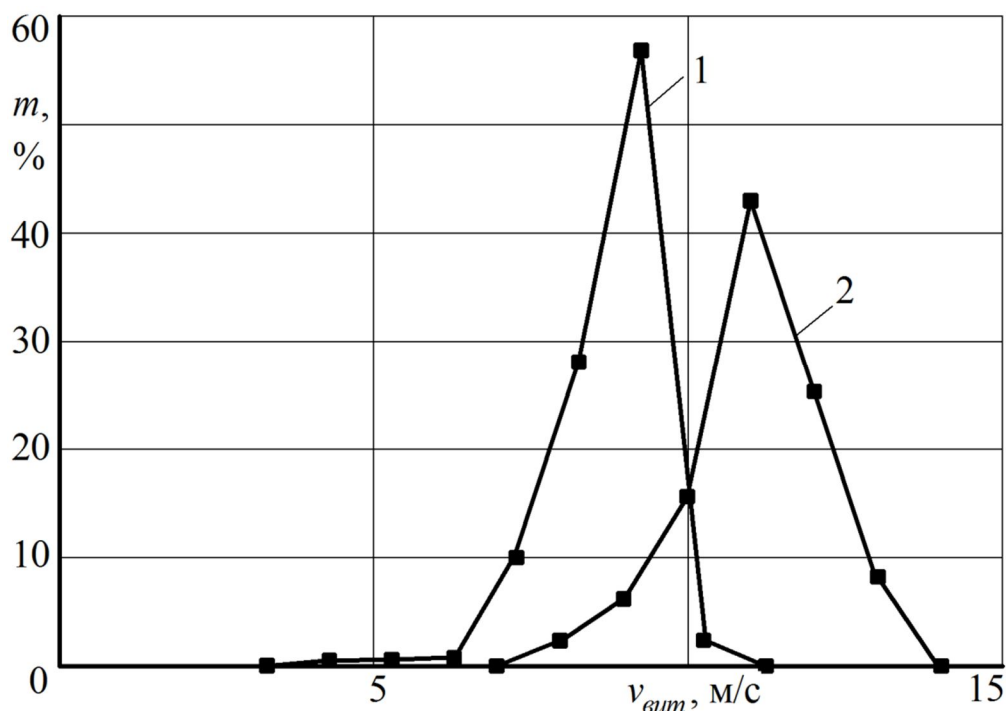


Рис. 2. Вариационные кривые распределения компонентов зерновой смеси по скорости витания  $v_{eum}$ : 1 – мелкий овес; 2 – пшеница

Опыты проводили в трехкратной повторности при номинальной подаче зернового материала в ПСК  $1,74 \pm 0,1$  кг/(с·м) (2,0 т/ч) и одинаковых потерях полноценного зерна в отходы  $5,7 \pm 0,2\%$ .

#### Результаты и их обсуждение

Эффективность функционирования базового ПСК фракционного пневмосепаратора семян СП-2Ф (рис. 1, а) определяли при следующих постоянных конструктивных параметрах:

- глубина первой части канала  $h_1 = 0,21$  м;
- глубина второй части канала  $h_2 = 0,09$  м;
- зазор между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой  $S = 0,10$  м.

Результаты исследования показали, что эффективность очистки от легких примесей при использовании фракционного пневмосепаратора семян с базовым ПСК (с опорной сеткой в обеих частях канала) составляет 61,4% при удельном расходе энергии на процесс пневмосепарации 0,139 кВт·ч/т.

При определении эффективности функционирования фракционного пневмосепаратора семян с комбинированным ПСК (рис. 2, б) анализировали влияние зазора  $S$  между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой на показатели рабочего процесса.

Эксперименты проводили при следующих постоянных конструктивных параметрах ПСК:

- глубина первой части канала  $h_1 = 0,21$  м;
- глубина второй части канала  $h_2 = 0,09$  м;
- глубина всасывающего канала  $h_{eo} = h_2 = 0,09$  м;
- высота всасывающего канала  $H_{eo} = 0,27$  м.

Результаты исследований представлены на рисунке 3.

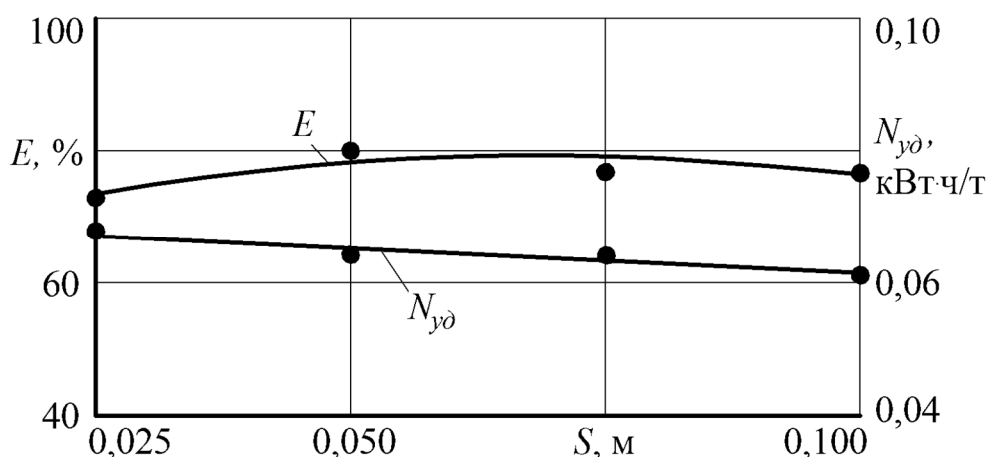


Рис. 3. Зависимости показателей рабочего процесса комбинированного ПСК от зазора  $S$  между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой

Анализ полученных зависимостей показывает, что увеличение зазора  $S$  между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой от 0,025 до 0,065 м приводит к росту эффекта  $E$  очистки от легких примесей на 5,8% (от 73,5 до 79,3%). Дальнейшее увеличение  $S$  до 0,100 м ведет к снижению  $E$  на 2,9% (от 79,3 до 76,4%). Низкое значение эффекта  $E$  очистки от легких примесей при  $S = 0,025$  м объясняется тем, что при данном значении зазора  $S$  наблюдается небольшое сгуживание материала на опорной сетке перед разделительной перегородкой, что приводит к снижению выделения легких примесей в первой части ПСК. Кроме того, материал вводится во вторую часть ПСК более плотным потоком, что также не способствует эффективному выделению оставшихся легких примесей. При увеличении зазора  $S$  до 0,065 м сгуживания материала на опорной сетке перед разделительной перегородкой не наблюдается, увеличивается угол раскрытия потока материала, вводимого во вторую часть ПСК, что, в свою очередь, приводит к уменьшению его плотности и способствует улучшению условий сепарации. При дальнейшем увеличении зазора  $S$  между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой до 0,100 м возрастает вынос полноценного зерна через вторую часть ПСК в разделительную камеру. Поэтому для поддержания потерь полноценного зерна в отходы на одном уровне скорость воздушного потока в ПСК уменьшали, что и привело к незначительному снижению эффекта  $E$  очистки от легких примесей.

Удельный расход энергии  $N_{уд}$  на процесс пневмосепарации при увеличении зазора  $S$  между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой от 0,025 до 0,100 м снижается на 0,008 кВт·ч/т (от 0,067 до 0,061 кВт·ч/т).

Таким образом, проведенные исследования эффективности функционирования комбинированного ПСК фракционного пневмосепаратора семян показали, что максимальный эффект очистки от легких примесей  $E = 79,3\%$  достигается при зазоре между нижней кромкой сплошной разделительной перегородки и опорной сеткой  $S = 0,065$  м, при этом удельный расход энергии  $N_{уд}$  на процесс пневмосепарации при увеличении зазора  $S$  незначительно снижается.

### Выводы

В результате проведенных сравнительных исследований функционирования двух вариантов пневмосепарирующего канала фракционного пневмосепаратора семян установлено, что применение комбинированного ПСК позволяет повысить эффективность очистки от легких примесей на 17,9% и снизить удельный расход энергии на процесс пневмосепарации на 0,075 кВт·ч/т по сравнению с базовым ПСК при одинаковых значениях потерь полноценного зерна в отходы  $5,7 \pm 0,2\%$  и удельной подаче зернового материала  $1,74 \pm 0,1$  кг/(с·м).



## Библиографический список

1. Анискин В.И. Классификация пневмосепараторов зерновых материалов / В.И. Анискин, В.М. Дринча // Достижения науки и техники АПК. – 1993. – № 4. – С. 22–23.
2. Ахламов Ю.Д. Пневматический сепаратор для очистки семян бобовых и злаковых трав / Ю.Д. Ахламов, С.А. Отрошко, А.В. Шевцов // Кормопроизводство. – 2011. – № 10. – С. 45–46.
3. Бурков А.И. Разработка и совершенствование пневмосистем зерноочистительных машин / А.И. Бурков. – Киров : ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2016. – 380 с.
4. Бурков А.И. Фракционный пневматический сепаратор семян СП-2Ф / А.И. Бурков, В.А. Лазыкин // Сельский механизатор. – 2016. – № 3. – С. 4–7.
5. Влияние конструкции канала второй аспирации на показатели работы машины ОЗФ-80 / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.А. Сундеев, Н.Н. Николенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 10. – С. 7–9.
6. Галкин В.Д. Вибропневмосепаратор семян с усовершенствованной декой / В.Д. Галкин, К.А. Грубобов // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 4. – С. 12–13.
7. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж : НПО «Модэк», 2006. – 382 с.
8. Жолобов Н.В. Ресурсосберегающий пневмосепаратор / Н.В. Жолобов, Б.Ю. Блинов, К.В. Маишев // Сельский механизатор. – 2013. – № 6. – С. 12–15.
9. Завалишин Ф.С. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф.С. Завалишин, М.Г. Мацнев. – Москва : Колос, 1982. – 231 с.
10. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахиев. – Казань : Слово, 2009. – 104 с.
11. Конышев Н.Л. Разработка и совершенствование технологических линий и технических средств послеуборочной обработки зерна и семян трав / Н.Л. Конышев ; под общ. ред. Н.Л. Конышева. – Киров : ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока», 2018. – 348 с.
12. Кошурников А.Ф. Основы научных исследований : учеб. пособие / А.Ф. Кошурников. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2014. – 317 с.
13. Пономарев А.Б. Методология научных исследований : учеб. пособие / А.Б. Пономарев, Э.А. Пикулева. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 186 с.
14. Разработка и совершенствование малогабаритных пневмосепараторов с замкнутым циклом воздушного потока : монография / В.Е. Саитов, В.Г. Фарафонов, А.Н. Суворов, Д.В. Григорьев. – Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2012. – 209 с.
15. Aldoshin N. Harvesting *Lupinus albus* axial rotary combine harvesters / N. Aldoshin, O. Didmanidze // Research in Agricultural Engineering. – 2018. – Vol. 64, No. 4. – Pp. 209–214.
16. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester / N. Aldoshin, O. Didmanidze, N. Lylin, M. Mosyakov // Engineering for Rural Development : Proceedings of 18th International Scientific Conference (Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Engineering, Jelgava, May 22-24, 2019). – 2019. – Vol. 18. – Pp. 100–104. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N110.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Иванович Бурков – доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией зерно- и семяочистительных машин ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Россия, г. Киров, e-mail: burkov.46@mail.ru.

Андрей Леонидович Глушков – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории зерно- и семяочистительных машин ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Россия, г. Киров, e-mail: glandrey@yandex.ru.

Виктор Алексеевич Лазыкин – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории зерно- и семяочистительных машин ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», Россия, г. Киров, e-mail: ellestar@bk.ru.

Дата поступления в редакцию 23.08.2019

Дата принятия к печати 28.09.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexandr I. Burkov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Grain and Seed Cleaning Machines, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov, e-mail: burkov.46@mail.ru.

Andrey L. Glushkov, Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Grain and Seed Cleaning Machines, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov, e-mail: glandrey@yandex.ru.

Viktor A. Lazykin, Candidate of Engineering Sciences, Researcher, Laboratory of Grain and Seed Cleaning Machines, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Russia, Kirov, e-mail: ellestar@bk.ru.

Received August 23, 2019

Accepted September 28, 2019

## АНАЛИЗ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ В УСЛОВИЯХ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ТРЕНИЯ

Сергей Юрьевич Жачкин<sup>1</sup>  
Евгений Васильевич Пухов<sup>2</sup>  
Григорий Игоревич Трифонов<sup>3</sup>  
Ян Викторович Комаров<sup>3</sup>  
Кирилл Викторович Загоруйко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет

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

<sup>3</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)  
Министерства обороны Российской Федерации

Основной причиной эксплуатационных отказов машин и механизмов в агропромышленном комплексе является износ и повреждение рабочих поверхностей деталей. В настоящее время самыми распространенными устройствами, используемыми для транспортировки абразивных (зерновых) смесей в сельском хозяйстве, являются шнековые транспортирующие конвейеры. Шнековые транспортеры используются в сложных условиях (например, непрерывная работа, транспортировка абразивных материалов, работа в условиях низких температур), возникающих в том числе и при транспортировке различных зерновых смесей. Главную роль при транспортировке выполняет сложнопрофильная деталь – шнек. С учетом высокой стоимости детали вопросы аналитической оценки износостойкости рабочей (винтовой) поверхности шнека после газотермической обработки приобретают все большую актуальность. Проанализированы факторы и критерии износа функционального покрытия винтовой поверхности шнека транспортирующего конвейера. Рассмотрено силовое воздействие на абразивную частицу материала (зерна) при его транспортировке рабочей областью конвейера. Проведена аналитическая и математическая оценка износостойкости функционального покрытия в условиях абразивного изнашивания сложнопрофильной поверхности шнека. Разработаны расчетные уравнения интенсивности изнашивания при упругом контакте, при пластическом контакте, при усталостном разрушении, а также при микрорезании. Проанализированы и усовершенствованы расчетные формулы, применяемые для определения весовой, линейной и энергетической интенсивности изнашивания в условиях повышенного абразивного износа. Учтены удельные характеристики весового и линейного износа рабочей поверхности шнека. Поскольку в данной работе рассматривается абразивное изнашивание функционального (износостойкого) покрытия шнека, то при математическом моделировании была учтена такая физико-механическая величина, как модуль Юнга, который выражен посредством коэффициентов Ламе, интерпретированных для функционального покрытия, нанесенного газотермическим методом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: износ, интенсивность изнашивания, шнек, абразив, деталь, трение, покрытие.

## ANALYSIS OF WEAR RESISTANCE OF FUNCTIONAL COATING IN CONDITIONS OF ABRASIVE WEAR OF GEOMETRICALLY COMPLICATED FRICTION PART

Sergey Yu. Zhachkin<sup>1</sup>  
Evgeniy V. Pukhov<sup>2</sup>  
Grigoriy I. Trifonov<sup>3</sup>  
Yan V. Komarov<sup>3</sup>  
Kirill V. Zagoruyko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Technical University

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

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

The root cause of operational failures of machines and mechanisms used in Agro-Industrial Complex are wear and damage of the working surfaces of different parts. Currently, the most common devices used for the transportation of

abrasive (grain) mixtures in agriculture are screw transporting conveyors. Screw conveyors are used in difficult conditions (continuous operation, transportation of abrasive materials, operation at low temperatures) appearing in particular during transportation of various grain mixtures. The main load during transportation is accounted for the screw having the form of complicated friction part. Due to high cost of the detail, the issues of an analytical estimation of wear resistance of a working (spiral) surface of the screw after gas-thermal spraying are coming into ascendance. The authors discussed the factors and criteria of the wearing process of functional coating of spiral surface of the screw of transporting conveyor, as well as force effect on the abrasive particle of the material (grain) during its transportation by the working area of the conveyor. The authors also carried out analytical and mathematical estimation of wear resistance of functional coating in conditions of abrasive wear of complicated surface of friction part; developed design equation of wear intensity at elastic contact, at plastic contact, at fatigue failure, and at micro-cutting; analyzed and upgraded formulas used for determining mass, linear and energetical wear rate in conditions of increased abrasive wear taking into account specific characteristics of mass and linear wear rate of the working surface of the screw. Since in the paper the authors discussed abrasive wear of the functional (wear-resistant) coating of the screw, at the mathematical modeling they took into account such a physical and mechanical parameter as the Young's modulus, which was expressed by means of the Lamé's constants interpreted for the functional coating applied by the gas-thermal method.

KEYWORDS: wear, wear intensity, screw, abrasive, part, friction, coating.

**В** настоящее время самыми распространенными устройствами для транспортировки абразивных смесей являются шнековые транспортирующие конвейеры, которые активно применяются в агропромышленном комплексе [9]. Мощные шнековые транспортеры используются в сложных условиях (например, непрерывная работа, транспортировка абразивных материалов, работа в условиях низких температур и др.), возникающих в том числе и при транспортировке различных зерновых смесей [4]. Достаточно сложные условия эксплуатации приводят к изменению эксплуатационных свойств, ухудшению технического состояния рабочих узлов конвейера и появлению неисправностей, которые выражаются в изменении первоначальных форм, массы и механических свойств.

Из анализа опубликованных научных работ [11, 13, 21] следует, что основным видом изнашивания шнеков транспортирующих конвейеров является абразивное. Это связано с тем, что рабочая (винтовая) поверхность шнека при эксплуатации контактирует с зерном, что приводит к активному абразивному изнашиванию (рис. 1). При этом возникает высокая степень концентрации контактных напряжений, и поверхностный слой шнека подвергается интенсивному разрушению.

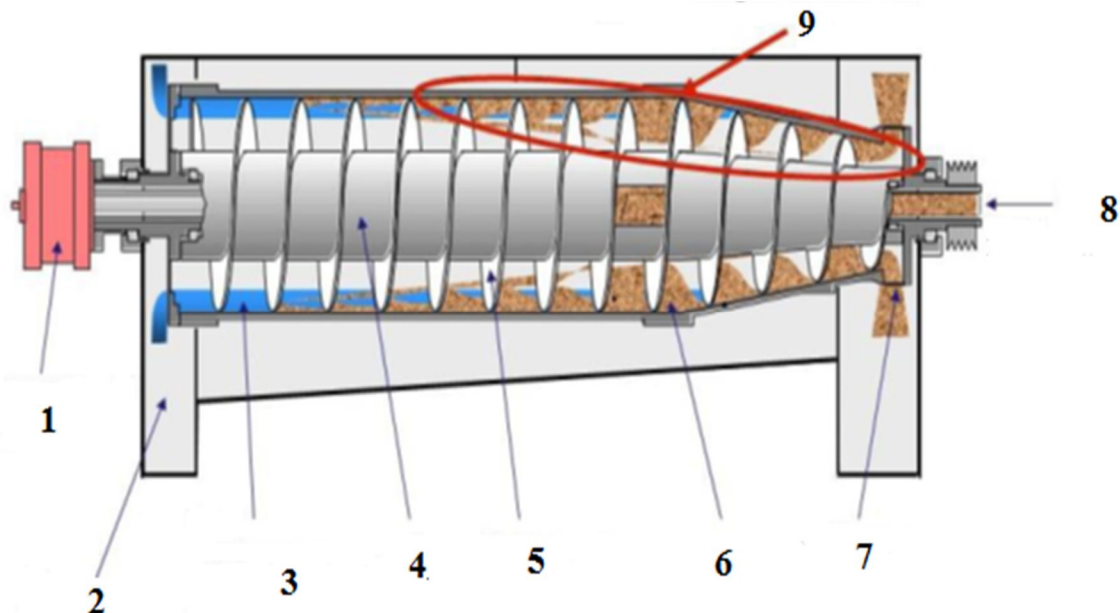


Рис. 1. Распределение абразива и области наибольшего износа шнека:  
 1 – планетарный редуктор; 2 – выход фильтра; 3 – пруд-скопление транспортируемого продукта; 4 – тело шнека; 5 – лопасти шнека;  
 6 – зона концентрации абразивного материала; 7 – выход твердой фазы;  
 8 – вход продукта; 9 – область наибольшего износа

В условиях интенсивной эксплуатации шнековых конвейеров особое значение приобретает оперативное и качественное восстановление его рабочих поверхностей. Как показывает анализ научных работ [12, 15–17, 22], одной из наиболее эффективных технологий восстановления поверхностей деталей является плазменное напыление.

Целью проведенных исследований являлся анализ особенностей абразивного износа винтовой поверхности шнека транспортирующего конвейера после нанесения газотермическим методом функционального покрытия.

Установлено, что на срок эксплуатации шнека и его производительность значительное влияние оказывает транспортируемый груз. В агропромышленном комплексе, как правило, роль транспортируемого груза выполняет зерновая смесь. Зерно имеет высокую засоренность, поскольку транспортируется с поля вместе с различными примесями как органического, так и минерального происхождения. Причем количество примесей изменяется в широких пределах – 8–18% [5]. Это влечет за собой снижение производительности, повышение износа, расхода топлива и, как следствие, рост издержек производства.

Рассмотрим процесс транспортировки абразивной смеси и факторы, влияющие на износостойкость шнека винтового конвейера. Выполним математический анализ движения элементарной абразивной частицы по поверхности шнека.

Во время перемещения элементарной абразивной частицы по шнеку транспортирующего винтового конвейера на нее воздействуют определенные силы (рис. 2) [9].

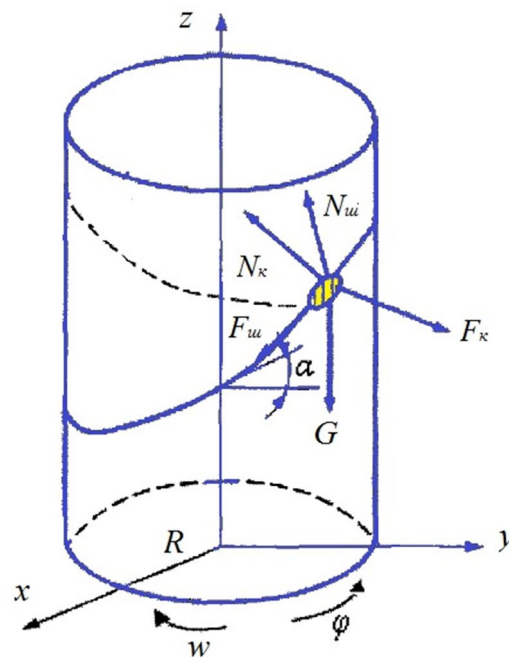


Рис. 2. Схема сил, действующих на абразивную частицу

Как видно из приведенной схемы, на абразивную частицу транспортируемой зерновой смеси (рис. 2) действуют сила трения частицы о стенку кожуха  $F_{\kappa}$ , сила трения частицы о винтовую поверхность шнека  $F_{ш}$  и сила веса частицы  $G$ . Для определения величины приведенных сил трения воспользуемся следующими выражениями [11]:

$$\begin{aligned} F_{\kappa} &= N_{\kappa} \times f_{\kappa} \quad ; \\ F_{ш} &= N_{ш} \times f_{ш} \quad , \end{aligned} \tag{1}$$

где  $N_{\kappa}$  – нормальная реакция со стороны стенки кожуха шнека, Н;  
 $N_{ш}$  – нормальная реакция со стороны винтовой поверхности шнека, Н;  
 $f_{\kappa}$  – коэффициент трения зерна о стенку кожуха;  
 $f_{ш}$  – коэффициент трения материала о шнек.

Время  $t$ , за которое абразивная частица достигает установившегося движения внутри конвейера, тем меньше, чем больше угловая скорость шнека  $w$  и коэффициент трения абразивной частицы о стенку кожуха  $f_k$  [2]. При увеличении коэффициента трения материала о винтовую поверхность шнека  $f_{uu}$  и угла подъема винтовой линии  $\alpha$  указанное время возрастает

$$\begin{aligned} &\downarrow t, \dots, f_k \uparrow, w \uparrow ; \\ &\uparrow t, \dots, f_{uu} \uparrow, \alpha \uparrow . \end{aligned} \quad (2)$$

Кроме того, для более полного описания картины силового воздействия на абразивную частицу зернового материала учитывают центробежную силу, которая перемещает зерновую смесь к периферии винтовой поверхности шнека. Причем при малых показателях величины центробежной силы  $F_u$  винтовой конвейер недостаточно эффективен. Следовательно, условие нормального функционирования конвейера с учетом  $F_u$  запишется как

$$F_{uu} \leq F_u . \quad (3)$$

Абразивный износ является главной причиной разрушения и деформации конструкции шнека винтового конвейера. В ходе перемещения зерновой абразивной смеси твердые частицы прижимаются к винтовой поверхности шнека, что приводит к износу поверхности в процессе эксплуатации. Также причинами интенсивного износа рабочей поверхности шнека является высокая концентрация абразивных частиц в зерновой смеси, недостаточный уровень защиты лопастей шнека от износа. Износ, вызванный абразивным воздействием твердых частиц, влияет на производительность и срок службы винтового конвейера в целом [1].

Для оценки износостойкости функционального покрытия, нанесенного газотермическим методом, необходимо знать интенсивность распространения абразивного изнашивания в процессе эксплуатации.

Интенсивность абразивного изнашивания при упругом контакте абразивной смеси с покрытием, полученным плазменным напылением, определяется по формуле (4) [6]

$$I_1 = \frac{c_1 p (1 - v^2)}{E} , \quad (4)$$

где  $c_1$  – константа шероховатости;

$p$  – контурное удельное давление, Н/м<sup>2</sup>;

$v$  – коэффициент Пуассона;

$E$  – модуль Юнга, Н/м<sup>2</sup>.

Поскольку в данной работе рассматривается абразивное изнашивание функционального (износостойкого) покрытия шнека, то следует учитывать, что в уравнениях, описывающих закон Гука, модуль Юнга может быть записан с учетом коэффициентов Ламе  $\lambda$  и  $\mu$  при плазменном напылении функциональных покрытий [14]:

$$\lambda = \frac{Ev}{(1+v)(1-2v)} ; \quad \mu = \frac{E}{2(1+v)} . \quad (5)$$

С учетом коэффициентов Ламе  $\lambda$  и  $\mu$  формула (4) примет следующий вид:

$$I_1 = \frac{c_1 p (1 - v^2)}{2 \mu (1 + v)} . \quad (6)$$

При этом контурное удельное давление определяется по формуле (7) [21]

$$p = \frac{1,4HB^2(1-\nu^2)^4}{\Delta^2 E^4}, \quad (7)$$

где  $HB$  – твердость по Бринеллю, кгс/мм<sup>2</sup>;

$\Delta$  – комплексная характеристика шероховатости (учитывает остроту выступов и распределение шероховатого нанесенного функционального слоя по высоте профиля).

В итоге расчетное уравнение для определения величины изнашивания при упругом контакте можно представить в следующем виде:

$$I_1 = 0,0875 \frac{c_1 HB^2 (1-\nu^2)^5}{\Delta^2 \mu^4 (1+\nu)^4}. \quad (8)$$

Интенсивность абразивного изнашивания при пластическом контакте определяется по формуле (9) [10]

$$I_2 = \frac{c_2 P}{HB}. \quad (9)$$

Преобразуем уравнение (9) с учетом коэффициентов Ламе  $\lambda$  и  $\mu$

$$I_2 = \frac{1,4c_2 HB(1-\nu^2)^4}{\Delta^2 \mu^4 (1+\nu)^4}, \quad (10)$$

где  $c_2$  – константа шероховатости (характеризует поверхность).

Интенсивность абразивного изнашивания, основанная на закономерности усталостного разрушения, в общем виде определяется по формуле (11)

$$I_3 = \frac{4i_h A_r}{\pi A_a}, \quad (11)$$

где  $A_a$  – номинальная площадь контакта, мкм<sup>2</sup>;

$A_r$  – фактическая площадь контакта, мкм<sup>2</sup>;

$i_h$  – удельная интенсивность изнашивания.

Интенсивность абразивного изнашивания при микрорезании определяется по формуле (12) [21]

$$I_4 = \frac{h_0 k n_a}{A_r} \times 10^{-6}, \quad (12)$$

где  $h_0$  – глубина внедрения частиц, мкм;

$k$  – ширина царапания, мкм;

$n_a$  – усредненное число частиц, участвующих в процессе износа.

Так как абразивному износу преимущественно подвергается винтовая поверхность шнека, то уравнение площади контакта запишется как

$$A_r = \left[ R\sqrt{R^2+h} + h^2 \ln \left( \frac{R + \sqrt{R^2+h^2}}{h} \right) \right] \times \pi \times m - F_v, \quad (13)$$

где  $R$  – внешний радиус шнека, мкм;

$h$  – шаг винтовой линии;

$m$  – количество витков шнека, шт.;

$F_v$  – площадь винтовой поверхности без функционального покрытия, мкм<sup>2</sup>.

С учетом уравнения (13) формулы (11) и (12) могут быть представлены в следующем виде:

$$I_3 = \frac{4i_h \times \left[ R\sqrt{R^2 + h} + h^2 \ln \left( \frac{R + \sqrt{R^2 + h^2}}{h} \right) \right] \times \pi \times m - F_v}{\pi A_a}; \quad (14)$$

$$I_4 = \frac{h_0 k}{\left[ R\sqrt{R^2 + h} + h^2 \ln \left( \frac{R + \sqrt{R^2 + h^2}}{h} \right) \right] \times \pi \times m - F_v} \times 10^{-6}.$$

В соответствии с ГОСТ 50740-95 и ГОСТ 30479-97 интенсивность изнашивания определяется как отношение значения износа к обусловленному пути, на котором происходит изнашивание, или объему выполненной работы [7, 8].

Весовая интенсивность изнашивания может быть определена по формуле (15) [3]

$$I_5 = \frac{G_0}{L}, \quad (15)$$

где  $G_0$  – масса изношенного материала, г;

$L$  – путь трения, мкм.

Поскольку предметом исследования является шнек винтового конвейера, то путь трения  $L$  абразивных частиц вдоль рабочей (винтовой) поверхности выражается как

$$L = 2\pi Rn, \quad (16)$$

где  $n$  – количество оборотов шнека.

После преобразования формула (15) примет следующий вид:

$$I_5 = \frac{G_0}{2\pi Rn}. \quad (17)$$

Линейная интенсивность изнашивания будет определяться по формуле (18)

$$I_6 = \frac{m_0}{2\pi Rn}, \quad (18)$$

где  $m_0$  – толщина слоя функционального покрытия, снятого с площади фактического контакта  $A$ , при ее однократном воспроизведении, мкм.

Помимо перечисленных видов интенсивности абразивного изнашивания существует энергетическая интенсивность изнашивания, которая определяется по формуле (19) [20]

$$I_7 = \frac{V}{A}, \quad (19)$$

где  $V$  – объем изношенного материала, мкм<sup>3</sup>;

$A$  – работа трения, Дж.

Кроме того, интенсивность абразивного изнашивания характеризуется такими удельными характеристиками, как весовой износ  $i_0$  и линейный износ  $i_1$ , которые определяются по формуле (20):

$$i_0 = \frac{G_0}{2\pi Rn \times \left[ R\sqrt{R^2 + h} + h^2 \ln \left( \frac{R + \sqrt{R^2 + h^2}}{h} \right) \right] \times \pi \times m - F_v},$$

$$i_1 = \frac{V_v}{d \times \left[ R\sqrt{R^2 + h} + h^2 \ln \left( \frac{R + \sqrt{R^2 + h^2}}{h} \right) \right] \times \pi \times m - F_v},$$
(20)

где  $V_v$  – объем отделившегося функционального покрытия при перемещении на длину, равную диаметру пятна касания, мкм<sup>3</sup>;

$d$  – диаметр единичного пятна касания, мкм.

Приведенные критерии интенсивности износа функционального покрытия винтовой поверхности шнека определяются механизмом износа в рамках определенной теории износа [18, 19]. При проведении расчетов интенсивности изнашивания по разработанным расчетным уравнениям необходимо учитывать не только возникающий в процессе трения контакт, но и вид изнашивания.

В работах И.В. Крагельского с соавт., А.В. Чичинадзе с соавт., С.Ю. Жачкина с соавт. были классифицированы возникающие при трении контакты (упругий, пластический, микрорезание, адгезионное взаимодействие, когезионный отрыв), а также показано, что вид контакта определяется свойствами взаимодействующих материалов [18, 19, 23]. В реальных условиях могут иметь место несколько видов изнашивания, поэтому следует установить ведущий вид, лимитирующий долговечность, и отделить его от остальных, сопутствующих, незначительно влияющих на работоспособность.

### Выводы

Выполнен анализ критериев износа функционального покрытия винтовой поверхности шнека транспортирующего конвейера.

Рассмотрено силовое воздействие на абразивную частицу зерновой смеси при ее перемещении по шнеку транспортирующего винтового конвейера.

Проведена аналитическая оценка износостойкости функционального покрытия в условиях абразивного изнашивания сложнопрофильной детали трения, в частности, разработаны расчетные уравнения интенсивности изнашивания при упругом контакте, при пластическом контакте, при усталостном разрушения и при микрорезании.

Усовершенствованы расчетные формулы по определению весовой, линейной и энергетической интенсивности изнашивания в условиях абразивного износа. В полученных зависимостях определены удельные характеристики весового и линейного износа шнека.



### Библиографический список

1. Адигамов К.А. Транспортирование материалов вертикальным шнековым конвейером : монография / К.А. Адигамов, Г.В. Черненко, С.Н. Байбара. – Шахты : ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2012. – 96 с.
2. Байбара С.Н. Обоснование параметров однозаходового вертикального шнекового конвейера : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / С.Н. Байбара. – Шахты, 2008. – 22 с.
3. Бартенев Г.М. Трение и износ полимеров / Г.М. Бартенев, В.В. Лаврентьев. – Ленинград : Химия, 1972. – 240 с.
4. Бороховский Л.А. Проектирование предприятий по хранению и переработке зерна / Л.А. Бороховский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1971. – 383 с.
5. Бутковский В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств : учебник / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – Москва : Интерграф сервис, 1999. – 470 с.
6. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков / Б.М. Гевко. – Львов : Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1986. – 128 с.
7. ГОСТ 30479-97. Обеспечение износостойкости изделий. Методы установления предельного износа, обеспечивающего требуемый уровень безопасности. Общие требования. – Введ. 1998–07–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1997. – 12 с.
8. ГОСТ 50740-95. Триботехнические требования и показатели. Принципы обеспечения. Общие положения. – Введ. 1996–01–01. – Москва : Госстандарт России, 1995. – 11 с.
9. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры / А.М. Григорьев. – Москва : Машиностроение, 1972. – 184 с.
10. Зотов Б.Н. Расчет характеристик шнеков постоянного и переменного шага / Б.Н. Зотов // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2015. – № 3. – С. 29–40.
11. Комбалов В.С. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов : справочник / В.С. Комбалов ; под ред. К.В. Фролова, Е.А. Марченко. – Москва : Машиностроение, 2008. – 383 с.
12. Леонов С.Л. Моделирование износа наплавленных поверхностей деталей / С.Л. Леонов, А.А. Ситников, М.Е. Татаркин // Ползуновский альманах. – 2012. – № 1. – С. 228–229.
13. Овчинникова Т.В. Результаты экспериментальных исследований влияния шага шнека и скорости воздушного потока на производительность и суммарную мощность привода пневмовинтовой установки / Т.В. Овчинникова, П.И. Павлов // Научное обозрение. – 2015. – № 8. – С. 10–13.
14. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование / А.Ф. Ильющенко, А.И. Шевцов, В.А. Оковитый, Г.Ф. Громыко. – Минск : Издательский дом «Беларусская наука», 2011. – 357 с.
15. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления : учеб. пособие по курсу «Технология конструкций из металлокомпозитов» / А.Ф. Пузряков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 360 с.
16. Пухов Е.В. Анализ методов обновления, списания и планирования сервисного обслуживания транспортных и технологических машин / Е.В. Пухов, Д.В. Овсянников, М.Г. Тимошинов, Е.А. Горбунов // Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в различных режимах движения : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 115 годовщине со дня рождения профессора Харитончика Ефима Мироновича. Редколлегия: Н.И. Бухтояров, В.А. Гулевский, В.И. Оробинский ; под общей редакцией О.И. Поливаева, О.М. Костикова, А.В. Божко. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. 1. – С. 366–372.

17. Пухов Е.В. Анализ технологии восстановления деталей термическими методами / Е.В. Пухов, К.В. Загоруйко // Проблемы развития технологий создания, сервисного обслуживания и использования технических средств в агропромышленном комплексе : матер. международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 15–16 ноября 2017 г.) ; под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского. – Воронеж : ФГБОУ ВО ВГАУ, 2017. – Ч. 1. – С. 355–361.

18. Трение, изнашивание и смазка : справочник : в 2 кн. / В.В. Алисин, А.Я. Алябьев, А.М. Архаров и др. ; под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина. – Москва : Машиностроение, 1978. – Кн. 1. – 400 с.

19. Трение, износ и смазка (Трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – Москва : Машиностроение, 2003. – 575 с.

20. Трение и износ материалов на основе полимеров / В.А. Белый, А.И. Свириденко, М.И. Петровец, В.Г. Савкин. – Минск : Наука и техника, 1976. – 432 с.

21. Трифонов Г.И. Абразивный износ и факторы, определяющие износостойкость рабочих поверхностей шнеков транспортирующих конвейеров / Г.И. Трифонов // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации – современные концепции» (Россия, г. Москва, 6 марта 2019 г.) ; отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва : Изд-во Инфинити, 2019. – Т. 1. – С. 121–125.

22. Трифонов Г.И. Оценка интенсивности абразивного износа плазменного покрытия / Г.И. Трифонов, С.Ю. Жачкин, С.Н. Шарифуллин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 10. – С. 41–43.

23. Трифонов Г.И. Расчетные методы оценки абразивного износа плазменного покрытия винтовой поверхности детали / Г.И. Трифонов, С.Ю. Жачкин // Приложение к журналу. Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. – 2018. – Т. 23, № 122. – С. 294–298.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Сергей Юрьевич Жачкин – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: zhach@list.ru.

Евгений Васильевич Пухов – доктор технических наук, зав. кафедрой эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: puma231@yandex.ru.

Григорий Игоревич Трифонов – младший научный сотрудник 12 отдела ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Воронеж, e-mail: trifonov\_gi@mail.ru.

Ян Викторович Комаров – кандидат технических наук, командир взвода (научного) – младший научный сотрудник роты (научной) ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Воронеж, e-mail: yaniks88@bk.ru.

Кирилл Викторович Загоруйко – аспирант кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kir835@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 05.08.2019

Дата принятия к печати 15.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Sergey Yu. Zhachkin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Automated Production Equipment and Machinery, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, e-mail: zhach@list.ru.

Evgeniy V. Pukhov, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: puma213@yandex.ru.

Grigoriy I. Trifonov, Junior Researcher, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: trifonov\_gi@mail.ru.

Yan V. Komarov, Candidate of Engineering Sciences, Scientific Platoon Commander, Junior Researcher at the Scientific Company, Military Educational and Scientific Center of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: yaniks88@bk.ru.

Kirill V. Zagoruyko, Postgraduate Student, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kir835@yandex.ru.

Received August 05, 2019

Accepted September 15, 2019

## ВЛИЯНИЕ ОЗОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕРНА

Иван Васильевич Баскаков

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Вредители зерна наносят значительный вред сельскому хозяйству, так как в результате их жизнедеятельности уничтожается значительная часть урожая зерновых культур. В настоящее время для борьбы с вредителями используют инсектициды, которые не только загрязняют окружающую среду, но и требуют особых условий производства, хранения и транспортировки. Кроме того, в обрабатываемом материале задерживается часть вредных для человека ядохимикатов. В связи с этим исследования альтернативных методов дезинфекции являются актуальными. Одним из наиболее прогрессивных способов обработки зерна является процесс озонирования. Ученым удалось доказать эффективность применения озона в качестве дезинфицирующего средства. Однако практические рекомендации по использованию газа при обработке зерна крайне скудны. Поэтому целью исследований было выявить режимы проведения дезинфекции, которые позволят эффективно уничтожить наиболее распространенных вредителей зерна, а именно амбарного долгоносика и зерновой моли. При проведении исследований зерно вместе с насекомыми помещали в герметичную стеклянную емкость объемом 5 л, имеющую входные и выходные штуцеры. Концентрацию озона в подаваемой озонозодушной смеси варьировали от 5 до 15 мг/м<sup>3</sup> в зависимости от режима работы озонатора и времени обработки. Расход агента составлял 1,0 м<sup>3</sup>/ч. Обработка длилась в течение часа при температуре окружающего воздуха +25°С. Результаты исследования показали, что часовая озонная обработка при концентрации газа 5–15 мг/м<sup>3</sup> уничтожает 86,1% амбарного долгоносика и 90,5% зерновой моли, при этом выжившие особи теряют свою активность, т. к. поражаются озоном. Использование озонозодушной смеси для дезинфекции зерна позволит снизить объем производства инсектицидов, сократить затраты на транспортировку и хранение ядохимикатов, улучшить экологическую обстановку в сельском хозяйстве, уменьшить себестоимость производства сельскохозяйственной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерно, зерновой ворох, зараженность, зерновые вредители, озон, озонирование, дезинфекция.

## GRAIN OZONOUS TREATMENT AND ITS INFLUENCE ON STORED-GRAIN PESTS AND INSECTS

Ivan V. Baskakov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Stored-grain pests and insects cause significant harm to agriculture, because they destroy crops and carry diseases. Currently, agricultural specialists use insecticides to control pests. Such chemical substances not only pollute the environment, but also require special precautions during production, storage and transportation. In addition, a certain portion of harmful to health and environment components of pesticides reserve in the grain after harvesting. In this regard, studies on alternative methods of disinfection become topical. The most advanced method of grain treatment is the process of ozonation. Scientists both in Russia and abroad were able to prove the effectiveness of ozone as a disinfectant. However, practical recommendations on the use of gas in grain processing are extremely scarce. Therefore, the research was devoted to identification of operation disinfection practices effectively destroying the most common pests of grain, namely granary weevil and mottled grain moth. During the research, analysis samples of grain heap with the inhabiting insects were placed in a sealed glass container with a volume of 5 liters, the container was provisioned with input and output fittings. The ozone concentration in the ozone-air mixture varied from 5 to 15 mg/m<sup>3</sup> depending on the operating mode of the ozonator and the treatment time. The flow rate of the agent was 1.0 m<sup>3</sup>/h. The treatment lasted for an hour at an ambient air temperature of +25°С. The results of studies showed that one-hour ozone treatment at gas concentration of 5-15 mg/m<sup>3</sup> destroyed 86.1% of granary weevil and 90.5% of mottled grain moth, the activity of the surviving individuals declined, because they were affected by ozone. Moreover, disinfection of grain by ozone-air mixture assists in reducing the output production of insecticides, the cost of transportation and storage of pesticides, and in the long run assists in improving the environmental situation in agriculture, as well as the cost of manufactured agricultural products.

KEYWORDS: grain, grain heap, contamination, grain pests, ozone, ozonation, disinfection.

**Н**аращивание производства зерновых культур в России вызывает необходимость совершенствования конструкций технологических машин с целью снижения травмирования зерна во время уборки [28, 33]. Однако наряду с успехами в этом направлении остро стоит задача снижения повреждаемости урожая вредителями.

Согласно материалам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) «Food and Agriculture Organization», если не проводить различные мероприятия по уничтожению вредных насекомых, то значительная часть выращенного зерна может быть повреждена. Ежегодно вредители уничтожают около 15% мирового урожая зерновых культур [23]. В Российской Федерации недобор зерна из-за деятельности вредных насекомых в среднем составляет 9,3% [7]. Особенно активно насекомые развиваются в поврежденных (травмированных) и влажных зерновках [32].

К наиболее распространенным вредителям зерна в нашей стране относятся амбарный долгоносик и зерновая моль, которыми в совокупности заражено около 14% всего зерна [6]. Каждому опасному для зерновых культур насекомому межгосударственный стандарт ГОСТ 13586.6-93 присваивает определенный коэффициент вредоносности [4]. Наиболее трудно обнаружить и уничтожить вредителей, развивающихся внутри зерна. К таковым относятся амбарный долгоносик и зерновой точильщик. Поэтому именно им присваиваются наибольшие коэффициенты вредоносности, равные соответственно 1,5 и 1,7. Кроме того, деятельность данных вредителей сопровождается выделением тепла и влаги, что способствует самосогреванию вороха и образованию плесени. Значительный урон зерну наносит и зерновая моль, которая имеет коэффициент вредоносности, равный 1,1, что является третьим по вредности показателем. Ее гусеница также вгрызается в зерновку и там развивается. При этом теряется до 50% веса зерна пшеницы и до 24% сухого вещества зерна кукурузы. В зависимости от условий и вида насекомого одна самка вредителя дает потомство 100...600 особей несколько раз в год. Поэтому даже невысокая зараженность зернового материала очень опасна, так как через несколько недель она увеличится в десятки раз, а через несколько месяцев – в сотни и тысячи раз. Ворох, имеющий чрезмерную зараженность, уже не пригоден для дальнейшего использования.

В настоящее время для борьбы с вредителями используют инсектициды. Данные химические препараты зачастую не только уничтожают вредных насекомых, но также являются опасными для других живых существ, включая человека. Для производства инсектицидов необходимо сложное оборудование, влияющее на загрязнение окружающей среды. Многие химические препараты токсичны и легко перемещаются со сточными водами в водоемы или питьевые скважины. Для транспортировки и хранения инсектицидов необходимы специальные условия, что ведет к повышению себестоимости продукции. Кроме того, нередко используемые при дезинфекции химические препараты накапливаются в обрабатываемом материале и в некотором количестве поступают в продукты переработки зерна.

На данный момент на первый план выходят экологически чистые технологии, которые не загрязняют природу и при этом являются экономически целесообразными. Наиболее перспективным направлением исследований по дезинфекции сельскохозяйственного сырья и объектов является процесс озонирования [11, 13, 16, 20, 21, 29, 31]. Озонная обработка не образует токсинов в обрабатываемом продукте, не загрязняет окружающую среду, благоприятно сказывается на чистоте и качестве зерна, экономически это более выгодная операция, чем химическая обработка [8, 15, 19, 27, 30].

Особенно актуально применение процесса озонирования при заготовке семян зерновых культур, так как озон помимо дезинфекции способствует стимулированию

ростовых процессов, уничтожению патогенной флоры, снижению пагубного температурного воздействия на посевной материал, повышению будущей урожайности возделываемых культурных растений [1, 3, 9, 12, 18].

Озоновоздушную смесь получают на месте потребления посредством применения специальных приборов, называемых озонаторами [2, 10, 22]. При этом в качестве сырья используются кислород или обычный воздух. Поэтому нет необходимости затариваться озоном или его транспортировать. Кроме того, после распада газ превращается в обычный кислород, обогащая тем самым воздух. Избытки озона, выбрасываемого в атмосферу, при необходимости можно разложить каталитическим или другим способом [25].

Ученым удалось доказать эффективность применения озона в качестве дезинфектанта [13, 14, 17, 24, 26]. Однако практические рекомендации по использованию газа при обработке вредных насекомых крайне скудны, поэтому целью исследований было выявить режимы проведения дезинфекции, которые позволят эффективно уничтожить наиболее распространенных вредителей зерна, а именно, амбарного долгоносика и зерновой моли.

При проведении исследований насекомых вместе с зерном помещали в герметичную стеклянную емкость объемом 5 л, имеющую входные и выходные штуцеры. В подаваемой озоновоздушной смеси концентрация озона варьировала от 5 до 15 мг/м<sup>3</sup> в зависимости от режима работы озонатора и времени обработки. Расход агента составлял 1,0 м<sup>3</sup>/ч. Обработка длилась в течение часа при температуре окружающего воздуха +25°С. В результате исследований получены данные, представленные в таблице.

**Выживаемость амбарного долгоносика и зерновой моли  
после часовой озонной обработки зерна**

Вредитель	Время после обработки, ч.	Всего, шт.	Живые особи		Мертвые и парализованные особи	
			Кол-во, шт.	%	Кол-во, шт.	%
Амбарный долгоносик	1	165	23	13,9	142	86,1
	18		18	10,9	147	89,1
	115		5	3,0	160	97,0
Зерновая моль	1	21	2	9,5	19	90,5
	18		0	0	21	100
Гусеницы зерновой моли	1	4	3	75	1	25
	18		2	50	2	50
	115		1	25	3	75

Анализ данных таблицы показывает, что часовая озонная обработка с концентрацией озона в озоновоздушной смеси 5...15 мг/м<sup>3</sup> достаточно эффективно подавляет наиболее распространенных вредителей зерна. Так, сразу после обработки погибли или были парализованы 86,1% амбарного долгоносика и 90,5% зерновой моли. Возврата к жизни особей, которые были неспособны перемещаться, впоследствии не отмечено, поэтому все они были отнесены к мертвым. Часть насекомых хотя и не погибли, но находились под воздействием газа, поэтому зерновая моль была неспособна летать, а отдельные амбарные долгоносики перемещались на небольшие расстояния и замирали. Наибольшую устойчивость к озонной обработке проявили гусеницы. Лишь одна из них была парализована, а остальные достаточно энергично перемещались даже по стеклу.

Поскольку озон воздействует на гемолимфу насекомых, то действие газа прослеживалось и после обработки. По истечении 18 часов после дезинфекции погибли 5 амбарных долгоносиков и последние две особи зерновой моли и еще одна ее гусеница. При этом высокую активность проявляли только 5 жуков. Спустя 5 суток еще 13 амбарных долгоносиков и одна гусеница погибли.

Следовательно, часовая озонная дезинфекция с концентрацией озона в озоновоздушной смеси 5...15 мг/м<sup>3</sup> позволит уничтожить 97,0% жуков амбарного долгоносика, всю зерновую моль и около 75% ее гусениц.

Полученные результаты исследований вполне согласуются с данными Г.А. Закладного и Е.К.М. Саеда [5, 24], которым за 5 часов озонной обработки с концентрацией озона в озоновоздушной смеси 70 мг/м<sup>3</sup> удалось уничтожить всех амбарных долгоносиков, а за 4 часа – всех рисовых долгоносиков. Однако наши исследования показывают, что с достаточной эффективностью данные параметры можно сократить в 3...4 раза. При этом ученые Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки отметили, что плодовитость жуков амбарного и рисового долгоносика, выживших после низкоконцентрированного озонирования, снижается соответственно на 19 и 46%. Зерновой точильщик был полностью уничтожен после 15 часов озонной обработки и 10 суток наблюдений. Наибольшую устойчивость к озону проявляли особи суринамского мукоеда и малого мучного хрущака. Их количество даже после 20-часовой озонной обработки сократилось лишь наполовину. Однако увеличение концентрации озона в озоновоздушной смеси до 1400 мг/м<sup>3</sup> способствовало подавлению всех исследуемых вредителей в течение часа [24].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте зерна и продуктов его переработки [5, 24] исследовали эффективность озона в преимагинальных стадиях развития вредителей. Так, для гибели яиц и личинок долгоносиков потребовалось их обрабатывать от 14 до 55 суток при концентрации озона в озоновоздушной смеси 20 мг/м<sup>3</sup>, с увеличением концентрации до 1400 мг/м<sup>3</sup> время озонирования сократилось до 3...9 часов. Преимагинальные стадии развития вредителей, которые протекают не внутри зерна, а в межзерновом пространстве, значительно быстрее уничтожаются при озонной обработке. Так, личинки малого мучного хрущака полностью истребляются при концентрации озона в озоновоздушной смеси 1400 мг/м<sup>3</sup> и экспозиции всего 45 мин. При этом яйца данного вредителя уничтожаются за полтора часа озонной обработки, а куколки – за 4 ч. [24].

Таким образом, часовая озонная дезинфекция с концентрацией озона в озоновоздушной смеси 5...15 мг/м<sup>3</sup> при температуре воздуха +25°C позволит уничтожить 97% жуков амбарного долгоносика, всю зерновую моль и около 75% ее гусениц. Поскольку полученные результаты согласуются с данными проведенных ранее исследований, то при ликвидации других вредителей следует руководствоваться рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки [24].

Использование озоновоздушной смеси для дезинфекции зерна позволит снизить объем производства инсектицидов, сократить затраты на транспортировку и хранение ядохимикатов, улучшить экологическую обстановку в сельском хозяйстве, уменьшить себестоимость производства сельскохозяйственной продукции, повысить экономические показатели аграрных предприятий. Рекомендуется традиционную химическую обработку заменить озонированием зараженного зернового вороха.

### Библиографический список

1. Авдеева В.Н. Предпосевная обработка семян пшеницы озоном / В.Н. Авдеева, Г.П. Стародубцева, С.И. Любая // *Аграрная наука*. – 2008. – № 5. – С. 19–20.
2. Влияние полярности и геометрических параметров игольчатого коронирующего электрода на начальное напряжение разряда / Н.В. Ксенз, И.Г. Сидорцов, Н.Г. Леонтьев, А.В. Белоусов // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2015. – № 12. – С. 17–19.
3. Влияние процесса озонирования на эффективность сушки зерна кукурузы / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, Т.Н. Тertyчная // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 127–133.
4. ГОСТ 13586.6-93. Зерно. Метод определения зараженности вредителями. ОКСТУ 9709. – Введ. 1995–01–01. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1994. – 8 с.
5. Закладной Г.А. Биологическая активность озона в отношении вредителей зерна – рисового долгоносика и амбарного долгоносика / Г.А. Закладной, Е.К.М. Саеед, Е.Ф. Когтева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2003. – № 4. – С. 59–61.
6. Закладной Г.А. Сколько зерна пшеницы кушают насекомые / Г.А. Закладной // *Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд*. – 2017. – № 8 (8). – С. 160–166.
7. Защита зерновых культур от болезней : монография / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Цыпышева. – Куртамыш : ООО «Куртамышская типография», 2017. – 172 с.
8. Изменение концентрации озона в ворохе зерна кукурузы / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, А.П. Тарасенко // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 134–140.
9. 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.
10. Ксенз Н.В. Генерация озона коронным разрядом / Н.В. Ксенз, О.В. Меликова, И.Г. Сидорцов // *Физико-технические проблемы создания новых экологически чистых технологий в агропромышленном комплексе : матер. VI Российской науч.-практ. конф. (Россия, г. Ставрополь, 22–24 апреля 2011 г.)*. – Ставрополь : Ставропольское изд-во «Параграф», 2011. – С. 70–73.
11. Ксенз Н.В. Распределение озона от электроозонатора в воздушной среде производственного помещения / Н.В. Ксенз, И.Г. Сидорцов, А.В. Белоусов // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2017. – Т. 4, № 40. – С. 70–76.
12. Ксенз Н.В. Способы снижения энергоемкости процесса сушки семян зерновых культур использованием электрофизических методов / Н.В. Ксенз, Н.И. Шабанов // *Вестник АПК Ставрополья*. – 2014. – № 2 (14). – С. 48–51.
13. Ксенз Н.В. Электроозонирование воздушной среды животноводческих помещений / Н.В. Ксенз, И.Г. Сидорцов, О.В. Меликова // *Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 7-й Международной науч.-техн. конф. (Россия, г. Москва, 18–19 мая 2010 г.)*. – Т. 3. – Москва : ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства», 2010. – С. 200–203.
14. Ксенз Н.В. Озон в технологиях сельскохозяйственного производства / Н.В. Ксенз. – Ростов-на-Дону : Терра Принт, 2008. – 176 с.
15. Ксенз Н.В. Электроозонирование воздушной среды животноводческих помещений : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Н.В. Ксенз. – Москва, 1992. – 307 с.
16. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК / Д.А. Нормов // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. науч. тр.* – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 86–89.
17. 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.

18. Озонирование семенного материала – резерв повышения урожайности зерновых культур / И.В. Баскаков и др. // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию А.П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, г. Воронеж, 10 января 2017 г.). – Ч. II. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 10–16.

19. Озоновооздушная смесь как эффективный инструмент для сушки зерна / Н. Ксенз, А. Белоусов, Н. Леонтьев, И. Сидорцов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2014. – № 4. – С. 49–50.

20. Оробинский В.И. Снижение травмирования зерна при уборке : монография / В.И. Оробинский, И.В. Баскаков, А.В. Чернышов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 161 с.

21. Пат. 2431785 Российская Федерация, МПК F24F 3/16 (2006.01). Ионный вентилятор-фильтр / Н.В. Ксенз, О.В. Меликова, И.Г. Сидорцов, С.В. Тюрин (РФ); патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА (RU). – № 2009127901/06; заявл. 20.07.2009; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29. – 7 с.

22. Повышение качества зерна на основе использования озоновооздушных смесей / Н.В. Ксенз, К.Х. Попандупуло, И.Г. Сидорцов, О.В. Меликова // Вестник аграрной науки Дона. – 2009. – № 4. – С. 64–73.

23. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций «Food and Agriculture Organization» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/home/ru/> (дата обращения: 12.02.2019).

24. Саеид Е.К.М. Биологическая активность озона как средства дезинсекции хранящегося зерна : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Е.К.М. Саеид. – Москва, 2004. – 134 с.

25. Ткаченко С.Н. Гомогенное и гетерогенное разложение озона : дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.04 / С.Н. Ткаченко. – Москва, 2004. – 398 с.

26. 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.

27. Энергосбережение в электрифицированных технологиях на основе активации взаимодействующих сред / Н.В. Ксенз, Н.И. Шабанов, И.Г. Сидорцов, А.В. Белоусов // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 4 (44). – С. 16–20.

28. Aldoshin N. Harvesting *Lupinus albus* axial rotary combine harvesters / N. Aldoshin, O. Didmanidze // Research in Agricultural Engineering. – 2018. – Vol. 64, No. 4. – Pp. 209–214.

29. 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.

30. Comparison of the effects of ozone, UV and combined ozone/UV treatment on the color and microbial counts of wheat flour / S. Beszédes, Z. László et al. // Ozone: Science and Engineering. – 2008. – Vol. 30, No. 6. – Pp. 413–417.

31. Influence of corn grain mass temperature on ozone toxicity to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and quality of oil extracted from ozonized grains / L.R.A. Faroni, A.M. Pereira, A.H. Sousa, M.T.C. Silva, W.I. Urruchi // IOA Conference and Exhibition Proceedings (Valência, Espanha, 2007). – Valência : IOA, 2007. – Vol. 1. – Pp. 1–6.

32. 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.

33. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester / N. Aldoshin, O. Didmanidze, N. Lylin, M. Mosyakov // Engineering for Rural Development : Proceedings of 18th International Scientific Conference (Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Engineering, Jelgava, May 22-24, 2019). – 2019. – Vol. 18. – Pp. 100–104. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N110.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### 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](mailto:vasich2@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 16.08.2019

Дата принятия к печати 28.09.2019

### 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](mailto:vasich2@yandex.ru).

Received August 16, 2019

Accepted September 28, 2019



## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОИЛЬНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ НА СОСКИ ВЫМЕНИ КОРОВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА «PULSOTEST COMFORT»

---

Евгений Александрович Андрианов  
Алексей Александрович Андрианов  
Виктор Васильевич Труфанов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

К основным показателям, характеризующим уровень физиологического воздействия доильных раздражителей на соски вымени, можно отнести величину и характер вакуумной и механической нагрузок, которые нормируются международным стандартом ISO 5707-87 и определяют достаточный уровень безопасности доильного и вакуумного оборудования. Представленные в литературных источниках материалы по техническим решениям и разработкам доильных аппаратов не раскрывают особенностей их физиологического воздействия на молочную железу. Одним из способов определения параметров физиологического воздействия доильных раздражителей на соски вымени (физиологических параметров) является использование специализированного приборного оборудования, позволяющего осуществлять построение осциллограмм доения путем измерения пульсации и вакуума в доильных установках. В приведенных исследованиях авторы ставят перед собой задачу представить в общедоступной форме информацию, позволяющую рассчитывать уровень физиологического воздействия доильных раздражителей на соски вымени. Для расчета физиологических параметров в лабораторных условиях доильные стаканы надевают на имитаторы сосков искусственного вымени и подключают к вакуумпроводу, при этом подсосковую и межстенную камеры одного из доильных стаканов с помощью тройника и измерительных коротких шлангов соединяют с прибором «PulsoTest Comfort». Полученные данные используют для построения графических зависимостей колебаний, перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов и вакуума смыкания сосковой резины в программной среде Microsoft Excel. Путем математических вычислений рассчитывают физиологические параметры: максимальное давление сосковой резины на ткани соска; максимальное растягивающее усилие, воздействующее на соски; вакуумную нагрузку, которую получают ткани сосков вымени за одну минуту и за весь период доения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: доильный аппарат, прибор «PulsoTest Comfort», искусственное вымя, осциллограмма доения, вакуумная нагрузка, растягивающее усилие, давление на ткани соска.

## IDENTIFICATION PROCEDURE OF THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE IMPACT OF CONTACT IRRITANTS ON THE COW UDDER TEATS USING THE PULSOTEST COMFORT DEVICE

Evgeniy A. Andrianov  
Aleksey A. Andrianov  
Viktor V. Trufanov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The value and the character of vacuum and mechanical load of milking mashines are the main indicators characterizing the level of physiological impact of contact irritants on the udder teats. These effects are normalized by ISO 5707-87 international standard and determine the sufficient level of safety of milking and vacuum equipment. Presented in the literature materials on technical solutions and developments of milking machines do not disclose the features of their physiological impacts on the mammary gland. The most advanced method to determine the parameters of the physiological impacts of contact irritants on the udder teats (physiological parameters) is the use of specialized instrumentation equipment that allows constructing oscillograms of the process of milking by measuring pressure pulsation and vacuum in milking machines. The authors made an effort for providing in an easily

accessible form information used in order to calculate the level of physiological impact of contact irritants on the udder teats. In laboratory conditions milking cups are put on simulators of teats of an artificial model of udder and connect them to a vacuum line, hereby under udder teat and insulation chambers of one of the teat cups by means of a tee and measuring short hoses are connected to PulsoTest Comfort device. The data obtained are used to construct graphical dependences of oscillations, vacuum pressure drop in the chambers of teat cups and closing vacuum of milking liner in the Microsoft Excel software environment. Based on mathematical calculations, such physiological parameters are determined: maximum pressure of the milking liner on the teat tissue; maximum tension force affecting the teats; vacuum load on the udder teat tissue in one minute and throughout milking period. KEYWORDS: milking machine, PulsoTest Comfort device, artificial model of udder, milking oscillogram, vacuum load, tension force, vacuum load on the udder teat tissue.

### **В**ведение

Доение представляет собой сложный физиологический процесс, цель которого заключается не только в быстром и достаточно полном извлечении образовавшегося в вымени молока, но и в том, чтобы создать хорошие условия для стимуляции продуктивности животного. Процесс молокоотдачи вызывается рефлекторным раздражением рецепторов молочной железы в результате преддоильной подготовки, а также соблюдением параметров работы доильного аппарата.

К основным показателям, характеризующим уровень физиологического воздействия раздражителей доильных установок на соски вымени, можно отнести величину и характер вакуумной и механической нагрузок [1, 2, 4, 9, 10, 12, 14, 15].

В основном эти показатели нормируются требованиями ГОСТ 28545-90 (ISO 5707-83), которые определяют достаточный уровень безопасности доильного и вакуумного оборудования [5].

Представленные в литературных источниках материалы по техническим решениям и разработкам доильных аппаратов, позволяющие обосновать их конструктивные и технологические параметры, не раскрывают в полном объеме особенности их физиологического воздействия на молочную железу.

Одним из способов определения физиологического воздействия доильных раздражителей на соски вымени является использование специализированного приборного оборудования, позволяющего осуществлять построение кривых колебаний давления (осциллограмм доения) путем измерения пульсации и вакуума в доильных установках [2, 6, 7, 12, 13].

Наиболее известными устройствами для измерения пульсации и вакуума в доильных установках являются приборы таких фирм, как «GEA Farm Technologies» и «DeLaval».

Несмотря на то что специалисты знакомы с инструкциями по эксплуатации подобных устройств, авторы статьи ставят перед собой задачу представить в общедоступной форме информацию, позволяющую широкому кругу агроинженеров рассчитывать уровень физиологического воздействия доильных раздражителей на молочную железу.

### **Описание работы прибора «PulsoTest Comfort»**

Колебания вакуума в диапазоне от +40 до -50 кПа с дискретностью выходного параметра 0,1 кПа фиксируются встроенными тензодатчиками давления прибора «PulsoTest Comfort» через каждые 0,002 с, а погрешность измерений не превышает 0,6 кПа [8].

На ЖК-дисплей выводятся измерительные кривые (осциллограммы) колебаний вакуума в испытываемых камерах доильных стаканов. По измеренным значениям программным обеспечением прибора автоматически рассчитывается максимальное и минимальное давление вакуума (кПа), частота пульсаций вакуума ( $\text{мин}^{-1}$ ), соотношение фаз (%), длительность фаз (мс), продолжительность рабочего цикла (мс). Кроме того, конструкция прибора позволяет автоматически передавать сохранённые данные в формате Microsoft Excel на персональный компьютер.

Общий вид прибора представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид прибора для измерения пульсации и вакуума в доильных установках «PulsoTest Comfort»: 1 – последовательный порт; 2 – кнопки навигации; 3 – кнопки ESC и OK; 4 – функциональные кнопки F1 – F5; 5 – ЖК-дисплей; 6 – функциональные кнопки F6 – F10; 7 – отсек для батареек; 8, 9, 10, 11 – каналы соответственно 1, 2, 3, 4

Прибор состоит из корпуса, на передней панели которого расположены: жидкокристаллический дисплей 5; кнопки навигации 2, предназначенные для перемещения по меню; кнопки 3 (ESC и OK) для отмены и подтверждения действия; функциональные кнопки 4 (F1 – F5) и 6 (F6 – F10). На левой боковой панели расположен последовательный порт 2 для соединения прибора с компьютером или принтером через интерфейсный кабель. На правой боковой панели расположены отсек для батарей 7 и каналы 8, 9, 10, 11.

#### Методика измерения колебаний вакуумметрического давления в камерах доильных стаканов

Для расчета показателей физиологического воздействия испытываемого доильного аппарата на соски вымени необходимо построить кривые колебаний вакуума.

Для этого доильные стаканы испытываемого доильного аппарата надевают на имитаторы сосков искусственного вымени и подключают к вакуумпроводу. Далее подсосковую и межстенную камеры одного из доильных стаканов с помощью тройника и измерительных коротких шлангов соединяют с прибором «PulsoTest Comfort» (рис. 2), используя каналы 1 и 2 (рис. 1). Включают в работу вакуумную установку. Величину вакуумметрического давления в системе, контролируемую вакуумметром, устанавливают с помощью вакуум-регулятора, равной по значению уровню вакуума, рекомендуемому заводом-изготовителем или разработчиками испытываемого доильного аппарата. Продолжительность каждого опыта не менее 4–5 мин. [6]. Каждый опыт проводят в трехкратной повторности.

При этом с целью получения кривых колебаний давления в условиях лаборатории, наиболее соответствующих реальному процессу доения, необходимо устанавливать пропускную способность аппарата, контролируемую молокомером, идентичной интенсивности молоковыведения под коровой, путем установки в имитаторы сосков искусственного вымени насадок необходимого диаметра, так как вакуумметрическое давление под соском зависит от пропускной способности доильного аппарата.

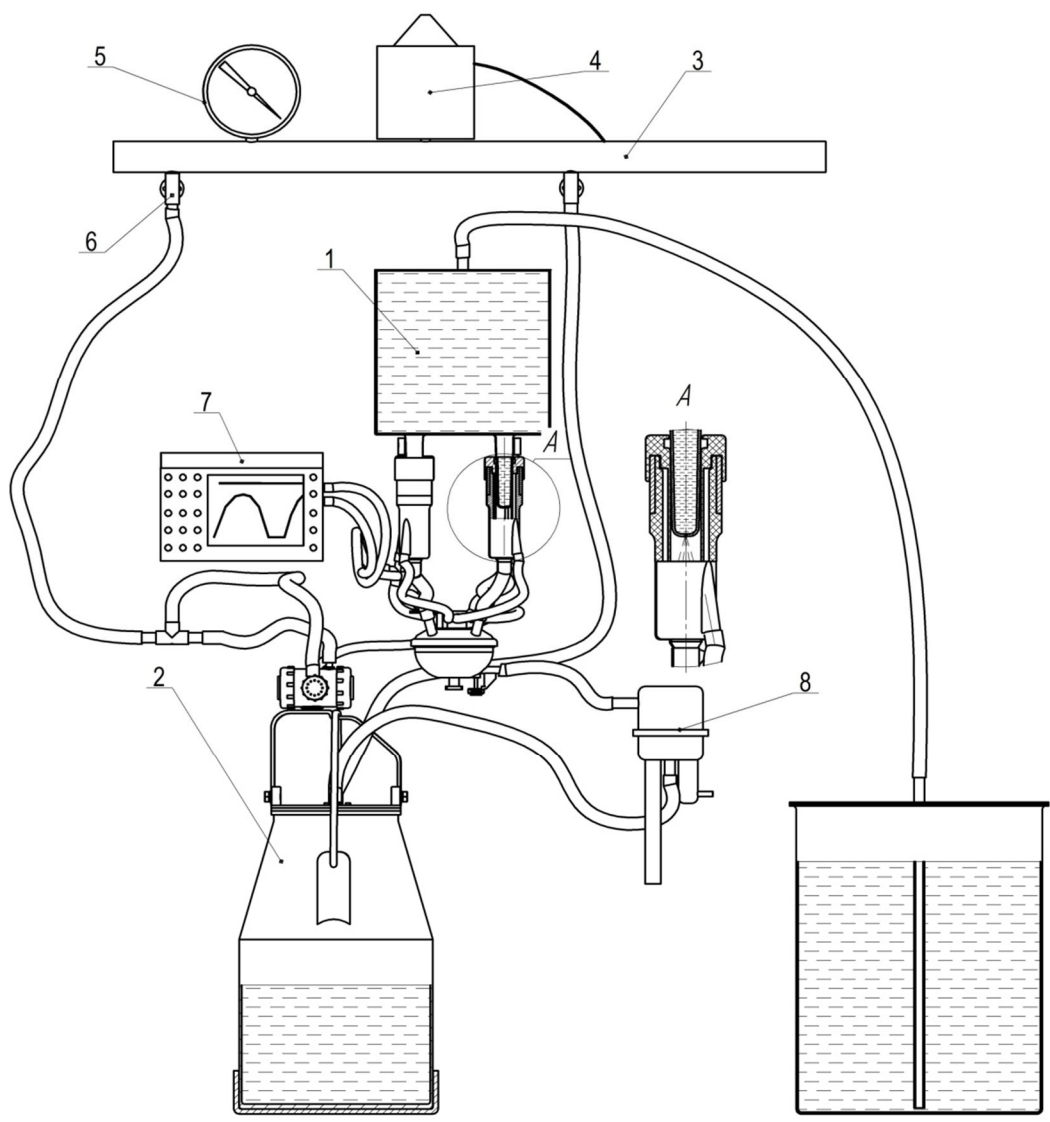


Рис. 2. Схема установки для имитации процесса доения испытываемым аппаратом и построения кривых колебаний вакуума в камерах доильных стаканов: 1 – искусственное вымя; 2 – испытываемый доильный аппарат; 3 – фрагмент вакуумпровода; 4 – вакуум-регулятор; 5 – вакуумметр; 6 – кран; 7 – прибор «PulsoTest Comfort»; 8 – молокомер

Для оценки физиологичности испытываемого аппарата в различных режимах доения рекомендуется построение кривых колебаний вакуума в соответствующих режимах [2, 6, 7, 13]. Все необходимые данные передаются на персональный компьютер. Далее проводится анализ полученной информации и построение кривых колебаний давления в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов и других дополнительных графиков.

#### Построение графических зависимостей

Программное обеспечение прибора «PulsoTest Comfort» позволяет передавать в формате Microsoft Excel на персональный компьютер фиксируемые тензодатчиками давления колебания вакуума в камерах доильных стаканов в виде осциллограмм доения за период рабочего цикла [8].

Для дальнейшего расчета показателей физиологического воздействия испытываемого доильного аппарата на соски вымени необходимо построение еще двух зависимостей: графической зависимости перепада давления в камерах стаканов и графической зависимости вакуума смыкания сосковой резины [2, 6].

Построение графической зависимости перепада давления осуществляется путем расчета разницы величин давления в камерах доильных стаканов. Эта операция осуществляется в исходном файле Microsoft Excel, который предоставляет программное обеспечение прибора «PulsoTest Comfort», путем расчета разницы значений соответствующих столбцов колебаний давления в подсосковой и межстенной камерах доильных стаканов за время рабочего цикла и построения точечной диаграммы по полученным результатам.

Получение графической зависимости вакуума смыкания сосковой резины осуществляется путем построения линии, параллельной оси абсцисс, через точку на оси ординат, равную по величине вакууму смыкания используемой в аппарате сосковой резины [2, 6]. Эта операция также осуществляется в исходном файле Microsoft Excel путем набора значений вакуума смыкания сосковой резины в соответствующий столбец за время рабочего цикла и построения точечной диаграммы.

На рисунке 3 представлены зависимости колебаний и перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в номинальном режиме доения.

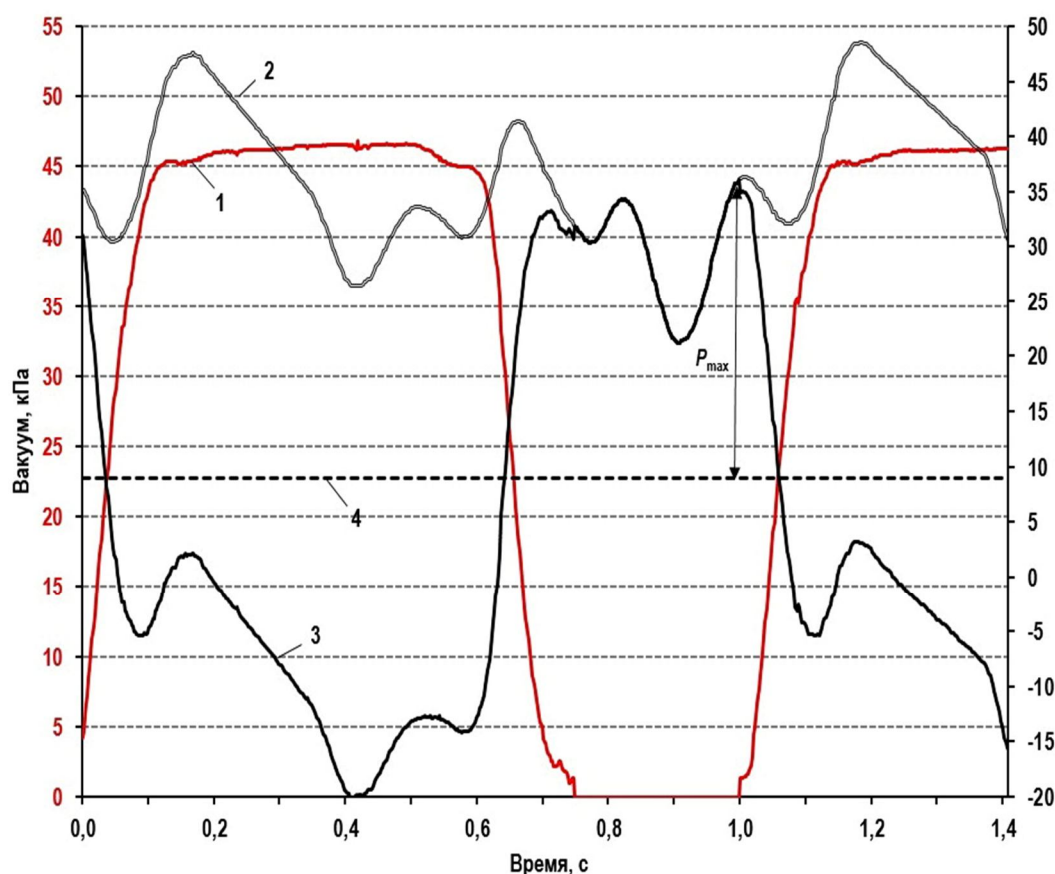


Рис. 3. Графические зависимости колебаний и перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в номинальном режиме доения: 1 – график колебаний давления вакуума в межстенных камерах; 2 – график колебаний давления вакуума в подсосковых камерах; 3 – график перепада давления в камерах; 4 – график вакуума смыкания сосковой резины; 1 – соответствует левой оси ординат; 2, 3, 4 – правой оси ординат

### Расчет физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на соски вымени

Физиологические параметры воздействия испытываемого доильного аппарата на молочную железу определяются величиной механической и вакуумной нагрузок на соски вымени [1, 2, 4, 9, 10, 12, 14, 15].

Обычно к механической нагрузке относят давление на соски вымени, оказываемое сосковой резиной в такте сжатия, и растягивающее усилие, оказываемое на сосок вакуумметрическим давлением в такте сосания.

Максимальное давление сосковой резины на ткани соска ( $P_{\max}$ , кПа) определяется как разница максимального перепада давления в камерах доильных стаканов в такте сжатия ( $P_{n.\max}$ , кПа) и вакуума смыкания сосковой резины ( $P_{см}$ , кПа)

$$P_{\max} = P_{n.\max} - P_{см}. \quad (1)$$

Вышеуказанные величины составляющих уравнения (1) элементарно рассчитываются в программной среде Microsoft Excel (рис. 3) [3].

Величину максимального растягивающего усилия ( $F_{p.\max}$ , Н) в такте сосания, возникающего от действия на сосок вакуумметрического давления, определяют произведением максимальной величины вакуумметрического давления в подсосковой камере ( $h_{\max}$ , кПа) на площадь поперечного сечения сосковой резины ( $S$ , м<sup>2</sup>) [11]:

$$F_{p.\max} = h_{\max} \cdot S, \quad (2)$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3)$$

где  $d$  – внутренний диаметр сосковой резины, м.

Вышеуказанные величины составляющих уравнения (2) также рассчитываются в программной среде Microsoft Excel (рис. 3) [4].

К вакуумной нагрузке относят вакуумное воздействие, которое получают ткани вымени за одну минуту и за весь период доения.

Вакуумную нагрузку ( $F_m$ , Н·с) находят из выражения [2]

$$F_m = P_{p.cр} \cdot t_{ц} \cdot S \cdot n \cdot t_{д}, \quad (4)$$

где  $P_{p.cр}$  – средняя величина вакуумметрического давления в подсосковой камере за период рабочего цикла, кПа;

$t_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла, с;

$n$  – частота пульсаций пульсатора, Гц;

$t_{д}$  – продолжительность времени доения, с.

Средняя величина вакуума в подсосковой камере определяется в программной среде Microsoft Excel, а продолжительность рабочего цикла и частота пульсаций пульсатора автоматически рассчитываются программным обеспечением прибора «PulsoTest Comfort» и представляются в цифровом виде [8].

### Выводы

Представленная в статье методика позволяет понять основные принципы расчета физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на соски вымени с использованием прибора «PulsoTest Comfort». Тем самым исследователю предоставляются большие возможности для собственных экспериментов, а сравнение расчетных параметров с нормативными, регламентированными ГОСТ 28545-90 (ISO 5707-83), позволяет сделать выводы о физиологичности разработанного доильного оборудования [5].

В качестве примера построены графические зависимости колебаний и перепада давления вакуума в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в номинальном режиме доения и рассчитаны физиологические параметры воздействия доильных раздражителей на соски вымени:

- максимальное давление сосковой резины на ткани соска  $P_{\max} = 27,1$  кПа;
- максимальное растягивающее усилие  $F_{p.\max} = 16,8$  Н;
- минутная вакуумная нагрузка  $F_m = 747,2$  Н·с.

## Библиографический список

1. Андрианов А.М. Совершенствование устройств для массажа вымени нетелей в период подготовки их к лактации / А.М. Андрианов, Е.А. Андрианов // Совершенствование процессов механизации в растениеводстве и животноводстве : сб. науч. тр. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2000. – С. 115.
2. Бородин С.А. Обоснование конструктивно-режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.А. Бородин. – Воронеж, 2018. – 198 с.
3. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя / Р. Вадзинский. – Санкт-Петербург : Издательский дом «Питер», 2008. – 602 с.
4. Вальдман Э.К. Физиология машинного доения коров : производственно-практическое издание / Э.К. Вальдман. – Ленинград : Колос, Ленингр. отд-ние, 1977. – 191 с.
5. ГОСТ 28545-90 (ИСО 5707-83). Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика (с изменениями). – Введ. 1991–07–01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 16 с.
6. Обоснование режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата / Е.А. Андрианов, С.А. Бородин, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 4. – С. 18–23.
7. Петров И.Е. Обоснование параметров доильного аппарата с независимым вакуумным режимом : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / И.Е. Петров. – Москва, 2017. – 183 с.
8. Прибор для измерения пульсации и вакуума в доильных установках PulsoTest Comfort – GEA Farm Technologies [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.yumpu.com/en/document/view/38416227/pulstest-comfort-gea-farm-technologies> / (дата обращения: 11.03.2019).
9. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов : монография / В.М. Ульянов. – Рязань : РГАТУ, 2012. – 112 с.
10. Ульянов В.М. Физиологически адаптированный доильный аппарат / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин // Сельский механизатор. – 2007. – № 1. – С. 12–13.
11. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х.М. Торнли ; пер. с англ. А.С. Каменского ; под ред. Ф.И. Ерешко ; предисл. Ф.И. Ерешко и А.С. Каменского. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 400 с.
12. Щукин С.И. Методика проведения лабораторных испытаний стимулирующего доильного аппарата / С.И. Щукин, В.Л. Аванесов // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2012. – № 1 (52). – С. 60–61.
13. Щукин С.И. Обоснование параметров исполнительных механизмов доильного аппарата парного действия : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.И. Щукин. – Москва, 2006. – 146 с.
14. Modelling of lactation / E.A. Andrianov, V.P. Shatsky, A.A. Andrianov, S.A. Borodin // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. – 2017. – Vol. 19, No. 3. – P. 594–597.
15. Assessment of milking systems / I. Ohnstad, R. Blowey, N. Frame., R. Laven, A. Norton, A. White // Clinical Forum UK Vet. – 2006. – Vol. 11, No. 1. – Pp. 28–34.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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

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

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](mailto:bgd@agroeng.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 18.08.2019

Дата принятия к печати 30.09.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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

Aleksey A. Andrianov, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, Processes of Processing Industries, Agricultural Mechanization and Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [alexey739@gmail.com](mailto:alexey739@gmail.com).

Viktor V. Trufanov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Technological Equipment, Processes of Processing Industries, Agricultural Mechanization and Health and Safety, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [bgd@agroeng.vsau.ru](mailto:bgd@agroeng.vsau.ru).

Received August 18, 2019

Accepted September 30, 2019



## ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И СВОЙСТВ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА

---

Валерий Васильевич Остриков<sup>1</sup>  
Сергей Николаевич Сазонов<sup>1</sup>  
Дмитрий Николаевич Афоничев<sup>2</sup>  
Вячеслав Геннадиевич Козлов<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

В моторном масле при работе двигателей тракторов накапливается значительное количество продуктов окисления, смол, что приводит к увеличению вязкости масла. Проникновение топлива в масло способствует снижению вязкости. В большинстве случаев изменение вязкости масла является следствием высоких нагрузок и неудовлетворительного технического состояния двигателя. Теоретическому описанию процессов изменения вязкости масла в двигателе посвящено большое количество научных работ. При этом часть из них направлена на оценку увеличения вязкости за счет роста загрязненности, часть посвящена анализу и описанию снижения вязкости при разжижении масла топливом из-за неисправностей в топливной системе. В данной работе представлено описание процессов изменения вязкости моторного масла при одновременном накоплении примесей и смешивания масла с дизельным топливом. Для установления зависимостей изменения вязкости масла от присутствующих в нем компонентов составлено уравнение материального баланса работающего масла. Получено выражение для оценки объема дисперсной среды масла. Для определения вязкости дисперсной среды воспользовались известным уравнением Эйнштейна, определяющим коэффициент формы частиц примесей в масле. Рассмотрены граничные условия, когда масло не разбавлено дизельным топливом и когда вместо масла присутствует только дизельное топливо. После математических преобразований получено уравнение изменения вязкости моторного масла с учетом разжижения дизельным топливом и загрязнений. Обобщая результаты теоретического анализа и экспериментальных исследований установили, что изменение вязкости масла в определенной степени характеризует техническое состояние двигателя, а процессы, происходящие в смазочном масле, зависят от качества и свойств моторного масла. При этом очень сложно однозначно определить основополагающие факторы изменения вязкости масла.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: моторное масло, вязкость, примеси, разжижение, окисление, техническое состояние, двигатель.

## ENGINE OIL VISCOSITY FLUCTUATIONS AS AN INDICATOR OF TECHNICAL CONDITION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND LUBRICANT PROPERTIES

Valery V. Ostrikov<sup>1</sup>  
Sergey N. Sazonov<sup>1</sup>  
Dmitriy N. Afonichev<sup>2</sup>  
Vyacheslav G. Kozlov<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

A considerable amount of oxidation products and resins accumulates in the engine oil during tractor engines operation, thus increasing engine oil viscosity, whereas fuel penetration into oil reduces the viscosity. In the overwhelming majority of cases engine oil viscosity fluctuations is a consequence of high loads and poor technical condition of the engine. A large number of scientific papers are devoted to the theoretical description of the



processes of oil viscosity fluctuations in the engine: part of them is aimed at assessing the increase in viscosity due to the increase in pollution, whereas the others are devoted to the analysis and description of the decrease in viscosity at oil dilution thinning due to fuel system troubles. The authors present the description of the processes of engine oil viscosity fluctuations at simultaneous accumulation of impurities and oil mixing with diesel fuel; derived an equation of material balance of the operating oil for defining the dependence of engine oil viscosity fluctuations on the composition of oil components; determined an equation for estimating the volume of the dispersed oil medium; for determining the dispersed medium viscosity adapted the widely known Einstein equation specifying oil impurity particles shape coefficient; considered the boundary conditions when the oil was not diluted with diesel fuel and when there was only diesel fuel instead of oil; after certain mathematical transformations derived an equation of engine oil viscosity fluctuations taking into account oil dilution with diesel fuel and the presence of impurities; summarizing the results of theoretical analysis and experimental studies established that engine oil viscosity fluctuations to a certain extent characterized engine technical condition, and the processes occurring in the lubricating oil depended on the quality and properties of the engine oil; placed greater emphasis on the fact that it is very difficult to uniquely determine key aspects of oil viscosity fluctuations.

KEYWORDS: engine oil, viscosity, impurities, dilution, oxidation, technical condition, engine.

**В**язкость моторного масла в процессе его работы в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) изменяется. Увеличение или уменьшение вязкости является следствием ряда известных причин [1, 5, 9, 10].

Масло под действием высоких температур окисляется в цилиндрах. На темп окисления моторного масла влияет парциальное давление кислорода в газах, прорывающихся в картер. При трении имеют место локальные вспышки в точках контакта микронеровностей. Окисление ускоряется, когда масло находится в распыленном состоянии, соприкасается с горячими газами, проникающими из поршневого пространства, интенсивно окисляется, что увеличивает вязкость масла [11, 12].

Износ цилиндرو-поршневой группы, повышение температуры на деталях могут увеличивать вязкость моторного масла на 5...10%, что ухудшает процесс прокачиваемости и т. д. [7, 8].

Углеводороды, содержащиеся в масле, разлагаются в результате окисления при высокой температуре у верхнего компрессионного кольца на стенке цилиндра, при этом происходит образование легколетучих и тяжелых веществ. Первые сгорают и уходят вместе с выхлопными газами, а вторые возвращаются вместе с маслом в картер и вовлекаются в процесс окисления [4].

Продукты неполного сгорания органической части топлива являются источниками загрязнения масла, а следовательно, и повышения его вязкости. При сгорании топлива неорганические остатки сосредотачиваются в частицах сажи, склонных к агрегации. На количество сажистых частиц, попадающих из рабочего объема цилиндра в масло, влияют такие показатели, как качество смесеобразования, режим работы двигателя и качество применяемого топлива [6].

Дизельное топливо, имеющее утяжеленный фракционный состав, сгорает с образованием большого количества сажистых составляющих.

Большую долю нерастворимого осадка в масле составляют продукты сгорания зольных присадок, присутствующих в моторных маслах, являющихся катализаторами, ускоряющими окисление масла [2].

Качество моторного масла, а именно содержание диспергирующе-стабилизирующих, антиокислительных и вязкостных присадок, играет огромную роль в изменении свойств работающего в двигателе масла.

При высоких нагрузках и температурах происходит активное снижение процентного содержания антиокислительных присадок с образованием в масле практически всех растворенных смол, увеличивающих вязкость масла. При этом также выгорают элементы моюще-диспергирующих присадок, способствующих удержанию мелкодиспергированных частиц во взвешенном состоянии, что провоцирует образование шламов, увеличивающих вязкость масла в картере двигателя [12].

Неисправности в работе топливной системы двигателя ухудшают гидродинамический режим смазки подшипников коленчатого вала, что в конечном результате увеличивает вероятность задигов и интенсифицирует износ поршневых колец из-за снижения вязкости масла.

Чтобы определить зависимость вязкости масла от имеющихся в нем ингредиентов, составим уравнение баланса работающего масла в системе смазки ДВС [3]

$$V_{\text{дс}} = V_{\text{дсс}} + V_{\text{дф}} + V_{\text{до}} - V_{\text{уг}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{дс}}$  и  $V_{\text{дсс}}$  – объемы соответственно дисперсной и дисперсионной сред,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{дф}}$  – объем дисперсионной фазы,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{до}}$  – количество доливки масла,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{уг}}$  – объем угара масла,  $\text{м}^3$ .

В минеральных маслах масляная основа и в некоторых случаях дизельное топливо образуют дисперсионную среду, а поэтому

$$V_{\text{дсс}} = V_{\text{мо}} + V_{\text{т}},$$

где  $V_{\text{мо}}$  – объем масляной основы,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{т}}$  – объем дизельного топлива в масле,  $\text{м}^3$ .

Объем дисперсной фазы определяется следующими формулами:

$$V_{\text{дф}} = V_{\text{загр}} + V_{\text{прис}} + V_{\text{в}}, \quad (2)$$

$$V_{\text{загр}} = V_{\text{о.н}} + V_{\text{но.н}}, \quad (3)$$

где  $V_{\text{загр}}$  – объем загрязняющих примесей,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{прис}}$  – объем присадок,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{в}}$  – объем воды,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{о.н}}$  – объем органических примесей,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{но.н}}$  – объем неорганических примесей,  $\text{м}^3$ .

При работе двигателя моторное масло может как «загустаться», так и «разжижаться». Если система питания двигателя исправна, то попадание топлива в моторное масло исключено, а значит  $V_{\text{т}} = 0$ . Наличие воды в масле  $V_{\text{в}}$  не будет превышать нормируемые показатели, когда система охлаждения ДВС функционирует исправно, а масло, долитое для компенсации угара, не обводнено. При неисправной системе охлаждения степень обводненности моторного масла будет повышаться.

Количество доливки масла определяется по формулам:

$$V_{\text{дс.до}} = V_{\text{дсс.до}} + V_{\text{дф.до}}; \quad (4)$$

$$V_{\text{дсс.до}} = V_{\text{мо.до}}; \quad (5)$$

$$V_{\text{дф.до}} = V_{\text{загр.до}} + V_{\text{прис.до}} + V_{\text{в.до}}, \quad (6)$$

где  $V_{\text{дс.до}}$  – объем дисперсной среды доливаемого масла,  $\text{м}^3$ .

На угар затрачивается количество масла, определяемое зависимостями:

$$V_{\text{дс.уг}} = V_{\text{дсс.уг}} + V_{\text{дф.уг}}, \quad (7)$$

$$V_{\text{дсс.уг}} = V_{\text{мо.уг}} + V_{\text{т.уг}}, \quad (8)$$

$$V_{\text{дф.уг}} = V_{\text{загр.уг}} + V_{\text{прис.уг}} + V_{\text{в.уг}}. \quad (9)$$

Используя уравнение Эйнштейна, можно установить вязкость дисперсной среды

$$v_{\partial c} = v_{\partial cc} \left( 1 + \varphi \frac{V_{\partial \phi}}{V_{\partial c}} \right), \quad (10)$$

где  $v_{\partial cc}$  – вязкость дисперсионной среды,  $\text{мм}^2/\text{с}$ ;

$\varphi$  – коэффициент формы частиц (для асимметричных частиц  $\varphi > 2,5$ , для сферических частиц  $\varphi = 2,5$ ).

Величина  $\varphi$  определяется по формуле

$$\varphi = \frac{g_{\partial \phi} (1 + \rho_{\partial \phi} M_{\partial \phi})}{\frac{\rho_{\partial \phi}}{\rho_{\partial cc}} - g_{\partial \phi} \left( \frac{\rho_{\partial \phi}}{\rho_{\partial cc}} - 1 \right)}, \quad (11)$$

где  $g_{\partial \phi}$  – массовая доля дисперсной фазы;

$\rho_{\partial \phi}$ ,  $\rho_{\partial cc}$  – плотности соответственно дисперсной фазы и дисперсионной среды;

$M_{\partial \phi}$  – маслосодержание дисперсной фазы.

Наличие воды в моторном масле способствует более интенсивному снижению качества последнего при эксплуатации двигателя [3]. Авторами не ставится задача математического моделирования влияния воды на свойства масла, поэтому допускаем, что уровень его обводненности находится в допустимых пределах. Примем, что отсутствует разжижение моторного масла дизельным топливом, тогда вязкость масла определяется зависимостью

$$v_{\partial c} = v_{mo} \left( 1 + \varphi \frac{V_{npuc} + V_{zap}}{V_{\partial c}} \right). \quad (12)$$

Экспериментально установлено, что изменение вязкости моторного масла при разжижении его дизельным топливом будет происходить по зависимости, показанной на рисунке 1 [3].

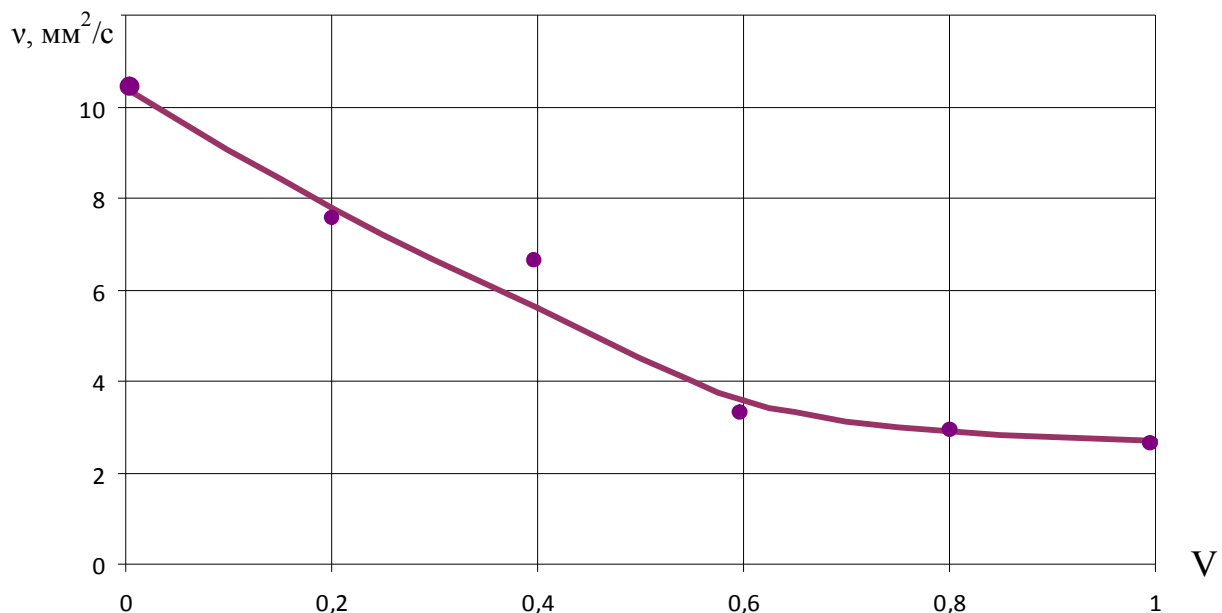


Рис. 1. Зависимость изменения вязкости моторного масла М-10Г<sub>2к</sub> от концентрации дизельного топлива

Графическая зависимость, приведенная на рисунке 1, аппроксимируется квадратичной функцией вида

$$v = AV^2 + BV + C, \quad (13)$$

где  $V$  – доля дизельного топлива в смеси (по массе),  $0 \leq V \leq 1$ ;

$A, B, C$  – постоянные коэффициенты.

Рассмотрим два случая:

- 1)  $V = 0$ , моторное масло не разбавлено дизельным топливом;
- 2)  $V = 1$ , дизельное топливо заменяет масло полностью (что на практике не бывает).

При  $V = 0$  зависимость (13) упрощается

$$v = C. \quad (14)$$

Обозначим  $v_0 = v_m$  ( $v_m$  – вязкость масла до разбавления дизельным топливом), тогда  $C = v_m$ .

При  $V = 1$  зависимость (13) примет вид

$$v = A + B + C = A + B + v_m. \quad (15)$$

Обозначим  $v_1 = v_{dm}$  ( $v_{dm}$  – вязкость дизельного топлива), тогда

$$A = v_{dm} - v_m - B. \quad (16)$$

Коэффициенты уравнения регрессии найдем методом наименьших квадратов

$$\delta = \sum (v_i - AV_i^2 - BV_i - v_m)^2, \quad i = 1, \dots, N. \quad (17)$$

Подставив значение параметра  $A$ , определенное зависимостью (16), получим

$$\delta = \sum (v_i - (v_{dm} - v_m - B)V_i^2 - BV_i - v_m)^2. \quad (18)$$

Возьмем частную производную от  $\delta$  по переменной  $B$

$$\frac{\partial \delta}{\partial B} = 2 \sum (v_i - (v_{dm} - v_m - B)V_i^2 - BV_i - v_m) \cdot \sum (V_i^2 - V_i) = 0. \quad (19)$$

Преобразовав уравнение (19), получим

$$B = \frac{Nv_m - \sum v_i + (v_{dm} - v_m) \cdot \sum V_i^2}{\sum (V_i^2 - V_i)}. \quad (20)$$

$$A = v_{dm} - v_m - \frac{Nv_m - \sum v_i + (v_{dm} - v_m) \cdot \sum V_i^2}{\sum (V_i^2 - V_i)}. \quad (21)$$

Полученные коэффициенты уравнения (13) имеют следующие значения:  $A = 7,25$ ,  $B = -14,95$ ,  $C = v_m$ .

Приращение вязкости моторного масла при разбавлении дизельным топливом определяется зависимостью

$$\Delta v_i = -(v_0 - v_i). \quad (22)$$

При  $V = 0$   $v_0 = C$ , тогда выражение (22) после подстановки в него зависимости (13) и преобразования примет вид

$$\Delta v_i = V_i (AV_i + B). \quad (23)$$

Уравнение изменения вязкости моторного масла с учетом разжижения его дизельным топливом, наличием присадок и загрязнений будет иметь вид

$$v_{\text{дс}} = v_{\text{мо}} \left( 1 + \frac{\varphi_u V_u}{V_{\text{дс}}} + \frac{\varphi_{\text{дсс}} V_{\text{дсс}}}{V_{\text{дс}}} + \frac{\varphi_v V_v}{V_{\text{дс}}} + \frac{\varphi_{\text{ан}} V_{\text{ан}}}{V_{\text{дс}}} + \frac{\varphi_{\text{загр}} V_{\text{загр}}}{V_{\text{дс}}} \right) - \Delta v_i, \quad (24)$$

где  $v_{\text{мо}}$  – вязкость масляной основы, мм<sup>2</sup>/с;

$\varphi_u, \varphi_{\text{дсс}}, \varphi_v, \varphi_{\text{ан}}, \varphi_{\text{загр}}$  – коэффициенты формы частиц соответственно присадки-ингибитора окисления, диспергирующе-стабилизирующей присадки, присадки, увеличивающей индекс вязкости, антипенной присадки, загрязняющих примесей;

$\Delta v_i$  – изменение вязкости моторного масла при разбавлении дизельным топливом, мм<sup>2</sup>/с;

$V_u, V_{\text{дсс}}, V_v, V_{\text{ан}}, V_{\text{загр}}$  – количество присадки ингибитора окисления, диспергирующе-стабилизирующей присадки, присадки, увеличивающей индекс вязкости, антипенной присадки, загрязняющих примесей.

Уравнение (24) показывает, что вязкость моторного масла изменяется в зависимости от количества срабатывающихся присадок, загрязняющих примесей, дизельного топлива, причем изменение концентраций примесей может приводить как к повышению, так и снижению вязкости масла.

С целью упрощения расчета вязкости моторного масла введем следующие допущения [3]:

- 1) в товарном масле в начальный момент времени загрязняющие примеси отсутствуют;
- 2) расход диспергирующе-стабилизирующих и антиокислительных присадок влияет на изменение вязкости моторного масла незначительно;
- 3) загрязняющие частицы, поступающие в моторное масло в процессе его работы, имеют шарообразную форму;
- 4) температура масла в циркуляционном контуре не превышает 130°C.

Тогда уравнение (24) примет вид

$$v_{\text{дс}} = v_{\text{мо}} \left( 1 + \frac{\varphi_v V_v}{V_{\text{дс}}} + \frac{\varphi_{\text{загр}} V_{\text{загр}}}{V_{\text{дс}}} \right) - \Delta v_i. \quad (25)$$

Полученное уравнение (25) представляет возможность установить значение коэффициента формы частицы для вязкостной присадки (в рассматриваемом нами составе масла присутствует депрессорная присадка в количестве 1%). Учитывая, что загрязняющие примеси и дизельное топливо в товарном масле отсутствуют, то  $\frac{\varphi_{\text{загр}} V_{\text{загр}}}{V_{\text{дс}}} = 0$

и  $\Delta v_i = 0$ . С учетом этого уравнение (25) примет вид

$$v_{\text{дс}} = v_{\text{мо}} \left( 1 + \frac{\varphi_v V_v}{V_{\text{дс}}} \right). \quad (26)$$

Преобразовав выражение (26), получим

$$\varphi_v = \left( \frac{v_{\text{дс}}}{v_{\text{мо}}} - 1 \right) \frac{V_{\text{дс}}}{V_v}. \quad (27)$$

где  $\varphi_v$  и  $V_v$  – соответственно коэффициент формы частицы и количество присадки.

По формуле (27) вычислен коэффициент формы частицы:  $\varphi_v = 31,25$ .

Так как моторное масло с вязкостной присадкой в циркуляционном контуре нагревается не выше  $130^{\circ}\text{C}$ , то термическая деполаризация полимеров полибутадиена или полиметилметакрилата, входящих в присадки ПМА «Д» и КП-20, отсутствует (температура деполимеризации полибутадиена составляет  $220^{\circ}\text{C}$ , а полиметилметакрилата –  $300^{\circ}\text{C}$ ), а поэтому падение вязкости масла из-за деполимеризации вязкостной присадки будет происходить незначительно и им можно пренебречь [3]. Тогда характер изменения вязкости с учетом накопления загрязняющих примесей определяется графической зависимостью, показанной на рисунке 2.

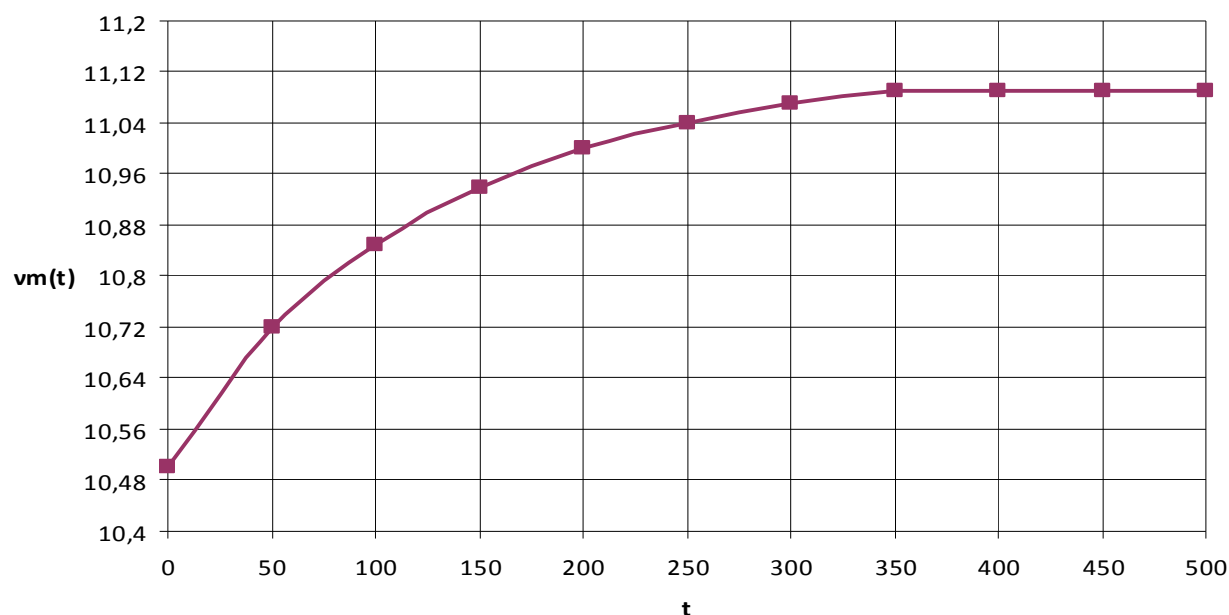


Рис. 2. Характер изменения вязкости работающего моторного масла с учетом накопления загрязняющих примесей

### Выводы

Вязкость масла в определенной степени характеризует техническое состояние двигателя внутреннего сгорания, а процессы, происходящие в смазочном масле, во многом зависят от качества используемого масла и присутствия в нем фракций топлива. При этом очень сложно однозначно определить основополагающие факторы изменения вязкости масла. В условиях эксплуатации велика вероятность того, что в технически неисправном двигателе при разжижении масла топливом вязкость начинает понижаться, но присутствующие в работающем масле смолы, сажа увеличивают вязкость масла, доводя ее значение до уровня, соответствующего требованиям эксплуатации. Соответственно, получить объективную информацию возможно, контролируя одновременно изменение вязкости и температуры вспышки масла.

### Библиографический список

1. Арабян С.Г. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей : справочник / С.Г. Арабян, А.Б. Виппер, И.А. Холомонов. – Москва : Машиностроение, 1984. – 208 с.
2. Балабанов В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин. Теория и практика эффективной эксплуатации и ремонта машин / В.И. Балабанов, С.А. Ищенко, В.И. Беклемышев. – Москва : Изумруд, 2005. – 216 с.

3. Белогорский В.В. Повышение эффективности экспресс-методов и средств контроля качества моторных масел : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / В.В. Белогорский. – Мичуринск-Наукоград : Мичуринский ГАУ, 2009. – 187 с.
4. Венель С.В. Смазка двигателей внутреннего сгорания / С.В. Венель. – Киев : Машгиз, 1963. – 180 с.
5. Венцель С.М. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С.М. Венцель. – Москва : Химия, 1979. – 238 с.
6. Григорьев М.А. Качество моторного масла и надежность двигателей / М.А. Григорьев, Б.М. Бунаков, В.А. Долецкий. – Москва : Издательство стандартов, 1981. – 231 с.
7. Григорьев М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев. – Москва : Машиностроение, 1983. – 148 с.
8. Гуреев А.А. Химмотология / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи. – Москва : Химия, 1986. – 368 с.
9. Итинская Н.И. Топлива, масла и технические жидкости : справочник / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 303 с.
10. Теоретическая оценка механохимических процессов на поверхности трения прирабатываемых деталей / В.В. Остриков, С.Н. Сазонов, Д.И. Афанасьев, В.С. Вязинкин, Д.Н. Афоничев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 1(56). – С. 149–154.
11. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.И. Оробинский, Д.Н. Афоничев, О.И. Поливаев, Е.В. Пухов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 391 с.
12. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / В.М. Школьников. – Москва : Химия, 1989. – 432 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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

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

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

Вячеслав Геннадиевич Козлов – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации транспортных и технологических машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vya-kozlov@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.07.2019

Дата принятия к печати 25.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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

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

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, Russian Federation, Voronezh, tel. 8 (473) 224-39-39 (internal 3320), e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Vyacheslav G. Kozlov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Transport Vehicles and Production Machines Operation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vya-kozlov@yandex.ru.

Received July 16, 2019

Accepted August 25, 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА РАДИАТОРА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СВЕТОДИОДА

Владимир Сергеевич Газалов  
Евгений Адимович Шабаев

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

Светодиоды (СИД) в качестве источников света активно внедряются в различных отраслях агропромышленного комплекса. Эффективность и срок службы светодиодных светильников и специальных электроустановок со светодиодами существенно зависят от температурного режима работы светоизлучающего кристалла СИД, поэтому особое внимание следует уделять обеспечению нормальной температуры работы светодиода. Около 80...90% потребляемой СИД электрической энергии преобразуется в тепловую, за счет которой происходит его нагрев. Эффективный отвод теплоты от кристалла СИД обеспечивают с помощью радиатора охлаждения. Тепловая инерционность радиатора в основном обуславливает динамику температуры СИД. На основе уравнения теплового баланса для одномерного объекта с сосредоточенными параметрами разработана модель радиатора, учитывающая изменение его теплового сопротивления в зависимости от температуры окружающего воздуха и температуры нагрева самого радиатора. С помощью специализированного ПО SimInTech проведено компьютерное моделирование процесса нагрева радиатора P-216, служащего для охлаждения трех RGB-светодиодов PL6N-3LFE с номинальной мощностью 3 Вт. В результате моделирования получены временные графики изменения температуры радиатора при постоянном и прерывистом режиме работы СИД. Для длительного включения светодиодов при достижении установившейся температуры в результате моделирования получены следующие значения: тепловое сопротивление радиатора  $R_{\text{QH}} = 5,187^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; постоянная времени  $T = 338,7$  с; температура радиатора  $\theta_{\text{H}} = 62,3^\circ\text{C}$ . На основе полученных данных можно определить температуру R, G, B-кристаллов светодиода. При номинальных токах светодиода PL6N-3LFE его R, G, B-кристаллы нагреваются соответственно до 71, 76,  $75^\circ\text{C}$ , что является допустимым режимом их работы. Особый интерес представляет применение компьютерного моделирования процесса нагрева радиатора при изменении температуры воздуха и режима работы светодиода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: светодиод, радиатор охлаждения, модель радиатора, компьютерное моделирование, нагрев светодиода, динамика нагрева.

## SIMULATION OF THE HEATING PROCESS OF A RADIATOR APPLIED TOWARD THE SOLUTION OF PARTICULAR PROBLEMS OF LIGHT-EMITTING DIODE COOLING

Vladimir S. Gazalov  
Evgeny A. Shabaev

Azov-Black Sea Engineering Institute, Don State Agrarian University

Light-emitting diodes (LEDs) as light sources are actively introduced in various sectors of the Agro-Industrial Complex. The efficiency and service life of LED lamps and special electrical installations with LED modules significantly depend on the operating temperature of the light-emitting diode crystal, so special attention should be paid to ensuring the normal operating temperature of the LED. About 80...90% of the electrical energy consumed by the LED is converted into heat, thus causing heating of the lamp. Efficient heat elimination from the LED crystal is provided by means of a cooling radiator. Radiator heat retention predominately determines the dynamics of the LED temperature. The authors on the basis of heat balance equation for one-dimensional object with lumped-constant parameters, developed a radiator model taking into account its thermal resistance fluctuations depending on the ambient air temperature and the heating temperature of the radiator itself; with the help of specialized SimInTech software carried out computer simulation of the heating process of the P-216 radiator intended for cooling three PL6N-3LFE RGB LEDs with 3 Wn watt nominal; obtained time profiles of radiator temperature fluctuations at constant and intermittent LED operation model; for continuous switching on LEDs operation, while arriving at steady-state temperature, obtained such values as radiator thermal resistance  $R_{\text{QH}} = 5,187^\circ\text{C}/\text{W}$ , time constant  $T = 338,7$  s, radiator temperature  $\theta_{\text{H}} = 62,3^\circ\text{C}$ . Based on the data obtained it is possible to determine the temperature of LED R, G, B-crystals.



B-crystals. At rated PL6N-3LFE LED currents its R, G, B-crystals are heated to 71, 76, 75°C, respectively, which is the permissible mode of their operation. Thus, computer simulation of radiator heating process is of primary concern at changes of air temperature and mode of LED operation.

KEYWORDS: light-emitting diode (LED), cooling radiator, radiator model, computer simulation, LED heating, heating dynamics.

### **В**ведение

Область применения твердотельных источников света в агропромышленном комплексе постоянно расширяется. Системы светодиодного освещения и облучения внедряют в тепличных хозяйствах, птицеводческих и животноводческих помещениях. Светодиодами активно заменяют традиционные источники света в специальных электроустановках. Это обусловлено снижением стоимости светоизлучающих диодов (СИД) и их отличительными особенностями: высокой световой отдачей, длительным сроком службы, широким диапазоном рабочих температур, низким питающим напряжением, экологичностью применения и др.

Светотехнические параметры излучения светодиода зависят от трех основных факторов: прямого тока, температуры активной области светоизлучающего кристалла и времени эксплуатации. Светодиод является токовым прибором, поэтому его питание необходимо осуществлять от источника тока. Для этого применяют светодиодные драйверы, которые обеспечивают стабилизацию тока на заданном уровне. Современные светодиоды способны работать при токах в 1,5...2,5 раза больше их номинального значения без существенного снижения эффективности. Важным условием сохранения работоспособности СИД и продолжительного срока его службы является обеспечение нормального температурного режима для светоизлучающего кристалла [4, 5]. Для длительного режима работы светодиода нормой считается температура 60...80°C, хотя кристалл может работать при температурах до 120°C. Несмотря на высокую эффективность СИД, около 80...90% потребляемой ими электрической мощности преобразуется в тепловую, за счет которой происходит нагрев светодиода. Для обеспечения эффективного отвода теплоты от кристалла необходимо использовать радиатор охлаждения [6].

Нагрев светоизлучающего кристалла до 70°C может вызвать снижение светового потока на 10...20% [1, 9]. Поэтому важной задачей проектирования светодиодных источников света является расчет рабочей температуры СИД. Определение температуры светоизлучающего кристалла является нетривиальной задачей для современной науки, поскольку измерить температуру активной области светоизлучающего кристалла прямым способом в работающем светодиоде затруднительно [3]. Для анализа температурного режима работы СИД можно воспользоваться современным методом исследования, базирующимся на компьютерном моделировании технических систем. При таком подходе необходимо иметь математические модели светодиода и радиатора охлаждения.

### **Разработка тепловой модели радиатора**

В качестве тепловой модели радиатора охлаждения светодиода с учетом ряда допущений можно использовать модель одномерного объекта с сосредоточенными параметрами. Математическое описание процесса нагрева, охлаждения такого объекта в первом приближении может быть представлено в виде дифференциального уравнения теплового баланса

$$mc \frac{d\theta}{dt} = \Delta P = P_{\Pi} - P_{O}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса объекта, кг;

$c$  – удельная теплоемкость материала объекта, Дж/(кг°C);

$\theta$  – температура объекта, °C;

$\Delta P$  – изменение тепловой мощности, изменяющей температуру  $\theta$ , Вт;

$P_{\Pi}$  и  $P_{O}$  – тепловая мощность, соответственно подводимая и отводимая от объекта, Вт.

Отводимый поток теплоты от объекта определяется выражением

$$P_O = \alpha S(\theta - \theta_0), \quad (2)$$

где  $P_O$  – тепловая мощность, отводимая от объекта, Вт;

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи объекта, Вт/(м<sup>2</sup>°С);

$S$  – площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>;

$\theta_0$  – температура окружающей среды, °С.

Используя выражение (2), уравнение (1) можно записать в виде

$$mc \frac{d\theta}{dt} = P_{\Pi} - \alpha S(\theta - \theta_0). \quad (3)$$

Разделив переменные в уравнении (3), получим

$$\frac{mc}{\alpha S} \frac{d\theta}{dt} + \theta = \frac{1}{\alpha S} P_{\Pi} + \theta_0. \quad (4)$$

В установившемся режиме температура объекта рассчитывается через его тепловое сопротивление

$$\theta = R_Q P_{\Pi} + \theta_0, \quad (5)$$

где  $R_Q$  – тепловое сопротивление, °С/Вт.

Примем следующие обозначения:

$$k = R_Q = \frac{1}{\alpha S}; \quad T = \frac{mc}{\alpha S} = mcR_Q, \quad (6)$$

где  $k$  – передаточный коэффициент, °С/Вт;

$T$  – постоянная времени, с.

Тогда уравнение (4) можно записать в виде

$$T \frac{d\theta}{dt} + \theta = k P_{\Pi} + \theta_0. \quad (7)$$

Применив преобразование Лапласа для уравнения (7), при  $\theta_0 = 0$  получим передаточную функцию  $W_2(s)$  объекта по каналу мощность – температура

$$W_2(s) = \frac{\theta(s)}{P_{\Pi}(s)} = \frac{k}{Ts + 1}. \quad (8)$$

Аналогично при  $P_{\Pi} = 0$  определяется передаточная функция  $W_1(s)$  объекта по каналу температура – температура

$$W_1(s) = \frac{\theta(s)}{\theta_0(s)} = \frac{1}{Ts + 1}. \quad (9)$$

Передача тепловой мощности от радиатора в окружающую среду осуществляется посредством конвекции и теплового излучения. На общий коэффициент теплоотдачи радиатора  $\alpha_H$  влияют: температура окружающей среды; температура радиатора; материал, из которого он изготовлен; обработка поверхности радиатора [2, 7]. В результате тепловое сопротивление радиатора  $R_{QH} = 1/(\alpha_H S_H)$  является термозависимой величиной. Таким образом, постоянная времени  $T$  и передаточный коэффициент  $k$ , определяемые уравнением (6), не являются постоянными величинами.

Проведенные расчеты по методике [7] для ребристого радиатора Р-216 с чернением гальваническим способом позволили получить график зависимости его теплового сопротивления  $R_{QH}$  от температуры радиатора  $\theta_H$  при температуре окружающего воздуха  $\theta_A = 20^\circ\text{C}$  (рис. 1). В диапазоне температур воздуха 10–50°С зависимости  $R_{QH}$  от температуры имеют характерный вид кривой, изображенной на рисунке 1.

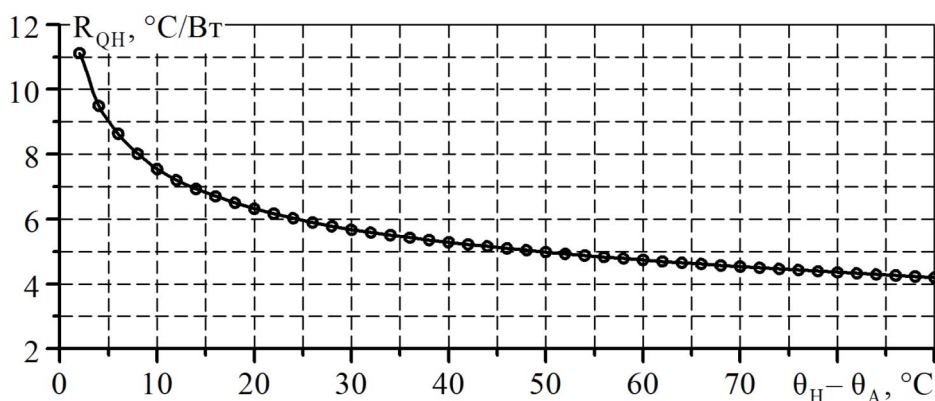


Рис. 1. Изменение теплового сопротивления радиатора Р-216 в зависимости от температуры радиатора при температуре воздуха 20°C

Методика расчета нагрева радиатора [7] не позволяет вывести простое аналитическое выражение, с помощью которого можно описать функциональную зависимость, приведенную на рисунке 1. В качестве такой математической модели при фиксированной температуре воздуха принято уравнение

$$R_{QH} = \frac{k_{H1}}{(\theta_H - \theta_A)^{k_{H2}}}, \quad (10)$$

где  $k_{H1}$ ,  $k_{H2}$  – коэффициенты модели.

Коэффициенты уравнения (10), определенные с помощью программы Statistica для температур воздуха 10–50°C, приведены в таблице.

Анализ коэффициентов модели (10) (см. табл.) указывает на их функциональную зависимость от температуры воздуха, которая выражается уравнением прямой

$$k_H = a_{H1} + a_{H2}\theta_A, \quad (11)$$

где  $a_{H1}$ ,  $a_{H2}$  – коэффициенты аппроксимирующей функции.

**Коэффициенты модели (10) и коэффициент детерминации**

$\theta_A, ^\circ\text{C}$	$k_{H1}$	$k_{H2}$	$R^2$	$\theta_A, ^\circ\text{C}$	$k_{H1}$	$k_{H2}$	$R^2$
10	13,937	0,25929	0,99950	32	12,943	0,25026	0,99735
12	13,858	0,25863	0,99938	34	12,858	0,24963	0,99709
14	13,777	0,25795	0,99926	36	12,771	0,24903	0,99683
16	13,695	0,25726	0,99915	38	12,681	0,24836	0,99668
18	13,607	0,25648	0,99905	40	12,578	0,24744	0,99641
20	13,508	0,25549	0,99894	42	12,471	0,24643	0,99607
22	13,406	0,25443	0,99876	44	12,364	0,24541	0,99569
24	13,305	0,25340	0,99853	46	12,257	0,24440	0,99529
26	13,206	0,25241	0,99826	48	12,151	0,24339	0,99486
28	13,112	0,25153	0,99794	50	12,045	0,24240	0,99439
30	13,027	0,25086	0,99762				

Коэффициенты уравнения (11), определенные с помощью программы Statistica, для  $k_{H1}$  и  $k_{H2}$  равны:  $a_{H11} = 14,44$ ;  $a_{H21} = -4,714 \cdot 10^{-2}$ ;  $a_{H12} = 0,2637$ ;  $a_{H22} = -4,171 \cdot 10^{-4}$ ; коэффициенты детерминации – 0,99895 и 0,99665.

Таким образом, функциональная зависимость теплового сопротивления исследуемого радиатора от температур  $\theta_A$  и  $\theta_H$  описывается следующим уравнением:

$$R_{QH} = \frac{a_{H11} + a_{H21}\theta_A}{(\theta_H - \theta_A)^{a_{H12} + a_{H22}\theta_A}} = \frac{14,44 - 4,714 \cdot 10^{-2}\theta_A}{(\theta_H - \theta_A)^{0,2637 - 4,171 \cdot 10^{-4}\theta_A}}. \quad (12)$$

Структурная схема тепловой модели радиатора, построенной на основе модели одномерного объекта, может быть представлена в виде рисунка 2.

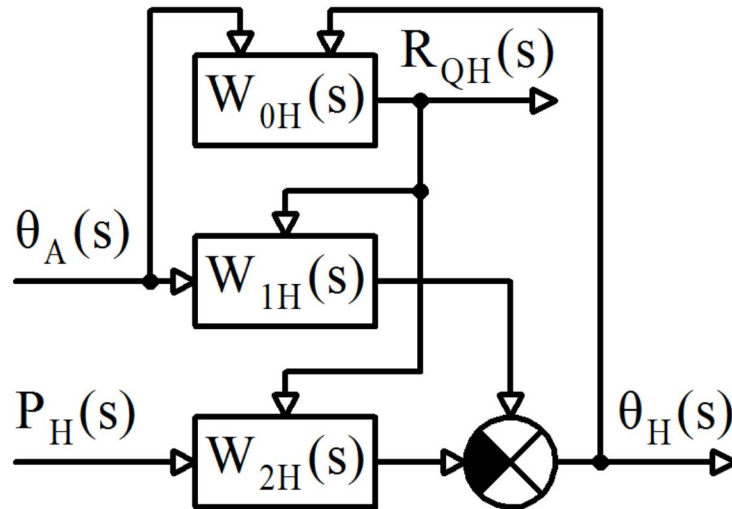


Рис. 2. Структурная схема тепловой модели радиатора

Передаточная функция  $W_{0H}(s)$  (рис. 2) определяется выражением (12), передаточные функции с переменными параметрами по каналу температура – температура  $W_{1H}(s)$  и каналу мощность – температура  $W_{2H}(s)$  должны учитывать изменение постоянных времени и передаточного коэффициента в зависимости от величины  $R_{QH}$  в соответствии с (6).

**Компьютерное моделирование**

Компьютерное моделирование процесса нагрева радиатора охлаждения светодиода проведено с помощью программы SimInTech [8]. Структурная схема моделирования процесса нагрева радиатора представлена на рисунке 3.

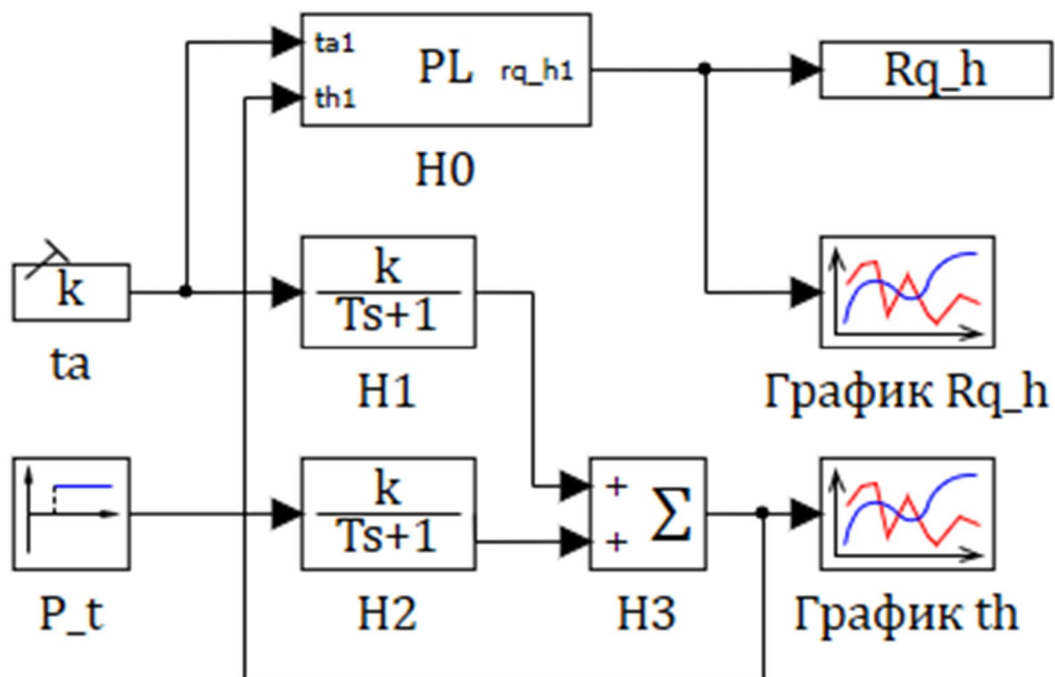


Рис. 3. Структурная схема моделирования процесса нагрева радиатора в среде SimInTech

Тепловая модель радиатора реализована блоками Н1, Н2, Н3 (рис. 3). Постоянные времени и передаточный коэффициент блоков Н1 и Н2 заданы через глобальные переменные  $k_h$  и  $T_h$  проекта в среде SimInTech (рис. 4). В скрипте главного окна проекта, представленном на рис. 4, также проводится задание и вычисление других переменных, необходимых для моделирования. Начальная температура радиатора  $th_0$  принята незначительно выше температуры окружающего воздуха, для исключения ошибки при начале расчета. Переменная  $th_0$  задает начальные условия для блока Н1.

Для охлаждения трех RGB-светодиодов PL6N-3LFE применен исследуемый радиатор [10], каждый из светодиодов при номинальных токах 350 мА выделяет 2,72 Вт тепловой мощности (рис. 4) при потребляемой электрической мощности 3,12 Вт [9].

```
1 // Температура окружающего воздуха, град.С
· ta=20;
· // Количество СИД, шт.
· N_led=3;
· // Тепловые мощности одного и нескольких СИД, Вт
· P_t1=2.72041; P_t=P_t1*N_led;
· // Начальная температура радиатора, град.С
· th0=ta+.001;
· // Параметры радиатора P-216:
10 // теплоемкость, Дж/(кг*град.С)
· C_h=65.304509472;
· // коэффициенты модели теплового сопротивления
· a_h11=14.4408848144007; a_h21=-.0471444759413795;
· a_h12=.263677388741889; a_h22=-.000417059969397899;
· // передаточный коэффициент (град.С/Вт), постоянная времени (с)
· k_h=Rq_h; T_h=C_h*Rq_h;
```

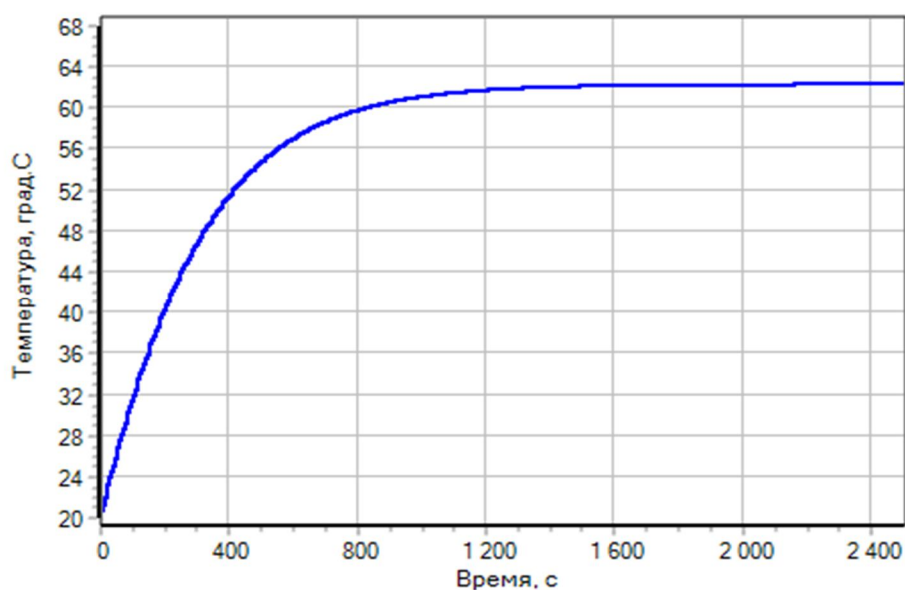
Рис. 4. Содержание скрипта главного окна проекта

Расчет теплового сопротивления радиатора в соответствии с выражением (12) осуществляется с помощью блока Н0 типа «Язык программирования» (рис. 3). Выходная переменная данного блока задает значение для глобальной переменной  $Rq_h$ , являющейся сигналом проекта.

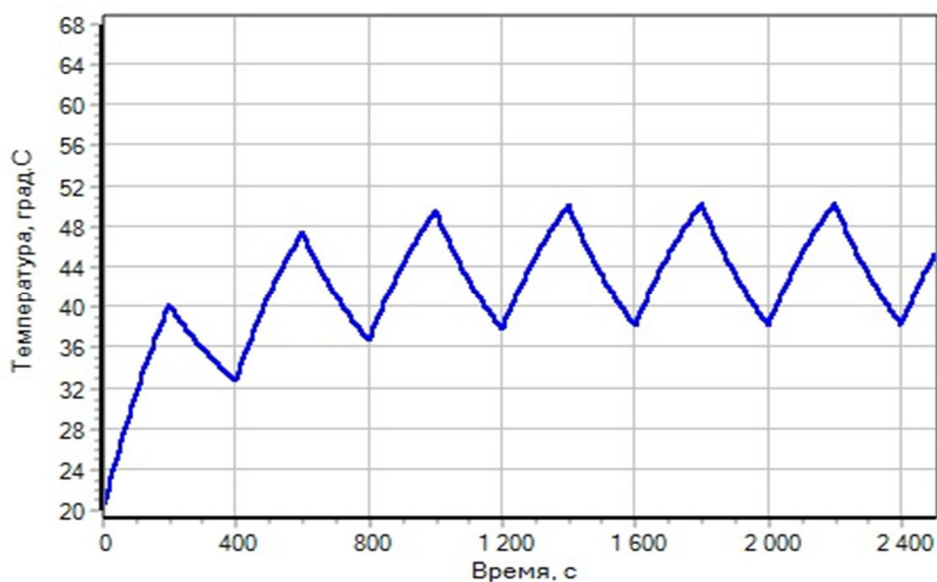
Вывод графиков временных зависимостей теплового сопротивления радиатора и его температуры осуществляется блоками «График  $Rq_h$ » и «График  $th$ » типа «Временной график» (рис. 3).

### Результаты и их обсуждение

Результаты моделирования процесса нагрева радиатора представлены на рисунке 5.



а



б

Рис. 5. Динамика нагрева радиатора: а – при постоянной работе светодиода; б – в режиме прерывистой работы светодиода

Выход на установившуюся температуру при постоянной работе светодиода происходит за 14 мин. (рис. 5, а). В течение этого времени (без учета первых нескольких секунд) тепловое сопротивление радиатора изменяется более чем в 2,5 раза. Для установившегося режима получаем следующие результаты моделирования: тепловое сопротивление радиатора  $R_{QH} = 5,187^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; постоянная времени  $T = 338,7$  с; температура радиатора  $\theta_H = 62,3^\circ\text{C}$ .

С учетом известных значений тепловых сопротивлений «светоизлучающий кристалл – теплоотводящая подложка» [10] и «теплоотводящая подложка – радиатор» становится возможным определение температур R, G, В-кристаллов светодиода. При номинальных токах светодиода PL6N-3LFE его R, G, В-кристаллы нагреются соответственно до температур 71, 76, 75 $^\circ\text{C}$ , что является допустимым режимом их работы.

Графики изменения теплового сопротивления радиатора в процессе его нагрева приведены на рисунке 6.

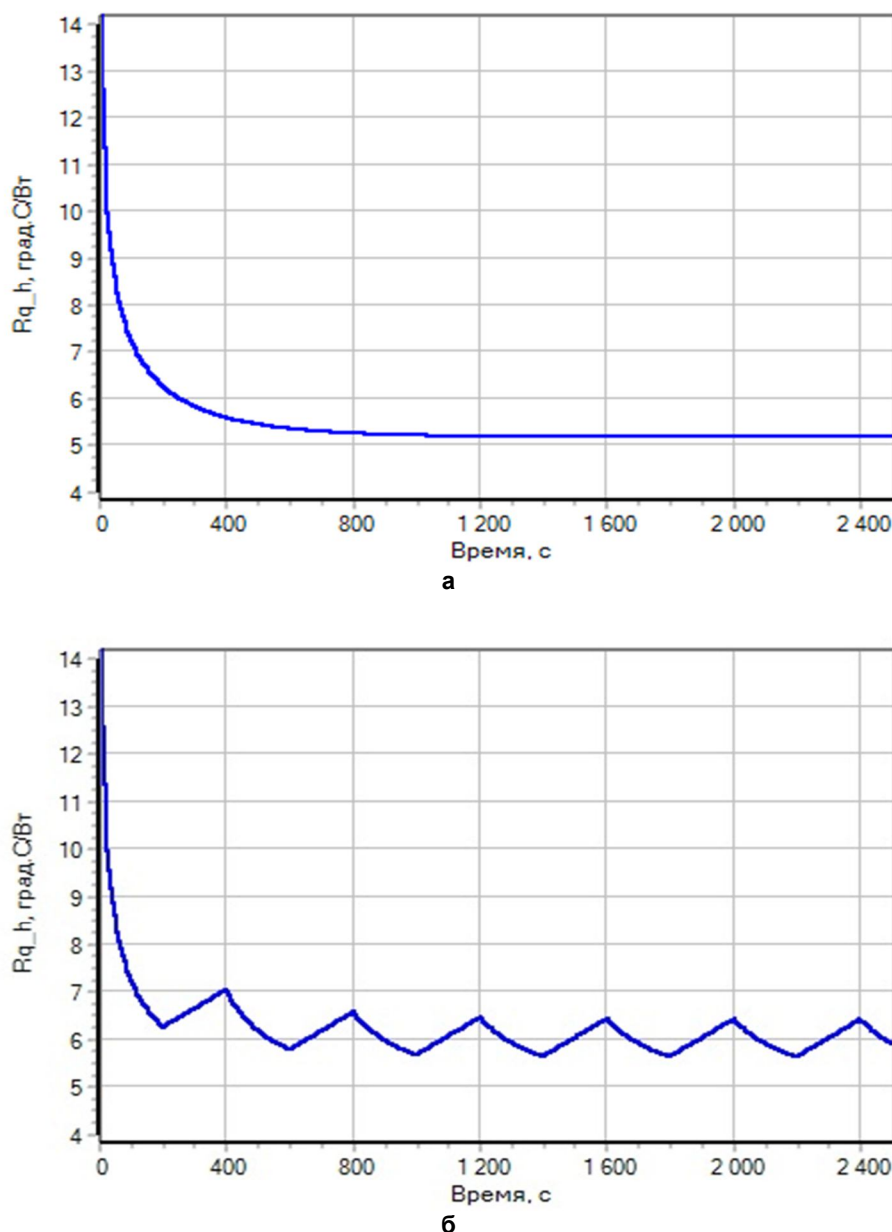


Рис. 6. Изменение теплового сопротивления радиатора: а – при постоянной работе светодиода; б – в режиме прерывистой работы светодиода

Результаты моделирования для примера прерывистой работы светодиода (включен 200 с, выключен 200 с) представлены на рисунках 5, б и 6, б. Температура радиатора колеблется в пределах  $38,2 \dots 50,3^\circ\text{C}$  (рис. 5, б), что приводит к заметным изменениям его теплового сопротивления (рис. 6, б).

### Заключение

Разработанная модель радиатора, применяемого для охлаждения светодиода, и специализированное ПО SimInTech позволяют провести компьютерное моделирование процесса нагрева радиатора во времени с учетом влияния температуры окружающего воздуха и температуры самого радиатора. На основе полученных результатов моделирования можно произвести оценку теплового режима работы светодиода.

Динамика нагрева и охлаждения светодиода в основном определяется тепловой инерционностью его радиатора, поэтому особый интерес представляет применение компьютерного моделирования процесса нагрева радиатора при изменении температуры воздуха и режима работы светодиода.

### Библиографический список

1. Влияние Джоулева разогрева на квантовую эффективность и выбор теплового режима мощных голубых InGaN/GaN светодиодов / А.А. Ефремов, Н.И. Бочкарева, Р.И. Горбунов, Д.А. Лавринович, Ю.Т. Ребане, Д.В. Тархин, Ю.Г. Шретер // Физика и техника полупроводников. – 2006. – Т. 40, № 5. – С. 621–627.
2. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре : учебник / Г.Н. Дульнев. – Москва : Высшая школа, 1984. – 247 с.
3. Методика исследования и контроль тепловых процессов в светодиодах / С.И. Лишик, С.Ю. Никитин, В.С. Поседько, Ю.В. Трофимов, В.И. Цвирко // Светотехника. – 2007. – № 5. – С. 20–24.
4. Никифоров С.Г. Температура в жизни и работе светодиодов. Ч. 1 / С.Г. Никифоров // Компоненты и технологии. – 2005. – № 9. – С. 48–54.
5. Никифоров С.Г. Температура в жизни и работе светодиодов. Ч. 2 / С.Г. Никифоров // Компоненты и технологии. – 2006. – № 1. – С. 18–23.
6. Николаев Д. Основы теплового менеджмента при конструировании ПСП / Д. Николаев, А. Фелопентов // Полупроводниковая светотехника. – 2010. – Т. 1, № 3. – С. 44–47.
7. Скрипников Ю.Ф. Радиаторы для полупроводниковых приборов / Ю.Ф. Скрипников. – Москва : Энергия, 1973. – 48 с.
8. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech : практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б.А. Карташов, Е.А. Шабает, О.С. Козлов, А.М. Щекатуров. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 424 с.
9. Шабает Е.А. Анализ эффективности светодиодов в рабочем диапазоне температур / Е.А. Шабает // Вестник аграрной науки Дона. – 2008. – № 4. – С. 39–47.
10. ProLight PL6N-3LFX 3W RGB Power LED : Technical Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.datasheets360.com/pdf/-4604148972362275037> (дата обращения: 16.01.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Владимир Сергеевич Газалов – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации энергетического оборудования и электрических машин Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрной университет» в г. Зернограде, Россия, г. Зерноград, e-mail: gazalv@rambler.ru.

Евгений Адимович Шабает – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации энергетического оборудования и электрических машин Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрной университет» в г. Зернограде, Россия, г. Зерноград, e-mail: sea007@rambler.ru.

Дата поступления в редакцию 14.07.2019

Дата принятия к печати 28.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Vladimir S. Gazalov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Operation of Power Equipment and Electric Machines, Azov-Black Sea Engineering Institute, Don State Agrarian University, Russia, Zernograd, e-mail: gazalv@rambler.ru.

Evgeny A. Shabaev, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Operation of Power Equipment and Electric Machines, Azov-Black Sea Engineering Institute, Don State Agrarian University, Russia, Zernograd, e-mail: sea007@rambler.ru.

Received July 14, 2019

Accepted August 28, 2019



---

**ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА  
ТИПИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР**

---

**Анатолий Владимирович Дедов  
Любовь Анатольевна Новикова  
Марина Анатольевна Несмеянова**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Приведены результаты исследований, проведенных в 2016–2018 гг. в многофакторном стационарном опыте, заложенном в Хохольском районе Воронежской области (условия юго-востока Центрально-Черноземного района). Целью исследований являлось установление характера изменения содержания гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником при применении различных приемов повышения почвенного плодородия и выявление вариантов, обеспечивающих высокую урожайность масличной культуры. Почва опытного участка – чернозем типичный среднесиловый глинистый с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 4,9–5,0%. Агроклиматические условия периода проведения исследований характеризовались неоднородностью: избыточно влажный 2016 год (ГТК = 2,6) сменился засушливыми 2017 и 2018 гг. (ГТК = 0,8). Исследования проводили по общепринятым методикам. Выявлено, что при одновидовом посеве подсолнечника в пахотном слое почвы накапливалось 4,02 т/га растительных остатков, бинарные посевы подсолнечника с яровой викой и эспарцетом увеличивали эту массу на 33–39%. Использование приемов биологизации при одновидовом посеве масличной культуры обеспечивали увеличение поступающей в почву биомассы на 46–63%, а добавление к ним минеральных удобрений – на 23–73%. На фоне бинарного посева подсолнечника с яровой викой прибавка составила соответственно 84–86% и 59–83%, а на фоне совместного посева с эспарцетом – 81–95% и 59–83%. Содержание гумуса в пахотном слое почвы под одновидовым посевом подсолнечника составило 5,01%. Возделывание подсолнечника в бинарном посеве с яровой викой повысило данный показатель до 5,14%, а с эспарцетом – до 5,12%. Использование соломы на удобрение при возделывании подсолнечника в одновидовом посеве повышало содержание гумуса в пахотном слое почвы на 0,16%, при применении пожнивной сидерации редьки масличной – на 0,07%, совместное же использование данных приемов привело к снижению содержания гумуса в почве на 0,07%.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бинарный посев, многолетние бобовые травы, подсолнечник, общий гумус, растительные остатки.

**WAYS OF REGULATING THE FERTILITY OF TYPICAL  
CHERNOZEM IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHEAST  
OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION**

**Anatoliy V. Dedov  
Lyubov A. Novikova  
Marina A. Nesmeyanova**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies conducted in 2016–2018 in a multi-factor stationary experiment laid in the Khokholsky District of Voronezh Oblast (in the conditions of the southeast of the Central Chernozem Region). The objective of research was to establish the nature of changes in humus content in the arable layer of soil under sunflower using various methods of increasing the soil fertility, and to identify the variants that ensure high oilseed productivity. The soil in the experimental plot was typical medium loamy chernozem with humus content of 4.9–5.0% in the arable soil layer. The agroclimatic conditions during the research period were characterized by heterogeneity: an excessively wet 2016 (HTC = 2.6) was superseded by the arid 2017 and 2018 (HTC = 0.8). Studies were conducted using the conventional methods. It was revealed that in case of single-crop sunflower sowings the arable soil layer accumulated 4.02 t/ha of plant residues, while double-crop sunflower sowings with spring vetch and sainfoin increased this mass by 33–39%. The use of biologization techniques for single-crop oilseed sowing ensured an increase in the biomass supplied to the soil by 46–63%, and the additional use of mineral fertilizers provided an increase by 23–73%. On the background of double-crop sunflower sowings with spring vetch the increase was 84–86% and 59–83%, respectively, while on the background of sowings with sainfoin the increase was 81–95% and 59–83%. The humus content in the arable soil layer under single-crop sunflower sowings was 5.01%. The cultivation of sunflower in double-crop sowing increased this value up to

5.14% with spring vetch, and up to 5.12% with sainfoin. The use of straw as fertilizer in the cultivation of single-crop sunflower sowings increased the humus content in the arable soil layer by 0.16%. The use of stubble green manure of oil radish increased this value by 0.07%, whereas the combined use of these techniques led to a decrease in the humus content in the soil by 0.07%.

KEYWORDS: double-crop sowings, perennial legume grasses, sunflower, total humus, plant residues.

### **В**ведение

Актуальное направление развития земледелия по пути максимального использования биологических факторов с целью получения органической продукции не может быть реализовано без решения вопросов по воспроизводству почвенного плодородия. Известно, что в последние десятилетия плодородие черноземных почв имеет стойкую тенденцию к снижению, которая особенно ярко проявляется в хозяйствах, характеризующихся отсутствием системы севооборотов и несбалансированной структурой посевных площадей.

На протяжении многих десятков лет проводятся многочисленные исследования в области сохранения и повышения плодородия почв пашни, но, тем не менее, решение данной проблемы по-прежнему остается довольно актуальным.

Сегодня приоритетным направлением в решении вопросов снижения деградации черноземов является пополнение пахотного слоя почвы органическим веществом за счет совместных посевов культур с бобовыми травами на фоне использования на удобрение соломы зерновых культур, сидерации, а также их сочетаний с другими факторами интенсификации [1, 3, 4, 6–12].

Целью исследований, проводимых кафедрой земледелия Воронежского ГАУ в рамках решения стоящих перед земледелием вопросов, являлось установление характера изменения содержания гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником при применении различных приемов повышения почвенного плодородия и выявление вариантов, обеспечивающих высокую урожайность масличной культуры.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в 2016–2018 годах в многофакторном стационарном опыте, заложенном в КФХ «ИП Палихов А.А.» Хохольского района Воронежской области.

Объект исследования – чернозем типичный, глинистый, среднемощный, с содержанием гумуса 4,9–5,0% (слой почвы 0–30 см). Содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) составило соответственно 113 и 184 мг/кг почвы (слой 0–30 см), гидролизуемого азота – 62,9 мг/кг почвы.

Агроклиматические условия периода проведения исследований характеризовались неоднородностью: избыточно влажный 2016 год (ГТК = 2,6) сменился засушливыми 2017 и 2018 годами (ГТК = 0,8).

Закладка опыта проведена согласно общепринятой методике полевого опыта [5]. Способ размещения вариантов – рендомизированный. Повторность – трехкратная. Площадь учетной делянки – 100 м<sup>2</sup>.

Схема двухфакторного опыта представлена следующими вариантами.

Фактор А. Бинарный компонент подсолнечника.

1. Одновидовой посев подсолнечника (контроль).
2. Бинарный компонент – вика яровая.
3. Бинарный компонент – эспарцет песчаный.

Фактор Б. Приемы повышения плодородия почвы.

1. Пожнивно-корневые остатки ячменя – фон (контроль).
2. Фон + солома ячменя (Ся).
3. Фон + пожнивной сидерат редька масличная (ПС).
4. Фон + (NPK)<sub>24</sub>.
5. Фон + Ся + (NPK)<sub>24</sub>.
6. Фон + Ся + ПС.

7. Фон + ПС + (NPK)<sub>24</sub>.
8. Фон + Ся + ПС + (NPK)<sub>24</sub>.

Заделка в почву измельченной соломы ячменя на вариантах с ее использованием в качестве удобрения осуществлялась дисковыми орудиями на глубину 10–12 см сразу после уборки зерновой культуры. Посев поживного сидерата (редьки масличной сорт Тамбовчанка) на соответствующих вариантах проводился непосредственно после уборки предшественника подсолнечника – ячменя (третья декада июля). Заделка сидеральной массы в почву осуществлялась в фазе массового цветения растения (вторая половина сентября) при помощи дисковых орудий на глубину 10–12 см. На вариантах с применением минеральных удобрений использовалась азофоска (16:16:16), вносимая в почву при посеве подсолнечника. Средства защиты растений не применялись.

Возделывание изучаемой культуры – подсолнечника – осуществлялось в севообороте: пар чистый, занятый (яровая вика сорт Никольская), сидеральный (эспарцет песчаный сорт Павловский) – озимая пшеница (Губернатор Дона) – ячмень (сорт Вакула) – подсолнечник (гибрид НК Брио) / кукуруза (гибрид Олимпус). Все культуры возделывались по рекомендованным для ЦЧР технологиям (за исключением изучаемых приемов).

Отбор почвенных проб осуществлялся в фазы всходов подсолнечника, массового цветения и полной спелости культуры. Слой исследуемой почвы – 0–30 см. Анализы проводились по общепринятым методикам: определение содержания в почве растительных остатков – по Н.З. Станкову [11], содержание общего гумуса – методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (окисление – по методу Б.А. Никитина) [2].

Уборку масличной культуры проводили вручную с пересчетом полученной урожайности на 100% чистоту и стандартную влажность.

Все полученные в ходе проведенного исследования результаты были подвержены математической обработке методом дисперсионного анализа (с использованием типовых программ).

### **Результаты и их обсуждение**

Одной из основных задач, стоящих перед органическим земледелием, является формирование в почве бездефицитного баланса органического вещества. Важная роль в решении данной задачи отводится растительным остаткам, содержание которых в наших исследованиях зависело от изучаемых приемов повышения плодородия почвы (табл. 1).

**Таблица 1. Масса растительных остатков в почве под подсолнечником при использовании различных приемов повышения плодородия почвы (в среднем за 2016–2018 гг.)**

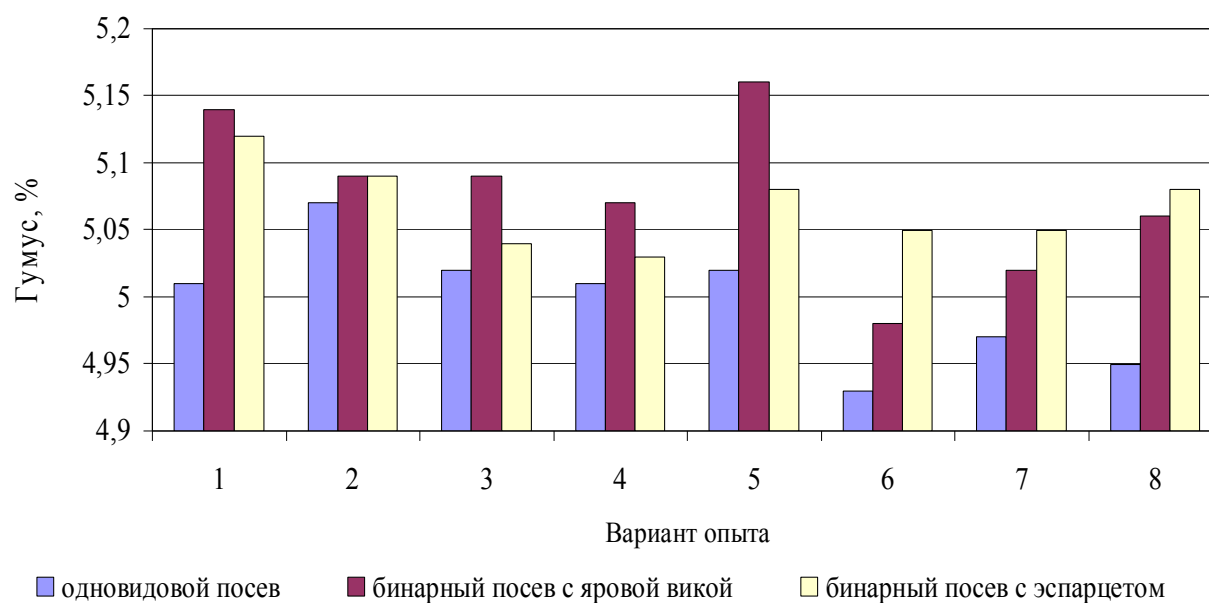
Вариант опыта	Масса растительных остатков в слое почвы 0–30 см, т/га		
	Одновидовой посев	Бинарный посев с викой яровой	Бинарный посев с эспарцетом
1. Фон (контроль)	4,02	5,35	5,60
2. Фон + солома (Ся)	5,93	7,39	7,35
3. Фон + поживной сидерат (ПС)	5,84	7,50	7,26
4. Фон + мин. удобрения (NPK) <sub>24</sub>	4,98	6,40	6,60
5. Фон + Ся + (NPK) <sub>24</sub>	5,30	7,10	7,12
6. Фон + Ся + ПС	6,57	7,40	7,85
7. Фон + (NPK) <sub>24</sub> + ПС	5,89	6,82	6,89
8. Фон + Ся + (NPK) <sub>24</sub> + ПС	6,95	7,36	7,52

При возделывании подсолнечника в одновидовом посеве в пахотном слое почвы накапливалось 4,02 т/га растительных остатков, в бинарных посевах подсолнечника с яровой викой и эспарцетом эта масса повышалась на 33–39%.

Использование приемов биологизации при одновидовом посеве масличной культуры обеспечивали увеличение поступающей в почву биомассы на 46–63%, а добавление к ним минеральных удобрений – на 23–73%. На фоне бинарного посева подсолнечника с яровой викой прибавка составила соответственно 84–86% и 59–83%, а на фоне совместного посева с эспарцетом – 81–95% и 59–83%.

Поступившие в почву растительные остатки возделываемых культур (солома ячменя, биомасса сидерата) подвергаются процессу разложения, при этом одна часть этих остатков разлагается до конечных продуктов, а другая принимает участие в образовании гумуса.

Результаты проведенных исследований показали достоверные изменения показателя содержания гумуса в пахотном слое почвы под влиянием изучаемых приемов (см. рис.).



**Влияние приемов повышения плодородия почвы на содержание гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником (в среднем за 2016–2018 г.)**

Так, на вариантах возделывания подсолнечника в совместных посевах с бобовыми травами содержание гумуса в почве было существенно выше. Если под одновидовыми посевами подсолнечника данный показатель составил 5,01%, то на вариантах возделывания масличной культуры с яровой викой и эспарцетом содержание гумуса в почве увеличивалось соответственно до 5,14 и 5,12%.

При использовании на удобрение соломы ячменя под одновидовой посев подсолнечника содержание гумуса в пахотном слое почвы увеличилось на 0,16%. Применение пожнивной сидерации редьки масличной обеспечило увеличение данного показателя на 0,07%. Совместное использование соломы и пожнивной сидерации привело к снижению содержания гумуса в почве на 0,07%.

Внесение минеральных удобрений при одновидовом посеве подсолнечника способствовало увеличению содержания гумуса в почве на 0,1%. При совместном применении минеральных удобрений и приемов биологизации отмечалась тенденция к снижению данного показателя: при использовании с соломой ячменя – на 0,01%, с пожнивной сидерацией – на 0,04%, с соломой и пожнивной сидерацией – на 0,1%.

На вариантах бинарных посевов подсолнечника увеличение содержания в пахотном слое почвы гумуса отмечалось при использовании на удобрение соломы ячменя (на 0,04%) и пожнивной сидеральной массы редьки масличной (на 0,08%). Аналогично

одновидовому посеву, совместное использование этих двух приемов биологизации характеризовалось уменьшением содержания гумуса в почве на 0,03%.

Использование минеральных удобрений при посевах подсолнечника с бобовыми травами обеспечивало увеличение содержания гумуса в слое почвы 0–30 см не только при их использовании в чистом виде (на 0,06%), но и при их совместном использовании с соломой ячменя (на 0,15%), с пожнивным сидератом (на 0,01%). Тенденция же снижения содержания гумуса в почве (на 0,1%) отмечалась при совместном использовании минеральных удобрений, соломы ячменя и поживного сидерата.

Динамика гумуса в почве оказала существенное влияние на формирование урожайности маслосемян подсолнечника (табл. 2).

В контрольном одновидовом посеве (по фону пожнивно-корневых остатков) за счет мобилизации потенциального плодородия чернозема типичного было получено 2,56 т/га маслосемян подсолнечника. На варианте внесения минеральных удобрений в чистом виде под посев подсолнечника отмечено повышение урожайности масличной культуры до 2,84 т/га (прибавка 11%), при запашке поживного сидерата – до 2,9 т/га (прибавка 13%), а на варианте совместного использования изучаемых факторов – до 2,96 т/га (прибавка 16%).

**Таблица 2. Урожайность подсолнечника (т/га) в зависимости от изучаемых факторов**

Вариант опыта	Урожайность, т/га				% к контролю
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем	
Одновидовой посев подсолнечника					
1. Фон (контроль)	2,61	2,54	2,54	2,56	100
2. Фон + солома (Ся)	2,62	2,16	2,58	2,45	96
3. Фон + поживной сидерат (ПС)	2,70	3,34	2,65	2,90	113
4. Фон + мин. удобрения (НРК) <sub>24</sub>	2,64	3,17	2,70	2,84	111
5. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub>	2,57	3,34	2,68	2,86	112
6. Фон + Ся + ПС	2,68	3,21	2,60	2,83	110
7. Фон + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,69	3,46	2,72	2,96	116
8. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,77	3,42	2,88	3,02	118
Бинарный посев подсолнечника с викой яровой					
9. Фон (без удобрений)	2,68	3,03	3,02	2,91	114
10. Фон + Ся	2,70	3,06	3,12	2,96	116
11. Фон + ПС	2,72	3,08	3,24	3,01	118
12. Фон + (НРК) <sub>24</sub>	2,72	3,16	3,21	3,03	118
13. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub>	2,75	3,24	3,18	3,06	119
14. Фон + Ся + ПС	2,73	3,17	3,22	3,04	119
15. Фон + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,81	3,05	3,34	3,07	120
16. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,88	3,01	3,53	3,14	123
Бинарный посев подсолнечника с эспарцетом песчаным					
17. Фон (без удобрений)	2,65	3,12	2,83	2,87	112
18. Фон + Ся	2,69	3,00	2,94	2,88	112
19. Фон + ПС	2,74	3,22	3,01	2,99	117
20. Фон + (НРК) <sub>24</sub>	2,72	2,85	3,02	2,86	112
21. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub>	2,70	2,99	3,00	2,90	113
22. Фон + Ся + ПС	2,66	3,01	2,95	2,87	112
23. Фон + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,74	3,03	3,12	2,96	116
24. Фон + Ся + (НРК) <sub>24</sub> + ПС	2,81	3,15	3,32	3,09	121
НСР <sub>05</sub>	0,09	0,50	0,15	-	-

Наиболее высокая урожайность подсолнечника на варианте одновидового посева была сформирована при совместном использовании минеральных удобрений, соломы и пожнивного сидерата – 3,02 т/га. При внесении только соломы отмечалось снижение урожайности подсолнечника до 2,45 т/га.

На вариантах возделывания подсолнечника в бинарном посеве с яровой викой и эспарцетом отмечено повышение урожайности соответственно до 2,91 и 2,87 т/га. Внесение удобрений обеспечивало повышение урожайности маслосемян на 12–23%. Существенно более высокая урожайность масличной культуры была сформирована при совместном применении минеральных удобрений, соломы и пожнивного сидерата: 3,14 т/га – при посеве подсолнечника с викой яровой и 3,09 т/га – при посеве с эспарцетом песчаным.

### **Выводы**

1. В совместных посевах подсолнечника с бобовыми травами (викой яровой и эспарцетом песчаным) обеспечивается поступление в почву более высокого количества растительных остатков, превышающего показатель одновидового посева на 33–39%.

2. Приемы биологизации обеспечивают увеличение поступающей в почву биомассы: при одновидовом посеве подсолнечника – на 46–63%, при бинарном посеве с викой яровой – на 84–86%, при бинарном посеве с эспарцетом – на 81–95%.

3. Совместное использование приемов биологизации и минеральных удобрений обеспечивает увеличение поступающей в почву биомассы на 23–73% при одновидовом посеве подсолнечника, на 59–83% – при бинарном посеве с викой и на 59–83% – при бинарном посеве с эспарцетом.

3. Возделывание подсолнечника совместно с бобовыми травами обеспечивает увеличение в почве содержания гумуса: на 0,13 абс.% при посеве с викой и на 0,11 абс.% при посеве с эспарцетом.

5. Существенно более высокая урожайность подсолнечника была сформирована при совместном применении минеральных удобрений, соломы ячменя и пожнивного сидерата: 3,14 т/га – при посеве подсолнечника с викой яровой и 3,09 т/га – при посеве с эспарцетом песчаным.

## Библиографический список

1. Авдеенко А.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов и разработка элементов биологизации системы земледелия в степной зоне Северного Кавказа : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09; 06.01.01 / А.П. Авдеенко. – пос. Персиановский : Донской гос. аграр. ун-т, 2009. – 45 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
3. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, А.В. Дедов и др., под ред. Н.И. Картамышева. – Москва : КолосС, 2012. – 471 с.
4. Дедов А.В. Биологизация земледелия ЦЧР : учеб. пособие / А.В. Дедов, Н.А. Драчев. – Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2010. – 171 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Зезюков Н.И. Научные основы воспроизводства плодородия черноземов ЦЧЗ : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Н.И. Зезюков. – Воронеж, 1993. – 36 с.
7. Изменение потенциального плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 12–14.
8. Каталог проектов агроландшафтов в земледелии (сохранение плодородия, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата) / М.И. Лопырев, В.Д. Постолов, А.В. Дедов и др.; под ред. Лопырева М.И. – Воронеж : Изд-во «Полиарт», 2010. – 164 с.
9. Несмеянова М.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность подсолнечника при различных приемах биологизации и обработки почвы в лесостепи ЦЧР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / М.А. Несмеянова. – Воронеж, 2014. – 23 с.
10. Придворев Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Н.И. Придворев. – Воронеж, 2002. – 42 с.
11. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – Москва : Колос, 1964. – 280 с.
12. Тарабрина Г.Г. Влияние комплекса приемов биологизации на показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность культур севооборота : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Г.Г. Тарабрина. – Воронеж, 2005. – 19 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Анатолий Владимирович Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: dedov050@mail.ru.

Любовь Анатольевна Новикова – аспирант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: zemledel@agronomy.vsau.ru.

Марина Анатольевна Несмеянова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.08.2019

Дата принятия к печати 23.09.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Anatoliy V. Dedov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: dedov050@mail.ru.

Lyubov A. Novikova, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru.

Marina A. Nesmeyanova, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru.

Received August 16, 2019

Accepted September 23, 2019

---

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

---

**Александр Иванович Илларионов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлен анализ информации о современном состоянии разработки и использования санитарно-профилактических мероприятий, агротехнических приемов, химических и биологических средств для защиты озимой пшеницы от сорных растений (видовой состав сорных растений, заселяющих посевы озимой пшеницы, их вредоносность и приемы ограничения численности популяций доминантных видов). Несмотря на широкие возможности использования профилактических мероприятий, агротехнических приемов и гербицидов, сорные растения остаются серьезной проблемой при выращивании озимой пшеницы. Более 70% посевных площадей в России засорены в средней, сильной и очень сильной степени. На территории ЦЧР встречаются практически все известные группы сорных растений. Одной из причин роста засоренности посевов является переход на энергосберегающие технологии обработки почвы. Отсутствие универсальности действия профилактических мероприятий и приемов агротехники в отношении различных видов сорных растений вынуждает использовать гербициды для ограничения их численности. В 2019 г. для химической прополки озимой пшеницы на территории РФ зарегистрированы 273 гербицидных препарата. Они производятся на основе 48 действующих веществ и включают как однокомпонентные, так и комбинированные продукты. Наиболее активно происходит рост числа как однокомпонентных, так и комбинированных противодвудольных гербицидов – производных сульфонилмочевины, пиридинкарбоновой кислоты. Отмечается рост числа граминцидов – производных арилоксифеноксипропионовой кислоты. В последние годы разработаны регламенты для гербицидных продуктов, применяемых в посевах озимой пшеницы как в весенний, так и осенний периоды. Зарегистрированы препараты для подавления одновременно однолетних однодольных и двудольных сорняков. Показана эффективность применения баковых смесей гербицидов с другими химическими средствами защиты растений, удобрениями и регуляторами роста растений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** озимая пшеница, сорные растения, гербициды, биорациональные гербициды, приемы ограничения численности сорняков.

## MODERN METHODS AND AGENTS FOR WINTER WHEAT PROTECTION FROM WEEDS

**Aleksandr I. Illarionov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The author presents the analysis of information on the current state of development and use of sanitary and preventive measures, agricultural practices, and chemical and biological agents for protecting winter wheat from weeds (including the species composition of weeds that populate winter wheat plantings, their harmfulness and methods for limiting the number of populations of dominant species). Despite the wide possibilities of using preventive measures, agrotechnical methods and herbicides, weeds remain a serious problem in the cultivation of winter wheat. More than 70% of cultivated lands in Russia are weed-infested to a moderate, strong and very strong degree. Almost all known groups of weeds can be found in the territory of the Central Chernozem Region. One of the reasons for the growth of weed infestation of crops is the transition to energy-saving soil tillage technologies. The lack of universality of preventive measures and agricultural techniques in relation to various types of weeds forces the use of herbicides to limit their numbers. As of 2019, 273 herbicidal preparations are registered in the Russian Federation for chemical weeding of winter wheat. They are based on 48 active substances and include both single-component and combined products. The fastest increase is observed in the number of both single-component and combined anti-dicotyledonous herbicides, e.g. sulfonylurea and pyridinecarboxylic acid derivatives. There is also an increase in the number of graminicides, i.e. aryloxyphenoxypropionic acid derivatives. In recent years, regulations have been developed for herbicidal products used in winter wheat plantings in both spring and autumn. Preparations have been registered for simultaneous suppression of annual monocotyledonous and dicotyledonous weeds. The author shows the efficiency of using tank mixtures of herbicides with other chemical plant protection agents, fertilizers and plant growth regulators.

**KEYWORDS:** winter wheat, weeds, herbicides, biorational herbicides, methods for limiting the number of weeds.



## **Видовой состав и вредоносность сорных растений**

В Российской Федерации озимая пшеница является главной продовольственной культурой. Условия Центрального Черноземья и других регионов страны в целом благоприятны для получения высоких и стабильных урожаев озимой пшеницы. Однако одной из главных причин реализации биологического потенциала культуры не в полной мере является высокая засоренность посевов [5, 10]. Несмотря на широкие возможности использования профилактических мероприятий, агротехнических приемов и химических гербицидов, сорные растения остаются серьезной проблемой при выращивании озимой пшеницы. Более 70% посевных площадей России засорены в средней, сильной и очень сильной степени [6]. Это обусловлено целым рядом факторов: высокой семенной продуктивностью большинства сорных растений, длительной жизнеспособностью семян в почве, недружным прорастанием семян, длительностью периода биологического покоя, различными требованиями к условиям прорастания, глубиной залегания семян [23, 25]. Существенное влияние на засоренность посевов оказывают технологические приемы обработки почвы, а также присутствие сорных растений на необрабатываемых территориях населенных пунктов, различных производственных построек, по обочинам полей и др.

Рядом исследователей отмечается резкое увеличение засоренности посевов в результате перехода на энергосберегающие технологии обработки почвы (безотвальная, плоскорезная, чизельная, нулевая и др.) [4, 5, 37 и др.]. По данным Россельхозцентра [7], в 2014 г. выявлено увеличение коэффициента засоренности посевов озимых культур по сравнению с 2013 г. Увеличилась засоренность посевов озимой пшеницы *пастушьей сумкой, яноткой белой, бодяком, сурепкой обыкновенной, костром, дескурентией Софьи, яруткой полевой, марью белой, мятликом однолетним, видами гулявника.*

В агроэкосистемах России наиболее распространены 468 видов сорных растений, из которых 139 – экономически значимые и 6 – особо опасные [9]. На территории Центрального Черноземья встречаются практически все известные группы сорных растений.

В посевах зерновых Воронежской области преобладает самая вредоносная группа корнеотпрысковых сорняков – бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), латук (молокан) татарский (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey), молочай Вальдштейна, молочай лозный (*Euphorbia walsteinii* (Sojak) Czer.).

Среди малолетних двудольных наиболее распространены: подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), живокость полевая (*Consolida regalis* S.F. Gray), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), ромашка продырявленная, непахучая (*Matrikaria perforate* Merat), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), пикульники (*Galeopsis spp.*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus* L. = *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), горец шероховатый (*Polygonum scabrum* Moench).

Из однолетних злаковых сорняков наиболее распространен овсюг (*Avena fatua* L.). Четко просматривается тенденция расширения засоренных им площадей.

Отмечается нарастание зимующих сорняков – мелколепестника канадского (*Erigeron canadensis* L.), аистника цикутного (*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton), мятлика однолетнего (*Poa annua* L.).

Особую группу сорных растений представляют многолетние, активно размножающиеся не только при помощи семян, но и органов вегетативного размножения – корневищ, корневых отпрысков, расположенных в верхней части пахотного слоя, что сильно затрудняет борьбу с ними. Из многолетних злаковых в посевах зерновых распространен пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) Nevski).

Отмечено расширение ареала распространения в регионе карантинных видов сорняков: повилики полевой (*Cuscuta campestris* Yunck.) и амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisifolia* L.) [18].

Высокая конкурирующая способность сорных растений в борьбе за условия жизни (питательные вещества, воду, свет, пространство) позволяет им существенно влиять на баланс элементов питания, водно-воздушный, тепловой и световой режим агрофитоценоза, т. е. на эффективное плодородие почвы, количество и качество урожая. Средние потери урожая от засоренности посевов составляют около 10%, но в зависимости от культуры, технологии выращивания и погодных условий могут достигать до 50% [3].

Засоренность полей увеличивает число механических обработок почвы, повышает тяговое сопротивление почвообрабатывающих орудий, что приводит к дополнительным затратам и снижает производительность сельскохозяйственных машин. Сильная засоренность зерна не только обесценивает его как посевной материал, но и портит как продукт питания. Кроме этого, сорные растения являются резервуарами вредителей и возбудителей болезней растений, способствуя накоплению и распространению многих видов фитофагов и фитопатогенов. Так, на листьях бодяка полевого, вьюнка полевого и осота полевого откладывает яйца озимая совка, гусеницы которой повреждают всходы озимых [12]. Многие возбудители опасных болезней также развиваются на сорняках. Просовидные сорняки – щетинники, ежовник являются переносчиками возбудителей корневых гнилей зерновых культур. Сорные растения являются резервуарами возбудителя фомопсиса подсолнечника – опасного карантинного заболевания.

Озимая пшеница является высококонкурирующей культурой по отношению к сорным растениям, однако общие закономерности взаимоотношений характерны и для нее. Озимая пшеница хорошо подавляет многие виды однолетних двудольных сорняков, но обладает слабой конкурентной способностью к засоренности зимующими сорняками (*дескурения Софьи*, *подмаренник цепкий*, *ярутка полевая* и др.).

Видовой состав сорных растений, плотность их популяций а также чувствительность к ним культуры во многом определяют негативный эффект на культуру в различные фазы ее роста и развития. Период развития культуры, в течение которого наблюдается наибольшая чувствительность ее к наличию сорняков, называют критическим. Как правило, для многих культур критический период приурочен к начальным фазам их роста и развития. Озимая пшеница более чувствительна к сорнякам в течение первых 4 недель после посева. Поэтому существенное негативное влияние на урожай озимой пшеницы сорные растения оказывают уже осенью. При высокой плотности популяций в посевах таких видов сорных растений, как *подмаренник цепкий*, *ярутка полевая*, *пастушья сумка*, *фиалка полевая*, *ромашка непахучая*, *бодяк полевой*, *осот полевой*, *вьюнок полевой*, *молокан татарский*, потери урожая могут достигать 30% [38].

В связи с достаточно высокой устойчивостью некоторых зимующих видов сорных растений ко многим гербицидам ограничение численности их популяций весной в фазе кущения озимых не дает надлежащего эффекта. Борьба с сорняками в весенний период осложняется еще и тем, что весной из-за неблагоприятных погодных условий применение гербицидов часто переносится на более поздний срок. Это ведет к тому, что проходит наиболее чувствительная к гербициду стадия развития сорняков и одновременно «уходит» устойчивая к токсиканту фаза озимых, что приводит к снижению биологической эффективности гербицида и угнетению культуры. В опытах ВНИИФ и ВНИИЗР установлена высокая эффективность при осеннем применении ряда препаратов листового действия, снижающих общую засоренность посевов на 78–92% [38]. При удалении сорняков в фазе кущения культуры урожай озимой пшеницы был на 10% ниже, чем на участке без сорняков с момента ее посева (на среднем фоне питания), и на

15% – на повышенном [1]. Таким образом, проведение эффективных регулирующих мероприятий до критического периода и поддержание в течение этого периода посевов чистыми от сорняков обеспечивают получение максимального урожая при минимальных затратах.

### **Приемы ограничения численности и вредоносности сорных растений в посевах озимой пшеницы**

Исследования показали, что в РФ величина сохраненного урожая от 30 до 40% получается за счет эффективного ограничения популяций видов сорных растений в посевах зерновых культур [10, 27]. Доля же вклада различных приемов технологии возделывания культур оценивается следующими показателями: севооборот обеспечивает снижение засоренности посевов на 65–70%, дифференцированная обработка почвы – на 50%, применение гербицидов – на 90%. Эффективного и долговременного снижения засоренности посевов культур можно добиться только при использовании комплекса профилактических и оперативных мероприятий [13, 14].

### **Организационно-хозяйственные и агротехнические приемы и средства**

Основная задача предупредительных мероприятий состоит в предотвращении заноса семян, плодов, вегетативных зачатков сорняков на поля с посевным материалом, ветром, животными, транспортом. Существенным источником засорения почвы семенами сорных растений служат органические удобрения. По данным ВНИИСС, при использовании полужидкого навоза засоренность озимых была в 2,5 раза выше, чем на фоне минеральных удобрений [25]. Важнейшим профилактическим мероприятием распространения особо опасных видов и целых групп сорняков, и прежде всего карантинных, является профессиональное выполнение досмотра подкарантинных грузов [13].

Комплекс агротехнических мероприятий должен включать:

- правильно подобранную систему обработки почвы;
- посев первоклассными семенами районированных сортов, свободными от сорной примеси;
- соблюдение сроков сева, норм высева семян для получения дружных всходов, успешно конкурирующих с сорными растениями;
- внесение научно обоснованных доз удобрений;
- тщательный уход за посевами.

Снижение норм посева и уменьшение густоты стеблестоя культурных растений непременно повышает засоренность полей. В то же время загущение посевов ведет к ненужному перерасходу семян.

Основу борьбы с сорняками составляют севообороты [35]. Экспериментально установлено, что при правильно составленном севообороте потенциальная засоренность посевов в 3–5 раз ниже, чем при бессменных посевах или при их несоблюдении. Усиление засоренности посевов характерно для севооборота с высоким насыщением зерновыми культурами. При этом увеличивается не только количество и масса сорняков, но и повышается запас семян и вегетативных зачатков в почве. Практика показывает, что даже самым тщательным соблюдением профилактических мероприятий невозможно добиться значительного снижения засоренности полей. Огромный запас семян и вегетативных органов размножения сорных растений в почве является существенным источником засорения посевов. В связи с этим возникает необходимость проведения истребительных мероприятий. При наличии корнеотпрысковых сорняков двукратное лущение рекомендуется осуществлять лемешными лущильниками, культиваторами-плоскорезами или дисковыми бородами на глубину 6–8 и 10–12 см. Глубина вспашки при этом увеличивается до 30 см. В опытах ВНИИЗР двукратное лущение жнивья и глубокая зяблевая вспашка на 30–32 см снижали численность корнеотпрысковых сорняков на 57–86% [36]. Качественная и своевременная обработка позволяет

лучше очищать поле от сорняков. Так, масса сорняков в посевах озимой пшеницы по вспашке после уборки предшественника составляла 5,6 г/м<sup>2</sup>, по такой же обработке перед посевом озимых – 26,6 г/м<sup>2</sup>, а по обработке 20 сентября – 48,0 г/м<sup>2</sup> [25].

### **Средства химического метода**

Практика показала, что в условиях интенсификации земледелия применение многократных обработок с использованием мощной техники вызывает значительную деградацию почвенного покрова, усиление эрозионных процессов. К тому же только агротехническими приемами без применения гербицидов проблему засоренности посевов некоторых сельскохозяйственных культур решить просто невозможно [24]. С позиций экономической целесообразности и экологической безопасности гербициды необходимо применять тогда, когда возможности агротехнических и других приемов уже исчерпаны. Преимущество химического метода борьбы с сорной растительностью заключается в его высокой эффективности и быстрой окупаемости.

В настоящее время весь перечень химических средств для ограничения численности и вредоносности сорной растительности в агрофитоценозах Российской Федерации включает 797 наименований препаратов [34], которые производятся на основе действующих веществ из 37 химических групп [15]. Наибольшее их количество рекомендовано для применения на зерновых культурах [21], в том числе и озимой пшенице. За последние пять лет число зарегистрированных коммерческих препаратов для ограничения численности и вредоносности сорных растений возросло на 58,5%. Что касается озимой пшеницы, то количество гербицидных препаратов, разрешенных для химической прополки данной культуры, насчитывает 273 наименования. Они производятся на основе 48 действующих веществ и включают как однокомпонентные, так и комбинированные продукты [34].

Весь перечень действующих веществ и препаратов на их основе в зависимости от класса растений, к которому принадлежат подавляемые виды сорняков, условно можно разделить на три группы. К первой группе относятся противодвудольные препараты, которые эффективны в отношении целого ряда однолетних и/или многолетних двудольных видов сорняков, вторая группа включает противозлаковые гербициды, которые эффективны при ограничении однолетних и/или многолетних однодольных злаковых видов сорняков (граминициды), и третья группа представлена токсикантами, проявляющими эффективность как против однодольных, так и двудольных сорных растений.

### **Противодвудольные гербициды**

Ассортимент гербицидов формируют действующие вещества из разных классов соединений. Преимущество при этом имеют препараты из класса арилоксиалканкарбоновых кислот. Гербициды представлены как однокомпонентными, так и комбинированными препаратами.

*Однокомпонентные препараты.* Синтезированные еще в начале 1940-х годов производные хлорфеноксисукусной кислоты продолжают до сих пор использоваться на посевах зерновых культур, в том числе озимой пшеницы. Речь идет, прежде всего, о солях и эфирах 2,4-дихлорфеноксисукусной (2,4-Д) и 4-хлор-о-толилоксисукусной кислот (МЦПА). Гербициды этой группы являются не самыми эффективными, но они остаются распространенными и дешевыми. Они обладают анатомо-морфологической и частично физиолого-биохимической избирательностью и эффективны против следующих видов однолетних двудольных сорняков: *василек синий, горчица полевая, гулявник лекарственный, пастушья сумка, ярутка полевая, щирица запрокинутая, редька дикая.* Вместе с тем препараты этой группы соединений малоэффективны или даже неэффективны в борьбе с *ромашкой непахучей, видами горцев и осота, одуванчиком обыкновенным, подорожником, дьямянкой лекарственной, подмаренником цепким, фиалкой полевой.* Их используют для весеннего применения на озимой пшенице.

В списке пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации в 2019 г. [34] на основе *диметиламинной соли 2,4-Д*, зарегистрированы только два препарата – Аминопелик, ВР (600 г/л) и Диамисоль, ВР (600 г/л). Эфиры *2,4-Д* по сравнению с солями обладают более высокой биологической активностью в отношении сорных растений. Они наряду с однолетними двудольными сорными растениями подавляют также некоторые многолетние двудольные (*бодяк полевой*). Из числа однокомпонентных препаратов разрешены для применения: *2-этилгексильный эфир 2,4-Д* и произведенный на его основе препарат Октапон экстра, КЭ (500 г/л). *Малолетучие эфиры 2,4-Д (C<sub>7</sub>-C<sub>9</sub>)* используются при производстве препаратов: Лувр Экстра, КЭ (550 г/л); Эффект, КЭ (550 г/л); Айкон, КЭ (550 г/л); Левират, КЭ (550 г/л). На основе сложного *2-этилгексильного эфира 2,4-Д* зарегистрированы 6 препаратов: Эстерон 600, КЭ (600 г/л); Эстет, КЭ (600 г/л); Элант, КЭ (564 г/л); 2,4-Дактив, КЭ (564 г); Дротик, ККР (400 г/л); Эндимион, КЭ (564 г/л). Несмотря на то что полупериод распада *2,4-Д (T<sub>50</sub>)* в полевых условиях составляет всего 10 суток [16], гербициды этой группы являются загрязнителями почв [11].

*Диметиламинная соль МЦПА* в форме препаратов Дикопур М, ВР (750 г/л) и Агроксон, ВР (750 г/л) рекомендуется для ограничения численности однолетних и некоторых многолетних (виды *осота*) двудольных сорняков. Смесь *диметиламинной, калиевой и натриевой солей МЦПА* является основой таких препаратов, как Амелит, ВРК (500 г/л); Линтаплант, ВК (500 г/л); Гербитокс, ВРК (500 г/л), предназначенных для ограничения численности однолетних двудольных сорняков.

Препараты на основе *диметиламинной соли 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты (дикамба)* достаточно хорошо известны специалистам и широко представлены в современном каталоге пестицидов [34]. Гербициды этой группы отличаются низкими нормами применения и высокой эффективностью против ряда видов сорных растений, плохо подавляемых препаратами хлорфеноксисукусной кислоты. В современном каталоге на основе действующего вещества *дикамба* зарегистрированы следующие коммерческие однокомпонентные препараты: Банвел, ВР (480 г/л); Дианат, ВР (480 г/л); Деймос, ВРК (480 г/л); Альфа-Дикамба, ВРК (480 г/л); Оптимум, ВР (480 г/л); Стар-Терр, ВР (480 г/л); Санпэй, ВР (480 г/л); Сенатор, ВР (480 г/л), Герб-480, ВР (480 г/л); Ларт, ВР (480 г/л); Дикамбел, ВР (480 г/л); Шанс ДКБ, ВР (480 г/л); Мономакс, ВР (480 г/л); Диамант, ВР (480 г/л); Декабрист, ВР (480 г/л); Губернатор, ВР (480 г/л); Адвокат, ВР (480 г/л); Диастарт, ВР (480 г/л). Они рекомендованы для ограничения численности и вредоносности *звездчатки средней, горчачка ползучего, горчицы полевой, горцев вьюнкового и развесистого, крестовника обыкновенного, подмаренника цепкого* и других многолетних *корнеотпрысковых сорняков*, включая виды *осота (бодяк полевой)* в посевах озимой пшеницы в весенний период.

Для подавления однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к *2,4-Д* и *МЦПА*, разработаны регламенты 10 препаратов на основе действующего вещества *бентазон* (класс бензотиадиазоны): Бентобел, ВР (480 г/л); Бентасил, ВР (480 г/л); Базагран, ВР (480 г/л); Бентограм, ВР (480 г/л); Корсар, ВРК (480 г/л); Базон, ВР (480 г/л); Бентус, ВР (480 г/л); Гранбаз, ВР (480 г/л); Сикурс, ВР (480 г/л); Барон, ВР (480 г/л) для весеннего применения на озимой пшенице [34].

Для ограничения плотности популяций однолетних и многолетних двудольных сорняков, в том числе *подмаренника цепкого, гречишки вьюнковой, вьюнка полевого*, применяется гербицид *флуороксипир* (производное пиридинкарбоновой кислоты) в форме препаратов Деметра, КЭ (350 г/л) и Старане Премиум 330, КЭ при норме расхода 0,3–0,5 л/га. Еще более активным в биологическом отношении против однолетних двудольных, в том числе *подмаренника цепкого* и других сорняков, устойчивых к *2,4-Д*, является *карфентразон-этил* (класс арилоксиалканкарбоновых кислот) в форме препа-

рата Буцефал, КЭ (480 г/л), при этом норма расхода этого препарата на порядок ниже (от 0,025 до 0,03 л/га) по сравнению с препаратами на основе *флурокситирида* [34].

Для ограничения плотности популяций *видов ромашки, горцев, гречишки вьюнковой, бодяка, осота, латука* зарегистрированы 24 препарата на основе производного перидинкарбоновой кислоты – *клопиралида*: Лоннер-Евро, ВР (300 г/л); Лонтрел-300, ВР (300 г/л); Премьер-300, ВР (300 г/л); Татрел-300, ВР (300 г/л); Лорнет, ВР (300 г/л); Клорит, ВР (300 г/л); Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг); Лонтерр, ВДГ (750 г/кг); Бис 750, ВДГ (750 г/кг); Бис-300, ВР (300 г/л); Брис, ВДГ (750 г/кг); Клиппард, ВР (300 г/л); Выбор 300, ВР (300 г/л); Пираклид, ВДГ (750 г/кг); Клопер 750, ВДГ (750 г/кг); Болид, ВДГ (750 г/кг); Агротех-Гарант-Лонтрин, ВДГ (750 г/кг); Хакер, ВРГ (750 г/кг); Хатор, ВР (300 г/л); Клопирид, ВДГ (750 г/кг); Чермен, ВДГ (750 г/кг); Силард, ВДГ (750 г/кг); Альфа-Пиралид, ВР (300 г/л); Монолит, ВДГ (750 г/кг). Опрыскивание посевов рекомендуется проводить в фазе кущения – до выхода в трубку, норма применения препарата – 0,16–0,5 л/га [34].

Для ограничения численности однолетних двудольных сорняков, в том числе *подмаренника цепкого*, зарегистрирован гербицид *флорасулам* (производное триазолпиримидинов) в форме однокомпонентного препарата Флагман, КС (150 г/л). Опрыскивание посевов проводят в достаточно широком временном интервале при норме расхода в пределах 33–50 г/га [34].

К началу 1990-х гг. ассортимент гербицидов для применения на зерновых культурах значительно расширился за счет создания новых перспективных препаратов четвертого поколения, относящихся к группе производных сульфонилмочевины. Гербициды этого класса по объему применения являются лидерами в нашей стране. Применяются как в виде однокомпонентных препаратов, так и в виде комбинаций различных действующих веществ. Они характеризуются малыми нормами расхода, физиолого-биохимической избирательностью [13] и низкой стабильностью в почве [16]. Хорошо зарекомендовали себя в борьбе с малолетними и многолетними двудольными сорняками в посевах озимой пшеницы. За последние годы существенно расширился ассортимент гербицидов этого класса соединений.

Наибольшее число препаратов зарегистрировано на основе *трибенурон-метила*. В списке пестицидов 2019 г. [34] их перечень насчитывает 32 наименования: Громстор, ВДГ (750 г/кг); Гюрза, СП (750 г/кг); Гранд Плюс, ВДГ (750 г/кг); Гран-при, ВДГ (750 г/кг); Трибун, СТС (750 г/кг); Амстар, ВДГ (750 г/кг); Артстар, ВДГ (750 г/кг); Тризлак, ВДГ (750 г/кг); Гекстар, ВДГ (750 г/кг); Грей Форте, ВДГ (750 г/кг); Мегастар, ВДГ (750 г/кг); Ферат, ВДГ (750 г/кг); Коррида, ВДГ (750 г/кг); Мортира, ВДГ (750 г/кг); Гранат, ВДГ (750 г/кг); Аргамак, ВДГ (750 г/кг); Герсотил, ВДГ (750 г/кг); Триммер, ВДГ (750 г/кг); Шанстар, ВДГ (750 г/кг); Старбокс, СТС (750 г/кг); Гренадер, ВДГ (750 г/кг); Гранилин, ВДГ (750 г/кг); Спецназ 750, ВДГ (750 г/кг); Бен Гур, ВДГ (750 г/кг); АЛЬФА СТАР, ВДГ (750 г/кг); Химстар, ВДГ (750 г/кг); ТриАлт, ВДГ (750 г/кг); Трибинстар, ВДГ (750 г/кг); Трибунал, ВДГ (750 г/кг); Агростар, ВДГ (750 г/кг); Ранголи-Трибенурон, ВДГ (750 г/кг). Ограничение популяций видов сорных растений в посевах озимой пшеницы осуществляют весной при норме расхода препарата 20–25 г/га.

Из числа однокомпонентных препаратов заслуживают внимание 16 препаратов на основе малостабильного в почве [34] *метсульфурон-метила*: Магнум, ВДГ (600 г/кг); Аккурат, ВДГ (600 г/кг); Ларен Про, ВДГ (600 г/кг); Гренч, СП (600 г/кг); МетАлт, СП (600 г/кг); Сарацин, СП (600 г/кг); Лазер, СП (200 г/кг); Метурон, ВДГ (600 г/кг); Наномет, СП (600 г/кг); Делегат, ВДГ (600 г/кг); Метметил, ВДГ (600 г/кг). Норма применения препаратов составляет 8–10 г/га. При равенстве назначения с препаратами на основе трибенурон-метил, тем не менее, существенным отличием гербицидов этих двух групп являются не только концентрации действующих веществ в препаративных фор-

мах, но и норма применения. Это свидетельствует о неравенстве их биологической эффективности в отношении сорных растений. Ограничение численности сорных растений в посевах осуществляют весной в начальные фазы их развития.

Близкими по биологической эффективности и стойкости в почве к препаратам на основе *трибенурон-метила* являются гербициды на основе *тифенсульфурон-метила*. Действующее вещество является основой препаратов: Хармони, СТС (750 г/кг); Тифи, ВДГ (750 г/кг); Шансти, ВДГ (750 г/кг); ТифилАгро, ВДГ (750 г/кг). Опрыскивание посевов проводят весной при норме расхода препарата от 10 до 25 г/га. На основе *триасульфурона* зарегистрированы препараты Триас, ВДГ (750 г/кг) и Логран, ВДГ (750 г/кг). При норме расхода 6,5–10 г/га препараты разрешено применять для ограничения численности однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков. Исследованиями установлено, что некоторые сульфонилмочевинные гербициды могут вызвать негативное влияние на чувствительные культуры, выращиваемые в системе севооборота [27].

*Комбинированные гербициды.* В посевах озимой пшеницы часто можно наблюдать присутствие одновременно сорняков разных биологических групп. С целью повышения биологической эффективности гербицидов, расширения спектра их действия на сорные растения, снижения стрессового воздействия гербицидов на культуру, снижения кратности обработок и получения максимального экономического эффекта в начале 1970-х гг. впервые были зарегистрированы комбинированные двухкомпонентные препараты. Количество комбинированных гербицидов постоянно растет. В 2019 г. для применения на посевах озимой пшеницы зарегистрировано 78 гербицидов [34], тогда как для применения на всех зерновых культурах в 2013 г. их было 44 [31], а в 2004 г. – 27 [28]. В настоящее время рекомендованы к использованию комбинированный гербицид *2-этилгексильный эфир* и *диметилалкиламинная соль 2,4-Д* в форме препарата Октапон-супер, КЭ (470 г/л + 160 г/л) для ограничения численности однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков. Препараты *2,4-Д* используют не только как самостоятельные гербициды, но и в комбинации с *дикамбой* и препаратами производными сульфонилмочевины. Эти смеси предотвращают накопление в агроценозах устойчивых видов малолетних и многолетних двудольных сорняков [20].

В списке пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, на 2019 г. зарегистрированы 8 композиций гербицидов, содержащих *2,4-Д* и *дикамбу* (*диметиламинные соли*) в форме препаратов: Биолан Супер, ВР (447 + 156 г/л); Диален Супер, ВР (344 + 120 г/л); Диана, ВР (344 + 120 г/л); Дикопур Топ, ВР (344 + 120 г/л); Диакем, ВР (344 + 120 г/л); Антал, ВР (344 + 120 г/л); Всполох, ВР (344 + 120 г/л); Альянс, ВР (344 + 120 г/л) [34], которые эффективны против однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к *2,4-Д* и *2М-4Х*, а также видов *осота* (*бодяк полевой* и др.). Для этой же цели предназначены комбинации *2,4-Д* с *дикамбой* (*2-этилгексильные эфиры*) в форме препаратов: Чисталан экстра, КЭ (420 + 60 г/л); Чисталан, КЭ (376 + 54 г/л), а также *2,4-Д* (*2-этилгексильный эфир*) и *дикамбы* (*диметилалкиламинная соль*) в форме препарата Чисталан-супер, КЭ (500 + 100 г/л). Разработаны регламенты сложного *2-этилгексильного эфира 2,4-Д* с *метсульфурон-метилом* в форме препарата Октимет, КЭ (500 + 5,5 г/л), *2-этилгексильного эфира 2,4-Д* с *хлорсульфуроном* (*диэтилэтанолламинная соль*) в форме препарата Октиген, КЭ (419,75 + 5,25 г/л). Разработан комбинированный гербицид на основе *диметиламинных солей МЦПА* и *дикамбы* в форме препарата Дикогерб Супер, ВРК (660 + 90 г/л) против однолетних, в том числе устойчивых к *2,4-Д* и *2М-4Х*, и некоторых многолетних двудольных сорных растений.

Также зарегистрированы трехкомпонентные препараты, в состав которых входят производные хлорфеноксисукусной кислоты и производные ариоксифеноксипропионовой кислоты. Гербицид под названием Оцелот Кросс, КЭ (290 + 49 + 15 г/л) создан на

основе *2-этилгексилового эфира МЦПА* и *феноксапроп-П-этила* в присутствии антидота *клоквинтосет-мексила*, а также Пума Плюс, КЭ (300 + 50 + 12,5 г/л) на основе *2-этилгексилового эфира МЦПА* и *феноксапроп-П-этила* в присутствии антидота *мефенпир-диэтила* [34]. Отличительной особенностью обоих препаратов является способность токсикантов ограничивать численность и вредоносность в посевах пшеницы как однолетних двудольных, так и злаковых сорных растений.

Комбинированный препарат Аврорекс, КЭ (332 г/л + 21 г/л) на основе сложного *2-этилгексилового эфира 2,4-Д* и *карфентразон-этила* (химическая группа триазолиноны) существенно расширил спектр подавляемых однолетних двудольных, в т. ч. устойчивых к *2,4-Д* и *2М-4Х* сорняков (*паслен черный, подмаренник цепкий, щирица, марь белая, канатник Теофраста, пастушья сумка, горчица полевая, яснотка, амброзия полыннолистная, вероника, фиалка полевая* и др.). Комбинированный гербицид на основе *2,4-Д* и *клопиралида (2-этилгексильные эфиры)* в форме препарата Клопэфир, КЭ (410 + 40 г/л) также рекомендован против однолетних и некоторых многолетних (*бодяк полевой*) двудольных сорняков весной [34].

В качестве достаточно эффективного компонента в составе некоторых комбинированных гербицидов уже более 15 лет присутствует *флорасулам*. В настоящее время зарегистрированы следующие препараты:

на основе *2,4-Д* и *флорасулама* – Флоракс, КС (550 + 7,4 г/л);

на основе *2-этилгексилового эфира 2,4-Д* и *флорасулама* – Люгер, СЭ (300 + 6,25 г/л); Дисулам, СЭ (300 + 6,25 г/л); Опричник, СЭ (300 + 6,25 г/л); Сварог, СЭ (300 + 6,25 г/л); Премьера, СЭ (300 + 6,25 г/л); Арбалет, СЭ (300 + 6,25 г/л); Флорастар, СЭ (300 + 6,25 г/л); Элант Экстра, СЭ (410 + 7,4 г/л);

на основе *малолетучих эфиров (С<sub>7</sub>-С<sub>9</sub>) 2,4-Д* и *флорасулама* – Балет, КЭ (550 + 7,4 г/л); Дива, КС (550 + 7,4 г/л); Аминка ФЛО, КЭ (550 + 7,4 г/л);

на основе *сложного 2-этилгексилового эфира 2,4-Д* и *флорасулама* – Катана, СЭ (300 + 6,25 г/л); Балерина Супер, СЭ (410 + 15 г/л); Примадонна, СЭ (200 + 3,7 г/л); Балерина, СЭ (410 + 7,4 г/л); Примадонна Супер, ККР (200 + 5 г/л); Пришанс, СЭ (300 + 6,25 г/л); Астэрикс, СЭ (300 + 6,25 г/л); Примавера, СЭ (300 + 6,25 г/л); Камаро, СЭ (300 + 6,25 г/л).

Разработан регламент комбинированного препарата Спикер, КЭ (422 + 18 г/л) на основе *дикамбы (диметиламинная соль)* и *флорасулама*.

Более широким спектром токсической активности обладает гербицид на основе *флурокситира* и *флорасулама* в форме препарата Унико, ККР (100 + 2,5 г/л) [34]. Его применение позволяет ограничивать численность не только однолетних (в том числе устойчивых к *2,4-Д* и *МЦПА*), но и многолетних двудольных сорных растений (*подмаренник цепкий, гречишка вьюнковая, вьюнок полевой*). *Флорасулам* как компонент комбинированных препаратов способен повысить токсическую активность и, как следствие, биологическую эффективность препаратов в отношении однолетних (в том числе устойчивых к *2,4-Д* и *2М-4Х*) и некоторых многолетних двудольных сорняков, и в частности подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), а также снизить норму применения *2,4-Д*. В результате этого стало возможным осуществлять опрыскивание растений гербицидами в более широком временном интервале фаз развития культуры – от кущения до формирования второго междоузлия. Кроме того, препараты достаточно эффективно ограничивают популяции видов *амброзии, горцев, бодяка* и *осота*. *Флорасулам* в комбинации с *флуметсуламом* (производное триазолпиримидинсульфоанилида) формируют комплекс действующих веществ, входящих в состав препарата под коммерческим названием Дербь 175, СК при соотношении компонентов соответственно 75 + 100 г/л.

Комбинация *аминопиралида* (нового производного пиридинкарбоновой кислоты) с *флорасуламом* является комплексным препаратом Ланцелот 450, ВДГ (300 + 150 г/кг),



рекомендованным для применения весной для ограничения численности популяций видов однолетних и многолетних двудольных сорняков, в том числе *подмаренника цепкого*, видов *осота*, *бодяка* и *горчака ползучего*.

Известны комбинации некоторых производных сульфонилмочевины с *флорасуламом*, у которых высокая биологическая эффективность в отношении сорных растений достигается низкими нормами применения. Каталогом пестицидов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации на 2012 г., для весеннего применения зарегистрирован комбинированный двухкомпонентный гербицид, в состав которого входят действующие вещества *трибенурон-метил* и *флорасулам* в форме препарата Бомба, ВДГ при соотношении компонентов соответственно 563 + 187 г/кг. Эта композиция послужила основанием для регистрации в последующие годы препаратов под следующими коммерческими названиями: Статус Гранд, ВДГ (500 + 104 г/кг); Тандем, ВДГ (600 + 200 г/кг); Шанстар Плюс, ВДГ (500 + 104 г/кг). Норма применения этих препаратов – 20–30 г/га. При неблагоприятных погодных условиях, высокой засоренности посевов и в случае «ухода» чувствительной фазы развития сорных растений к гербицидам целесообразно добавление в состав рабочей жидкости препарата поверхностно-активного вещества ПАВ Адю, ж.

Из числа комбинированных препаратов [34] следует отметить комбинации разных сульфонилмочевин в форме следующих препаратов:

- *метсульфулон-метил* с *тифенсульфулон-метилом* – Аккурат экстра, ВДГ (680 + 70 г/кг);
- *тифенсульфулон-метил* с *трибенурон-метилом* – Калибр, ВДГ (500 г/кг + 250 г/кг); Калибр Голд, ВДГ (375 + 375 г/кг);
- *трибенурон-метил* с *тифенсульфулон-метилом* – Гранстар Мега, ВДГ (500 + 250 г/кг);
- *метсульфулон-метил* с *трибенурон-метилом* – Эллай Лайт (391 + 261 г/кг);
- *трибенурон-метил* с *метсульфулон-метилом* – Плуггер, ВДГ (625 + 125 г/кг); Магнум Супер, ВДГ (450 + 300 г/кг).

Разработаны регламенты для комбинаций некоторых сульфонилмочевин с *флорасуламом*. Зарегистрирована комбинация *тифенсульфулон-метила* с *трибенурон-метилом* и *флорасуламом* в форме препарата Статус Макс, ВДГ (500 + 250 + 80 г/кг) для ограничения численности однолетних двудольных и некоторых многолетних двудольных сорняков. Обработку посевов осуществляют весной при норме расхода 30–50 г/га.

Комбинированные гербициды, в состав которых входят действующие вещества *дикамба* и *триасульфурон* в форме препарата Линтур, ВДГ (659 + 41 г/кг), *дикамба* и *метсульфулон-метил* в форме препаратов Димесол, ВДГ (540 + 28 г/кг); ДФЗ супер, ВГР (359 + 27 г/л), *дикамба* и *хлорсульфулон* в форме препарата Фенизан, ВР (360 + 22,2 г/л), эффективно используются в осенний период вегетации озимой пшеницы. Эта же композиция в форме таких препаратов, как Вигосурон, КЭ (422 + 28 г/л); Прополол, ВДГ (659 + 41 г/кг); Дикамерон Гранд, ВДГ (659 + 41 г/кг), применяется против сорных растений только весной [34].

### **Противодольные гербициды**

Гербициды этой группы составляют производные арилоксифеноксипропионовой кислоты [13]. Эффективное ограничение популяции *овсюга* на посевах озимой пшеницы в весенний период осуществляется применением одного из зарегистрированных препаратов на основе *клодинафон-пропаргила* в присутствии антидота *клоквинтосет-мексила*: Овен, КЭ (80 + 20 г/л); Допинг, КЭ (80 + 20 г/л); Тердок, КЭ (80 + 20 г/л). Обработку посевов культуры проводят в фазы 2–3-го листа сорняков независимо от фазы развития культуры. Норма применения этих препаратов составляет 0,3 л/га [34]. Из производных арилоксифеноксипропионовых кислот практическое применение нашел

*граминицид феноксапроп-П-этил*. Его комбинация с антидотом *клоквинтосет-мексило* является основой 26 коммерческих препаратов: Барс 100, КЭ (100 + 27 г/л); Фокстрот, ВЭ (69 + 34,5 г/л); Акбарс, КЭ (100 + 27 г/л); Ластик Экстра, КЭ (70 + 40 г/л); Ластик 100, ЭМВ (100 + 20 г/л); Овсяген Супер, КЭ (140 + 47 г/л); Овсяген Экспресс, КЭ (140 + 35 г/л); Укротитель, КЭ (100 + 27 г/л); Ягуар Супер 100, КЭ (100 + 27 г/л); Ягуар Супер 7.5, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Ирбис 100, КЭ (100 + 27 г/л); Ибис 100, КЭ (100 + 27 г/л); Ирбис, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Ибис, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Авантикс Экстра, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Авантикс 100, КЭ (100 + 27 г/л); Оцелот, КЭ (100 + 27 г/л); Оцелот Плюс, КЭ (69 + 34,5 г/л); Феноксаган, КЭ (100 + 27 г/л); Шансюген, ВЭ (69 + 34,5 г/л); Тигран, КЭ (100 + 27 г/л); Феноксоп 100, КЭ (100 + 27 г/л); Фабрис, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Скорпио Супер, КЭ (100 + 27 г/л); Тайгер, ЭМВ (69 + 34,5 г/л); Тайгер 100, КЭ (100 + 27 г/л). Комбинации с антидотом *мефенпир-диэтилом* в форме препарата Талака 100, КЭ (100 + 27 г/л), *йодосульфурон-метил-натрием* и антидотом *мефенпир-диэтил* в форме препарата Пума Голд, КЭ (64 + 8 + 24 г/л), *клодинафон-пропаргил* и антидотом *клоквинтосет-мексило* в форме препаратов Фокстрот Экстра, КЭ (90 + 45 + 34 г/л); Ластик Топ, МКЭ (90 + 60 + 40 г/л); Орикс, КЭ (90 + 60 + 60 г/л) или с *клодинафон-пропаргил*, но с антидотом *мефенпир-диэтил* в форме препаратов АРГО, МЭ (80 + 24 + 30 г/л); Тайпан, КЭ (90 + 90 + 40 г/л), только с антидотом *мефенпир-диэтил* в форме препаратов Пума Супер 7.5, ЭМВ (69 + 75 г/л); Пума Супер 100, КЭ (100 + 27 г/л); Полгар, КЭ (100 + 27 г/л); Топтун 100, КЭ (100 + 27 г/л); Полгар 7.5, КЭ (69 + 75 г/л); Фидес, КЭ (100 + 27 г/л) и, наконец, комбинация *феноксапроп-П-этила* с антидотом *нафталевым ангидридом* в форме препарата Грассер, ЭМВ (69 + 120 г/л), могут применяться на посевах пшеницы озимой в ранние фазы развития (2–3-го листа) сорняков независимо от фазы развития культуры. Кроме *овсюга* эти препараты успешно контролируют виды *щетинника*, *просо куриное*, *просо сорное*, *метлицу обыкновенную*, *лисохвост полевой*, *просо волосовидное*, *росичку кроваво-красную*.

В 2010 г. в каталоге пестицидов и агрохимикатов зарегистрированы действующее вещество *пиноксаден* (относится к группе фенилпиразолинов) и препараты на его основе под коммерческими названиями Аксиал 50, КЭ (50 + 12,5 г/л) и Аксиал, КЭ (45 + 11,25 г/л) в присутствии антидота *клоквинтосет-мексила* [29]. *Пиноксаден* поглощается листьями, перемещается к меристематической ткани и оказывает действие на липидный синтез делящихся клеток. Ингибирует ацетил Со-А-карбоксилазу, основной фермент в синтезе жирных кислот. В растениях ингибирует два различных фермента, как хлоропластический, так и цитозольный, чем отличается от большинства граминицидов. Аксиал рекомендован на посевах пшеницы при норме применения 0,7–1,3 л/га. Трехкомпонентная композиция в составе *пиноксаден*, *клодинафон-пропаргил*, *клоквинтосет-мексил* является основой препарата Траксос, КЭ (22,5 + 22,5 + 5,63 г/л). Препарат обладает широким спектром действия и способен подавлять не только перечисленные выше злаковые сорняки, но и виды *канареечника*, *райграса* и *плевела*. Гербицид рекомендован способом опрыскивания посевов по вегетирующим однолетним злаковым сорнякам (от фазы 2–3 листьев до конца кущения) независимо от фазы развития культуры.

#### **Противоодно- и двудольные гербициды**

*Однокомпонентные препараты*. В 2013 г. зарегистрирован и разрешен к применению на территории Российской Федерации гербицид на основе действующего вещества *пироксулам* (химическая группа триазолпиримидины) с антидотом *клоквинтосет-мексило* [31] (гербицид кросс-спектр-действия ПАЛЛАС 45, МД). В ассортименте граминицидов появился препарат, позволяющий в посевах озимой пшеницы контролировать широкий спектр сорняков (виды *костра*, *пырей ползучий*). Высокая биологическая эффективность гербицида отмечена против *овсюга* (90,0%), *щетинника сизого* (80,0%), *костра японского* (85,0%), *костра кровельного* (80,0%), *лисохвоста мышехво-*

стиковидного (75,0%), бодяка полевого (78,0%), пырея ползучего (надземная часть) (68,0%), мари белой, подмаренника цепкого, ярутки полевой, пастушьей сумки, звездчатки средней, метлици обыкновенной, видов вероники, фиалки полевой, видов ромашки и лютика едкого (все 100,0%) [21, 22]. Гербицид ингибирует фермент ацетолактат-синтазу, тем самым нарушая в растении синтез незаменимых аминокислот. Системный гербицид проникает в растение через листья и корневую систему. *Пироксулам* быстро передвигается по растению, останавливая рост и развитие сорняков сразу после проникновения в растительные ткани. Обладает отличной избирательностью и мягкостью по отношению к культуре. Первые видимые симптомы действия гербицида на сорняки заметны только на 7–14-й день, в зависимости от погодных условий. Полная гибель сорняков наблюдается через 4 недели после внесения гербицида. Гербицид выпускается в форме масляной дисперсии, которая обеспечивает высокую степень покрытия органов обрабатываемых растений, высокую устойчивость к выпадающим осадкам и экологическую безопасность. Опрыскивание посевов от злаковых сорняков осуществляют в период от фазы 2-го листа до фазы середины кущения, от двудольных сорных растений – в фазе 6–8 листьев. Оптимальная фаза развития пшеницы – от фазы 4 листьев до фазы 2-го междоузлия при норме расхода 0,4–0,5 л/га.

В России в конце 2013 г. [32] зарегистрирован гербицид *флукарбазон натрия* (сульфониламинокарбонилтриазиноны) в форме препарата *Эверест*, ВДГ (700 г/кг). Препарат *Эверест*, ВДГ эффективен против однолетних злаковых сорняков (*овсюг*, *метлица обыкновенная*, *щетинник зеленый*) и некоторых двудольных (*щиррица запрокинутая*, *горчица полевая*, *гречишка вьюнковая*, *пастушья сумка*, *неслия метельчатая*) [33, 34]. Обработка посевов озимой пшеницы осуществляется по вегетирующим злаковым сорнякам в фазе 1–3-го листа – начала кущения, а также в ранние фазы роста двудольных сорных растений. Оптимальная фаза развития культурных растений – кущение. *Эверест* на основе *флукарбазона натрия* применяют в баковых смесях с такими гербицидами, как *флорасулам*, *клопиралид*, *МЦПА*, *флурокситир*. *Флукарбазон натрия* за счет базипетального и акропетального движения по флоэме и ксилеме распределяется по всему растению. Действует как через почву, так и через листья. Поглощаясь проростками семян сорняков, останавливает их рост. Для пшеницы безопасен благодаря быстрому метаболизму в молодых тканях. После применения препарата у двудольных и злаковых сорняков прекращается деление клеток, они желтеют и высыхают. На 7–21-й день наступает их полная гибель.

*Комбинированные гербициды*. С 2011 г. для ограничения численности и вредности популяций сорных растений в посевах озимой пшеницы разрешено применение гербицида *Вердикт*, ВДГ (6 + 30 + 90 г/кг), содержащего новое действующее вещество из химической группы сульфонилмочевин (*мезосульфурон-метил*) в комбинации с *йодосульфурон-метилом* [30]. Гербициды могут быть применены на посевах культуры как весной, так и осенью. Препарат интересен тем, что обладает широким спектром действия – эффективно контролирует как двудольные, так и злаковые (*овсюг*, *мятлик*, *лисохвост*, *метлица*) сорные растения. Норма его применения колеблется от 30 до 50 г/га в комбинации с 0,5 л/га ПАВ Биобауэр, ВРК.

В 2013 г. в Каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации, вновь зарегистрированы такие действующие вещества, как *дифлюфеникан* (пиридинкарбоксамиды) и *изопротурон* (производные мочевины) [31]. *Дифлюфеникан* обладает системным и контактным действием, адсорбируется преимущественно проростками и имеет ограниченную способность передвигаться по растению. Помимо проникновения в сорные растения образует «экран» на поверхности почвы. При прорастании второй волны сорных растений *дифлюфеникан*, проникая через корни, стебель и coleoptиль, вызывает интенсивное обесцвечивание

проростков и последующую гибель сорных растений. В настоящее время разрешено применение гербицида – в комбинации с *мезосульфурон-метилом* и *йодосульфурон-метилом* в присутствии антидота *мефенпир-диэтила* в форме препарата Алистер Гранд, МД (6 + 4,5 + 180 + 27 г/л). Посевы обрабатывают осенью в фазе 3 листьев – начала кущения культуры и ранние фазы роста сорняков. Препарат обладает широким спектром действия – эффективно контролирует как двудольные, так и злаковые сорные растения. Осеннее применение гербицида Алистер Гранд снижало засоренность посевов на 85–91% [19]. Снижение массы однолетних и многолетних двудольных сорняков весной после возобновления вегетации составляло 97–100%, в эталонном варианте – 95–100%. Высокую чувствительность к данному гербициду проявили практически все имевшиеся на делянках сорные растения (*бодяк щетинистый, осот полевой, звездчатка средняя, пастушья сумка, яснотка стеблеобъемлющая, ромашка непахучая, фиалка полевая*). *Дифлюфеникан* в комбинации с *изопротуроном* в форме препаратов Морион, СК (500 + 100 г/л) и Нерта, КС (500 + 100 г/л) рекомендуется на озимой пшенице для контроля как двудольных, так и некоторых злаковых сорных растений. Чувствительность к действию гербицидов проявляют *василек синий, вероника плющелистная, галинсога мелкоцветковая, горчица полевая, виды горца, гулявник лекарственный, звездчатка средняя, мак самосейка, марь белая, виды лебеды, незабудка полевая, подмаренник цепкий, падалица рапса, редька дикая, виды ромашки, фиалка полевая, ярутка полевая, виды яснотки*, а также *лисохвост полевой, мятлик однолетний и плевел льняной*. *Изопротурон* ингибирует транспорт электронов в фотосистеме II. Обладает системным действием, адсорбируется как корнями, так и листьями, перемещается по всему растению. Поэтому препараты Морион СК и Нерта КС могут применяться как по вегетирующим растениям (в фазе 3 листьев – начала кущения культуры и ранние фазы роста сорняков), так и до появления всходов культуры. Для этой же цели разработана трехкомпонентная композиция *дифлюфеникана* с *флуфенацетом* и *флуртамоном* в форме препарата Бакара Форте, КС (120 + 120 + 120 г/л). Отличается эта композиция от других препаратов, в состав которых входит *дифлюфеникан*, тем, что применение гербицида на посевах пшеницы осуществляют также осенью, но только в фазе кущения культуры и ранние фазы роста сорняков.

### **Баксовые смеси гербицидов**

Существенного повышения гербицидной активности препаратов можно добиться при совместном применении гербицидов и минеральных удобрений. Так, применение гербицидов и аммиачной селитры при подкормке озимой пшеницы обеспечивало получение прибавки зерна до 7,9 ц/га, а в посевах яровых зерновых – 5,5 ц/га. Гибель сорняков при совместном применении удобрений и гербицидов была максимальной – 85–95% [2].

Применение баксовых смесей гербицидов с другими средствами защиты, удобрениями и регуляторами роста растений обеспечивает наиболее полную защиту посевов от сорной растительности [17], при этом их использование в баксовых смесях не снижает индивидуальной активности компонентов, т. е. вещества не проявляют антагонизма, скорее они обладают аддитивным или синергетическим эффектом.

### **Средства биологического метода**

Наряду с синтетическими химическими гербицидами ведутся исследования в области поиска и использования биологических средств – эффективных фитофагов и фитопатогенов для ограничения численности и вредоносности сорных растений. Изучаются растительные и бактериальные экстракты с фитотоксическими свойствами, очищенные бактериальные фитотоксины, синтетические аналоги природных фитотоксинов, которые могут быть использованы как биорациональные химические гербициды [3]. Перспективным считается использование мицелия гриба *Stangospora cirsii* для со-

здания микогербицида с целью ограничения численности бодяка полевого [26] и бодяка щетинистого [8].

Большая зависимость от факторов внешней среды, а следовательно, неустойчивость биологического эффекта средств биометода по сравнению с синтетическими химическими гербицидами, высокая селективность (разработаны для подавления отдельных видов сорных растений), замедленное действие на сорные растения, особенности в требованиях к условиям и срокам хранения препаратов ограничивают практическое использование большинства разработанных гербицидов биологической природы.

### **Заключение**

Анализ отечественной литературы по рассматриваемой проблеме свидетельствует о том, что защита озимой пшеницы от сорной растительности остается актуальной, поскольку засоренность посевов трудноискореняемыми видами сорных растений возрастает. В настоящее время для ограничения численности и вредоносности сорных растений используются санитарно-профилактические мероприятия, агротехнические приемы и химические средства (гербициды). Не умаляя достоинств профилактических приемов и средств, тем не менее решающим в ограничении численности и вредоносности сорных растений остается применение гербицидов.

В 2019 г. для химической прополки озимой пшеницы на территории РФ зарегистрированы 273 гербицидных препарата. Они производятся на основе 48 действующих веществ и включают как однокомпонентные, так и комбинированные продукты. Наиболее активно происходит рост числа как однокомпонентных, так и комбинированных противодвудольных гербицидов – производных сульфонилмочевины, пиридинкарбоновой кислоты. Отмечается рост числа граминицидов – производных арилоксибензоксипропионовой кислоты.

В последние годы разработаны регламенты для гербицидных продуктов, применяемых в посевах озимой пшеницы как в весенний, так и осенний период. Зарегистрированы препараты для подавления одновременно однолетних однодольных и двудольных сорняков. Достаточно высокая эффективность показана при применении баковых смесей гербицидов с другими химическими средствами защиты растений, удобрениями и регуляторами роста растений.

Полагаем, что дальнейшее совершенствование средств борьбы с сорной растительностью будет идти в направлении не только поиска химических гербицидов с оригинальным механизмом действия, а также биорациональных химических гербицидов из растительных и бактериальных субстратов, но и получения высокоэффективных препаратов путем комбинации различных действующих веществ.

---

**Библиографический список**

1. Баздырев Г.И. Изменение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений в зависимости от интенсивности обработки почвы, гербицидов и элемента склона / Г.И. Баздырев, О.М. Куваева // *Агро XXI*. – 2007. – № 7–9. – С. 29–31.
2. Баздырев Г.И. Применение систем гербицидов в севооборотах / Г.И. Баздырев // *Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства : материалы Третьего Международного научно-производственного совещания (Россия, Голицыно, 20–21 июля 2005 г.)*. – Голицыно : ВНИИФ, 2005. – С. 217–235.
3. Берестецкий А.О. Перспективы разработки биологических и биорациональных гербицидов / А.О. Берестецкий // *Вестник защиты растений*. – 2017. – № 1. – С. 5–12.
4. Борин А.А. Влияние агротехнологий на засоренность посевов и урожайность культур севооборота / А.А. Борин, А.Э. Лощина // *Защита и карантин растений*. – 2019. – № 6. – С. 15–18.
5. Влияние системы обработки почвы, удобрений, гербицида и регулятора роста на сорный компонент в посевах озимой пшеницы / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная, С.А. Гаврилова // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 12. – С. 26.
6. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы / П.М. Политько, А.А. Вольпе, Е.Ф. Киселев и др. // *Инновационные аспекты научного обеспечения АПК Центрального федерального округа РФ. Ученые Немчиновки – производству*. – Москва : ФГБНУ «Московский НИИСХ «Немчиновка», 2015. – С. 176–184.
7. Говоров Д.Н. Динамика состава сорной растительности в Российской Федерации в 2013–2014 гг. / Д.Н. Говоров, А.В. Живых, А.А. Шабельникова // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 12. – С. 36–37.
8. Долженко В.И. Результаты фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений за 2006–2010 годы и направления их развития / В.И. Долженко, В.А. Захаренко // *Вестник защиты растений*. – 2011. – № 1. – С. 3–12.
9. Захаренко В.А. Борьба с сорняками в посевах зерновых колосовых культур / В.А. Захаренко, А.В. Захаренко // *Защита и карантин растений*. – 2007. – № 2. – С. 78–122.
10. Захаренко В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков и научного обеспечения / В.А. Захаренко // *Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства : матер. Третьего Международного научно-производственного совещания (Россия, Голицыно, 20–21 июля 2005 г.)*. – Голицыно : ВНИИФ, 2005. – С. 7–20.
11. Захаренко В.А. Экотоксикология в фитосанитарном управлении агроэкосистемами / В.А. Захаренко // *Вестник защиты растений*. – 2009. – № 4. – С. 9–21.
12. Илларионов А.И. Методы защиты растений от вредных организмов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям / А.И. Илларионов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2007. – 251 с.
13. Илларионов А.И. Современные методы защиты растений : учеб. пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 307 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf> (дата обращения: 28.02.2019).
14. Илларионов А.И. Фитосанитарные системы и технологии : учеб. пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 223 с.
15. Илларионов А.И. Химический метод защиты растений : учеб. пособие для подготовки бакалавров по направлениям 35.03.04 «Агрономия», 35.03.05 «Садоводство» / А.И. Илларионов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2014. – 260 с.
16. Илларионов А.И. Экотоксикология пестицидов : учеб. пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2016. – 263 с.
17. Илларионов А.И. Эффективность баковых смесей пестицидов и агрохимикатов при интегрированной защите озимой пшеницы от вредных организмов / А.И. Илларионов, А.В. Жеңчук // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2019. – Т. 12, № 1 (60). – С. 13–23.
18. Лунева Н.Н. Видовое разнообразие сорных растений в агроценозах Воронежской области // *Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства : матер. Третьего Международного научно-производственного совещания (Россия, Голицыно, 20–21 июля 2005 г.)*. – Голицыно : ВНИИФ, 2005. – С. 84–89.
19. Маханькова Т.А. Новый гербицид алистер гранд для осенней защиты зерновых культур от злаковых и двудольных сорных растений / Т.А. Маханькова, А.С. Голубев // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 9. – С. 49–51.
20. Маханькова Т.А. Совершенствование ассортимента гербицидов в последнее десятилетие XX века и перспективы на начало XXI века / Т.А. Маханькова, В.И. Долженко, А.А. Петунова // *Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности : сб. науч. тр.* – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2004. – С. 214–218.

21. Маханькова Т.А. Современный ассортимент гербицидов для защиты зерновых культур / Т.А. Маханькова, В.И. Долженко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 10. – С. 46–50.
22. Новый гербицид кросс-спектр-действия ПАЛЛАС 45, МД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.syngenta.ru/crops/cereals/20150505-pallas-45> (дата обращения: 18.02.2019).
23. Протасов П. Влияние глубины заделки семян сорняков на их всхожесть / П. Протасов // Сб. науч. тр. БСХА. – Минск, 1980. – Вып. 68. – С. 18–20.
24. Санин С.С. Органическое земледелие: фитосанитарные, экологические и экономические барьеры / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 3–6.
25. Система мер борьбы с сорняками в полевых севооборотах при интенсивном земледелии в Центрально-Черноземном районе (рекомендации). – Воронеж : РИО Упрполиграфиздат Обл. тип., 1989. – 61 с.
26. Сокоорнова С.В. Инфицирование бодяка полевого конидиями и мицелием фитопатогенного гриба *Stagonospora cirsii* / С.В. Сокоорнова, А.В. Хютти, А.О. Берестецкий // Вестник защиты растений. – 2011. – № 3. – С. 57–60.
27. Спиридонов Ю.Я. К вопросу о последствии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения / Ю.Я. Спиридонов // Вестник защиты растений. – 2009. – № 3. – С. 10–19.
28. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2004 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2004. – 574 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 5, 2004 г.
29. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2010 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2010. – 804 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 6, 2010 г.
30. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2011 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2011. – 934 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 6, 2011 г.
31. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2013 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2013. – 636 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4, 2013 г.
32. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2014 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2014. – 691 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4, 2014 г.
33. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2015 год : справочное издание. – Москва : [Б. и.], 2015. – 720 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4, 2015 г.
34. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2019 год : справочное издание. – Москва, 2019. – 848 с. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4, 2019 г.
35. Справочник агронома (Центрально-Черноземный регион) / Г.В. Коренев и др. ; под ред. Г.В. Коренева. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1996. – 314 с.
36. Технологические системы ведения и инновационного развития сельского хозяйства и переработки сельскохозяйственной продукции / Г.В. Овсянникова и др. // Инновационные основы системного развития сельского хозяйства: стратегии, технологии, механизмы (Центральный федеральный округ России) : монография ; под общ. ред. И.Ф. Хицкова. – Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 2013. – С. 317–626.
37. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-Till / Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких, О.В. Кулагин, А.А. Слободчиков // Защита и карантин растений. – 2014. – № 1. – С. 18–22.
38. Хрюкина Е.И. Преимущества химической прополки осенью очевидны / Е.И. Хрюкина // Защита и карантин растений. – 2006. – № 9. – С. 20–22.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

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

Дата поступления в редакцию 28.08.2019

Дата принятия к печати 30.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Aleksandr I. Illarionov, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [Illarionov-Alexandr@yandex.ru](mailto:Illarionov-Alexandr@yandex.ru).

Received August 28, 2019

Accepted September 30, 2019

## СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Александр Владимирович Агибалов  
Людмила Анатольевна Запорожцева  
Юлия Викторовна Ткачева

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследования, проведенного в рамках договора по разработке проекта стратегии социально-экономического развития Репьевского муниципального района Воронежской области на период до 2035 г. Работа выполнялась в ходе стратегического планирования с учетом Стратегии-2035 – одного из наиболее важных планов развития России, регионов, муниципальных образований, сельских территорий. Актуальность исследования связана с недостаточной изученностью специфики стратегического анализа и планирования развития сельских территорий. На примере однородного муниципального района, в состав которого входят только сельские территории, исследованы ключевые проблемы и конкурентные преимущества, представлена методика формирования миссии, приоритетов, целей и сценариев (инерционный, базовый и целевой) социально-экономического развития сельских территорий исследуемого муниципалитета на период до 2035 г. Формирование сценариев социально-экономического развития позволит муниципальному образованию выбрать приоритетные направления развития, определить точки роста и узкие места, а также те направления, которым следует уделить больше внимания на прогнозный период. Выделены способы достижения поставленных целей, ожидаемые результаты реализации стратегии, а также представлен механизм обеспечения социально-экономического развития сельских территорий. Обоснована целесообразность использования разработанного механизма многовариантного развития. Наиболее перспективным является целевой сценарий, поскольку он направлен на достижение более высоких результатов в уровне и качестве жизни населения, инновационности экономики, ее интеграции в региональное экономическое пространство, что определяет наиболее приемлемую траекторию развития и приращения конкурентных преимуществ с наименее возможными затратами и потерями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Стратегия-2035, сельские территории, социально-экономическое развитие, муниципальные образования, стратегические сценарии.

## SCENARIO APPROACH TO SETTING STRATEGY FOR RURAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Aleksandr V. Agibalov  
Lyudmila A. Zaporozhtseva  
Yuliya V. Tkacheva

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies carried out as part of agreement on designing a draft strategy for socio-economic development of Repyevsky Municipal District of Voronezh Oblast for the period until 2035. The study was performed in the course of strategic planning taking into account the Strategy-2035, i.e. one of the most important development plans for Russia, its regions, municipalities, and rural areas. The relevance of research is associated with insufficient knowledge of specifics of strategic analysis and planning of rural development. On the example of a homogeneous municipal district, which includes only rural areas, the authors have explored the key problems and competitive advantages and presented a methodology for defining the mission, priorities, objectives and scenarios (no-change, base case, and target) of socio-economic development of rural territories of the studied municipality for the period until 2035. Creation of scenarios of socio-economic development will allow the municipality to choose the priority development directions, determine the growth points and vulnerabilities, as well as those areas that should be given more attention in the forecast period. The authors highlight the ways of achieving the stated goals and the expected results of implementing the strategy, and present the mechanism for ensuring the socio-economic development of rural territories. The expediency of using the developed mechanism of multivariate development has been substantiated. The most promising is the target scenario, since it is aimed at achieving higher results in terms of quality and level of life of the population, innovativeness of the economy, and its integration into the regional economic space, which determines the most acceptable path for the development and increment of competitive advantages with the least possible costs and losses.

KEYWORDS: Strategy-2035, rural areas, socio-economic development, municipalities, strategic scenarios.



Стратегия-2035, как основной документ, регламентирующий развитие государства на долгосрочную перспективу, формируется с учетом приоритетных сфер и направлений его социально-экономического развития, индикаторов будущего состояния регионов, а также соответствующих механизмов их достижения. Базисным звеном механизма ее реализации является стратегия развития сельских территорий в границах муниципального образования. Развитие каждого субъекта всегда подчинено сложно структурированному плану, опирающемуся на сценарии выбранных стратегических перспектив [6]. Несмотря на то что разработка стратегии осуществляется в рамках действующего законодательства [2, 3] и носит в первую очередь социальный характер, ей должен предшествовать научно обоснованный стратегический анализ экономического потенциала.

Стратегический анализ социально-экономического развития муниципального образования производится по особому алгоритму и включает в себя:

- краткую характеристику и определение места муниципалитета в экономике региона;
- оценку достижения целей социально-экономического развития муниципалитета;
- анализ тенденций развития муниципалитета;
- исследование экспертного мнения представителей населения, предпринимателей, органов власти, общественных организаций по вопросам социально-экономического развития муниципалитета;
- анализ ресурсного потенциала муниципалитета;
- SWOT-анализ социально-экономического развития муниципалитета;
- выделение ключевых проблем и конкурентных преимуществ развития муниципалитета [4–7].

Результаты, полученные в ходе проведения стратегического анализа, служат основой разработки миссии, приоритетов и сценариев социально-экономического развития муниципалитета на заданный период. Подробное рассмотрение реализации сценарного подхода к обоснованию социально-экономического развития муниципалитета до 2035 г. покажем на примере Репьевского муниципального района Воронежской области. Площадь территории исследуемого района составляет 934 км<sup>2</sup> при среднегодовой численности постоянного населения в 2016 г. 15 763 чел. В состав муниципального района входят 11 сельских поселений, на территории которых расположены 42 населенных пункта. Он относится к однородным сельским муниципальным районам, включающим только сельские территории, что налагает особенности на его уклад и экономику. Поэтому при выработке основ стратегии его развития можно применять комплексный подход к решению проблем сельских территорий [1].

Анализ результатов Стратегии-2020 показал, что не все цели, намеченные данным документом, были достигнуты. Вместе с тем муниципалитет относится к одному из динамически развивающихся районов, что подтверждается участием в областных программах и социально-экономическими показателями [6].

Оценка качества социально-экономического развития муниципалитета произведена на основе исследования экспертного мнения целевой выборочной группы представителей населения, предпринимателей, органов власти, общественных организаций, а также путем применения экономико-математических методов обработки статистических данных [8–10]. В результате нами сформирован перечень наиболее значимых *проблем* развития сельских территорий Репьевского муниципального района:

- отсутствие предприятий переработки сельскохозяйственной продукции в районе;
- отсутствие инвестиционных возможностей у предприятий района (недостаток собственных средств для реализации инвестиционных проектов, а также отсутствие реального залогового обеспечения кредитов);

- проблемы демографического характера;
- недостаточная обеспеченность медицинскими кадрами;
- высокий уровень износа автомобильных дорог (27-е место в области (2015 г.) по густоте автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием);
- значительный износ коммуникаций жилищно-коммунального хозяйства в поселениях, низкий уровень внедрения новых технологий в области ЖКХ.

Кроме того, были выделены следующие *конкурентные преимущества*:

- высокий потенциал развития сельскохозяйственного производства и переработки продукции АПК в районе;
- развитая социальная инфраструктура (достаточное количество современных учреждений сферы образовательных услуг, культуры и спорта);
- наличие свободных площадок для реализации инвестиционных проектов;
- наличие рекреационных и иных ресурсов для развития туризма (экотуризм, событийный и др.);
- высокая активность самоуправления (на 01.01.2017 г. путем формирования 23 организаций территориального общественного самоуправления привлечено и освоено грантов на 1,83 млн руб.).

При исследовании других однородных сельских муниципальных районов Воронежской области нами установлено, что выделенные проблемы и преимущества в большинстве своем типичны и дифференцированы лишь по территориальной и транспортной доступности к областному центру. Спецификой исследуемого региона является аграрное производство, что обусловлено выгодным сочетанием плодородных земельных ресурсов, климата, сосредоточением квалифицированного человеческого капитала. На территории области сформировались и успешно развиваются зерновой, свекловичный и молочный кластеры, поэтому естественно, что локомотивом роста муниципальных районов является сельское хозяйство. Особое сочетание факторов внешней и внутренней конъюнктуры делает его привлекательным для инвестирования.

Четкое обозначение проблем и конкурентных преимуществ позволило определить миссию Репьевского муниципального района Воронежской области следующим образом: район с развитым сельским хозяйством, район современного комфорта, культуры сельской жизни, с достойной работой и всесторонним развитием человека.

В этой связи *генеральную цель* исследуемого муниципального образования сформулируем в следующем виде: реализация потенциала развития Репьевского муниципального района путем роста отрасли сельского хозяйства, развития перерабатывающей промышленности, а также роста возможностей местного бюджета, улучшения жизни граждан.

На основе выделенных ключевых проблем и конкурентных преимуществ исследуемого муниципалитета были обоснованы следующие *приоритеты* Стратегии-2035.

1. Развитие сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности района: формирование полного цикла производства сельскохозяйственной и пищевой продукции.

2. Повышение предпринимательской активности населения и организаций (рост налоговых и неналоговых поступлений в бюджет района в результате развития субъектов малого бизнеса).

3. Улучшение условий жизни и сохранения здоровья граждан (комплексная модернизация сферы жилищно-коммунального хозяйства района, дорожной сети; расширение возможностей предоставления и постоянное повышение качества образовательных услуг, объектов культуры, отдыха и спорта; развитие туристических, рекреационных возможностей района; поддержание дальнейшей социальной активности населения через инструменты общественного самоуправления).

4. Экология и благоустройство.

В рамках разработки стратегии социально-экономического развития муниципалитета были сформированы три сценария: целевой (оптимистический), базовый (умеренный) и инерционный (пессимистический), характеризующие в той или иной степени перспективы его развития.

Целевой (оптимистический) сценарий – оптимальный вариант социально-экономического развития муниципального образования, обеспечивающий достижение установленных приоритетов и целей развития. Он характеризуется сочетанием устойчивого роста целевых социально-экономических показателей муниципального района с благоприятными тенденциями макроэкономической конъюнктуры. Целевой сценарий направлен на достижение более высоких результатов в уровне и качестве жизни населения, инновационности экономики, ее интеграции в региональное экономическое пространство, что обуславливает привлекательность как для населения, так и инвесторов и формирует вектор перманентного стратегического развития.

Целевой сценарий Репьевского муниципального района предполагает развитие кооперации и многопрофильного сельского хозяйства (рост объемов производства и формирование полного цикла переработки по отраслям растениеводства и животноводства); рост инвестиций, повышение рейтинга района; рост объемов социальной поддержки населения в результате взаимодействия с организациями областного уровня; переход к динамике стабилизации и устойчивого роста численности населения; рост уровня образования населения и качества образовательных услуг и услуг здравоохранения в результате внедрения передовых технологий.

Базовый (умеренный) сценарий также предполагает рост, но ориентирован преимущественно на усилия администрации муниципального района и не предполагает значительной позитивной динамики макроэкономической среды, что значительно снижает его результативность относительно целевого сценария. Этот сценарий можно считать переходным от инерционного (пессимистического) к целевому (оптимистическому), реализующимся при неблагоприятных условиях временного характера. Однако не всегда переход может сопровождаться проявлениями базового сценария: возможны случаи стремительного перехода от инерционного (пессимистического) сценария развития к целевому (оптимистическому). Базовый сценарий Репьевского муниципального района предусматривает реализацию стратегических инвестиционных проектов и сохранение существующего уровня инвестиций; развитие переработки продукции растениеводства и животноводства; незначительное умеренное увеличение производства; сохранение существующих форм и методов социальной поддержки населения и усиления его деловой активности; стабилизацию динамики численности населения, увеличение доходов на душу населения в соответствии с общей инфляционной динамикой; увеличение обеспеченности врачами, сохранение структуры и численности образовательных и медицинских учреждений.

Инерционный (консервативный, пессимистический) сценарий социально-экономического развития характеризуется значительным отклонением результатов муниципального района от целевых показателей социально-экономического развития вследствие невозможности сохранения достигнутого уровня или поддержания положительной динамики за счет административных ресурсов ввиду их недостаточности. Он является наименее ориентированным на устойчивое развитие, но подразумевает минимальное развитие (или снижение показателей в неблагоприятных условиях не ниже установленного уровня), которое важно в современных условиях. Инерционный сценарий Репьевского муниципального района включает сохранение существующей структуры производства и переработки, снижение инвестиций, падение доли высокорентабельных культур в севооборотах по причине истощения почв; снижение поддержки населения и ужесточение налоговых и экономических условий; сокращение количества образовательных учреждений, врачебных ставок медицинских учреждений, сохранение динамики оттока населения или ее усиление; снижение реальных доходов населения.

Результаты целеполагания социально-экономического развития Репьевского муниципального района синхронизированы и согласованы со Стратегией-2035 региона. Так, стратегическими целями Воронежской области являются:

- 1) достижение лидерских позиций по уровню развития человеческого капитала и качеству жизни населения, сокращение социально-экономического неравенства;
- 2) поддержание устойчивого развития экономики, укрепление позиций области в национальном и мировом экономическом пространстве.

В соответствии с первым положением для исследуемого муниципального образования сформированы следующие цели:

- улучшение качества жизни населения;
- комплексная модернизация сферы жилищно-коммунального хозяйства района, дорожной сети;
- повышение уровня образовательных услуг, увеличение количества культурных, досуговых и спортивных мероприятий в каждом сельском поселении района;
- создание условий для активного участия населения в общественной жизни района.

Реализация второго положения находит отражение в следующих целях муниципального образования:

- рост объемов производства и товарооборота коммерческих организаций;
- развитие малого и среднего бизнеса.

Ожидаемые результаты реализации стратегии по целевому сценарию отражены в таблицах 1 и 2.

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются однородные сельские районы, является отсутствие механизма их стратегического развития, учитывающего специфику сельских территорий.

Основой механизма стратегического развития является уровень достижения целевых ориентиров муниципальным районом, что позволит выявлять текущие отклонения, а также корректировать объем мероприятий по достижению или поддержанию наиболее предпочтительного уровня развития в зависимости от динамики конъюнктуры внешних факторов [5].

Под механизмом развития сельских территорий в границах муниципального района мы предлагаем понимать социально-экономическую систему административных методов и рычагов, относительно независимых и одновременно связанных друг с другом структурных компонентов внутрирайонного и межмуниципального взаимодействия, а также отношений с региональными властями, обеспечивающих последовательное достижение целевых ориентиров наиболее благоприятного сценария.

Механизм развития однородного сельского муниципального района должен иметь в своем составе следующие основные блоки:

- информационное обеспечение процесса оценки развития муниципального района, представленное службами, отслеживающими состояние социально-экономических показателей;
- диагностика результатов реализации сценария развития муниципального района, основанная на скрининге по ключевым показателям;
- поддержка выявленного уровня развития (в случае соответствия целевым показателям) или поиск возможностей корректировки (при отклонении от них);
- инструментарий корректировки развития с целью достижения целевых показателей (административный механизм, механизм межмуниципального взаимодействия и регионального участия);
- оценка достигнутых результатов Стратегии-2035 на промежуточных этапах и таргетирование на перспективу.

Таблица 1. Прогноз значений стратегических показателей социально-экономического развития Репьевского муниципального района Воронежской области по целевому сценарию до 2035 г.

Наименование показателя	Базовые значения 2016 г.	Прогноз		
		2024 г.	2030 г.	2035 г.
Обеспеченность врачами, в процентах к нормативу (норматив 41 специалист на 10 000 чел.), %	57	63	66	75
Темп роста денежных доходов на душу населения, %	106,3 (к 2015 г.)	160,7 (к 2016 г.)	218,0 (к 2016 г.)	282,0 (к 2016 г.)
Плотность автомобильных дорог общего пользования местного значения с твердым покрытием (на конец года), км/ 1000 км <sup>2</sup>	84,40	93,0	102,1	141,3
Протяженность реконструированных инженерных сетей, км	29,7	48,0	69,0	81,4
Доля населения, систематически занимающегося физической культурой и спортом, в общей численности населения, %	37	45	50	60
Расходы консолидированного бюджета муниципального района на образование и культуру в расчете на одного жителя, руб./чел.	11 320	12 074	14 594	15 323
Количество проводимых культурно-массовых мероприятий, шт.	2987	3060	3120	3170
Доля населения, вовлеченного в общественное самоуправление, в общей численности населения, %	22,2	31,8	38,5	44,8
Объем финансирования ТОСов и других форм общественного самоуправления, тыс. руб.	2297	4000	5000	6000
Объем инвестиций в основной капитал (всего по району), тыс. руб.	590 138	614 158	671 950	741 994
Индекс производства продукции сельского хозяйства, %	91,55	120	130	140
Индекс производства продукции промышленности, %	196,9 (к 2015 г.)	200,0 (к 2016 г.)	400,0 (к 2016 г.)	600,0 (к 2016 г.)
Оборот продукции, производимой малыми и средними предприятиями, в том числе микропредприятиями, и индивидуальными предпринимателями, тыс. руб.	969 756	1 327 177	1 565 421	1 904 571
Доля налоговых поступлений от субъектов малого и среднего предпринимательства в общем объеме налоговых поступлений в бюджет МО, %	7,1	9,0	12,0	16,0
Смертность трудоспособного населения на 10 000 чел., промилле	84,0	82,5	81,3	75,3

Таблица 2. Цели, задачи и целевые показатели социально-экономического развития Репьевского муниципального района Воронежской области до 2035 г.

Цель МО	Задача МО	Способ достижения	Ожидаемый результат к 2035 г. (по отношению к базовым значениям 2016 г.)
Улучшение условий жизни граждан и сохранение здоровья граждан	Создание условий для снижения смертности	Создание условий для притока кадров и повышение доступности и качества здравоохранения	Снижение смертности трудоспособного населения – на 10% Рост обеспеченности врачами – на 32%
	Поддержка роста доходов граждан	Открытие новых предприятий с новыми рабочими местами	Рост доходов населения – на 182%
	Улучшение качества автодорог района	Реализация программы реконструкции автодорог и инженерных сетей, в том числе с привлечением федеральных и региональных средств	Рост плотности автодорог с твердым покрытием – в 1,32 раза
Комплексная модернизация сферы ЖКХ района и дорожной сети	Обновление объектов ЖКХ района	Информирование населения о преимуществах занятия физической культурой и спортом, проведение соревнований	Рост объемов реконструированных инженерных сетей – в 2,74 раза
	Формирование приверженности к здоровому образу жизни у населения	Привлечение 3,6 тыс. человек к занятию физической культурой и спортом	
Расширение возможностей образования, культуры, спорта, досуга в каждом сельском поселении района	Повышение возможностей образования и досуга для жителей района	Проведение культурно-массовых мероприятий, участие в программах софинансирования сферы образования и культуры	Рост расходов на культуру – на 46% Рост охвата детей программами Дополнительного образования – на 30% Довести охват населения мероприятиями в сфере культуры – до 82% Увеличить количество созданных мест массового отдыха, культурного и спортивного досуга населения – на 26%
	Вовлечение граждан в систему общественного самоуправления	Информационная и методическая поддержка граждан по вопросам общественного самоуправления	Рост доли населения, участвующего в общественном самоуправлении, – в 2 раза
Стимулирование активности населения в общественной жизни района	Увеличение объемов финансирования ТОСов и др. форм общественного самоуправления	Рост количества реализованных ежегодно проектов, иницированных ТОС и общественными организациями, – на 27%	
	Привлечение инвестиций в основной капитал	Увеличение годового объема инвестиций в основной капитал – в 2,5 раза	
Увеличение производства продукции предприятиями района	Поддержка роста производства	Обеспечение прироста отрасли сельского хозяйства – на 40%	
	Поддержка роста производства продукции промышленности	Рост объема промышленного производства – в 2,2 раза	
Развитие малого бизнеса в районе	Поддержка реализации продукции МСП района	Увеличение оборота МСП – на 96%	
	Рост доли налоговых поступлений от МСП	Увеличение доли налогов от МСП в бюджете района – в 2,25 раза	
Рост доли занятых на субъектах МСП	Рост доли занятых на субъектах МСП	Рост доли занятых на субъектах МСП – на 12%	

Функционирование механизма развития должно осуществляться на основе циклического взаимодействия всех его блоков. Формализация стратегии на законодательном уровне направлена на обеспечение социально-экономического роста и развития муниципального района, а также повышения его конкурентных преимуществ. Возможные варианты стратегий развития представлены в следующем виде: стратегия устойчивого развития; стратегия умеренного развития; стратегия хаотичного развития.

Следует отметить, что каждая из стратегий соответствует определенному сценарию: целевому – стратегия устойчивого развития, базовому – стратегия умеренного развития, инерционному – стратегия хаотичного развития. Кроме того, если по результатам диагностики выходит, что целевые показатели сценария не сформированы, то принимается решение о пересмотре основных положений стратегии и неэффективности администрирования района.

Стратегия устойчивого развития – это стратегия развития, которая выражает стремление администрации района к поддержанию роста целевых показателей. Стратегия умеренного развития представляет собой такое же стремление к качественному росту, как и при стратегии устойчивого развития, но при отсутствии положительной динамики макроэкономических факторов. Стратегия хаотичного развития – это стратегия, при которой нет ориентированности на качественное и постоянное развитие, а положительные результаты носят случайный, незакрепленный характер.

### **Выводы**

Стратегический анализ позволяет сельским территориям в границах однородных муниципальных образований выделить приоритетные направления развития, обозначить свои сильные стороны и те сферы, которым следует уделить больше внимания на прогнозный период. Использование такого механизма стратегического планирования целесообразно, так как район может выбрать наиболее реалистичный путь развития, обозначить траектории устойчивого роста и приращения конкурентных преимуществ в рамках, а также мероприятия, способствующие улучшению сложившегося положения.

В зависимости от сценария стратегии и результатов его реализации следует решать задачи, направленные на поддержание достигнутого уровня в рамках стратегии устойчивого развития, а также на достижение характеристик целевого сценария при стратегии умеренного и хаотичного развития.

В то же время каждая ситуация требует подготовки и реализации инструментария корректировки социально-экономического развития для достижения целевого вектора, после применения которого необходимо провести оценку результатов, анализ качества и структуры информационного блока. Не исключено, что если изначально в основу разработки стратегии были заложены неверные целевые ориентиры, то придется корректировать сами сценарии.

Таким образом, драйвером роста сельских территорий в границах муниципальных образований Воронежской области при разработке Стратегии-2035 является АПК, а основными проблемами – дефицитность высококвалифицированных кадров вследствие демографических проблем, привлечение инвесторов и обеспечение высокого качества жизни и притока населения.

## Библиографический список

1. Агибалов А.В. Совершенствование управления развитием сельских территорий : монография / А.В. Агибалов, Д.С. Клейменов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 171 с.
2. О стратегическом планировании в Воронежской области (с изменениями на 23 апреля 2018 года) : закон Воронежской области от 19 июня 2015 г. № 114-ОЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/428592418> (дата обращения: 07.05.2019).
3. О стратегическом планировании в Российской Федерации : Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70684666/> (дата обращения: 07.05.2019).
4. Прогнозирование социально-экономического развития российских регионов / Г.Ю. Гагарина, Е.И. Дзюба, Р.В. Губарев, Ф.С. Файзуллин // Экономика региона. Институт экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург). – 2017. – Т. 13, № 4. – С. 1080–1094.
5. Солосина М.И. Стратегический подход к управлению развитием на муниципальном уровне: методика анализа поселений, подходы к разработке стратегий / М.И. Солосина, И.Н. Щепина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 48 (330). – С. 19–33.
6. Стратегический анализ потенциала и перспектив развития социально-экономической системы муниципального района на период до 2035 года : монография / А.В. Агибалов, Л.А. Запорожцева, Д.С. Клейменов и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 103 с.
7. Формирование комплексного подхода к оценке социально-экономического развития регионов / В.В. Кислицына, Л.С. Чеглакова, В.М. Караулов, А.Н. Чикишева // Экономика региона. Институт экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург). – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 369–380.
8. Bobkov V.N. Searching for a new way of thinking society for today-noospheric social quality / V.N. Bobkov, N.V. Bobkov, P. Herrmann // Экономика региона. Институт экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург). – 2016. – Т. 12, № 2. – С. 451–462.
9. Combes P.-P. Economic Geography: The Integration of Regions and Nations / P.-P. Combes, T. Mayer, J.-F. Thisse. – New-York : Princeton University Press, 2008. – 399 p.
10. Lin K. Social Quality Theory. A New Perspective on Social Development / K. Lin, P. Herrmann. – New York : Berghahn Books, 2015. – 206 p.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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: [agi-64@mail.ru](mailto:agi-64@mail.ru).

Людмила Анатольевна Запорожцева – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [ludan23@yandex.ru](mailto:ludan23@yandex.ru).

Юлия Викторовна Ткачева – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [julchen19@yandex.ru](mailto:julchen19@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 10.07.2019

Дата принятия к печати 15.08.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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).

Lyudmila A. Zaporozhtseva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [ludan23@yandex.ru](mailto:ludan23@yandex.ru).

Yuliya V. Tkacheva, 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: [julchen19@yandex.ru](mailto:julchen19@yandex.ru).

Received July 10, 2019

Accepted August 15, 2019



## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Лилия Олеговна Макаревич<sup>1</sup>  
Андрей Валерьевич Улезько<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

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

Теория сбалансированного развития экономических систем в явном виде начала формироваться с появлением обособленных экономических систем как способ локализации групповых и индивидуальных интересов, связанных с производством, обменом, распределением и потреблением экономических благ. Задача обеспечения сбалансированного развития экономических систем относится к компетенции стратегического управления. Стратегия сбалансированного развития представляет собой способ описания целей данного развития и средств их достижения, а структурная и функциональная сложность экономических систем требует разработки частных стратегий, отражающих различные аспекты глобальной стратегии. В рамках авторского методологического подхода обоснованы положения, определяющие методологию сбалансированного развития агропродовольственных систем, принципы развития (универсальные принципы и принципы, непосредственно связанные с обеспечением сбалансированности развития), установлен и сформулирован экономический закон сбалансированного развития экономических систем (сбалансированное развитие системы осуществляется в форме непрерывного процесса перехода системы из одного равновесного состояния в другое за счет достижения межсистемных и внутрисистемных балансов, обеспечивающих реализацию интересов взаимодействующих субъектов и уровень эффективности, необходимый для воспроизводства системы и ее системных свойств). Действие данного экономического закона зависит от формы организации экономической системы, ее структурной и функциональной сложности, доминирующей формы собственности на средства производства, уровня развития межсубъектных отношений, наличия и глубины внутрисистемных противоречий, качества институциональной среды, уровня государственного воздействия на экономические процессы, уровня интеграции экономической системы в единое экономическое пространство, уровня нестабильности внешней среды и ряда других условий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агропродовольственная система, развитие, сбалансированность, сбалансированное развитие, закон сбалансированного развития.

## CONCEPTUAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO SUPPORTING AGRI-FOOD SYSTEMS BALANCED DEVELOPMENT

Lilia O. Makarevich<sup>1</sup>  
Andrey V. Ulez'ko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

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

The theory of balanced development of economic systems began its explicit formation with the emergence of separate economic systems as a way to localize group and individual interests related to the production, exchange, distribution and consumption of economic goods. The task of ensuring the balanced development of economic systems lies within the competence of strategic management. A balanced development strategy is a way of describing the goals of such development and the means to achieve them, while the structural and functional complexity of economic systems require the development of individual strategies that reflect various aspects of the global strategy. Using their own methodological approach the authors have substantiated the provisions defining the methodology for the balanced development of agri-food systems and the development principles (universal principles and principles directly related to ensuring the balanced development). The economic law of balanced development of economic systems has been established and formulated as follows: the balanced development of a system occurs in the form of a continuous process of the system's transition from one equilibrium state to another by

achieving the inter- and intrasystem balances that ensure the realization of interests of interacting entities and the level of efficiency required for the reproduction of the system and its system properties. The effect of this economic law depends on the form of organization of economic system, its structural and functional complexity, the dominant form of ownership of production means, the level of development of intersubjective relations, the presence and depth of intra-system contradictions, the quality of institutional environment, the level of state influence on economic processes, the level of integration of this economic system into the common economic space, the level of instability of external environment, and a number of other conditions.

KEYWORDS: agri-food system, development, balance, balanced development, law of balanced development.

**С**труктурная и функциональная сложность и разнородность элементов агропродовольственных систем, особенности организации процессов развития формирующих их элементов и внутрисистемных взаимодействий в рамках сложившейся структуры аграрного сектора и его ресурсного потенциала, объективно обуславливают необходимость актуализации концептуальных и методологических подходов к обеспечению их сбалансированного развития.

В общем понимании категория «концепция» характеризует определенный способ осознания и описания сущности исследуемых аспектов экономической системы, научно обоснованную точку зрения на понимание проблем развития экономических систем как объекта исследования, набор принципов, определяющих фундаментальные положения и специфику исследования конкретных проблем развития экономических систем, каждая из которых может быть формализована в виде конкретной предметной области исследования. Применительно к экономическим исследованиям концепция отражает систематизированную совокупность научных взглядов на возможность решения проблем формирования и развития экономических систем различного уровня и повышения эффективности их функционирования. В ряде случаев концепция может трактоваться как совокупность ключевых методологических положений, определяющих специфику организации исследования конкретных экономических систем и протекающих в них процессов. Методологию же следует рассматривать как некую систему базовых принципов и методов рациональной организации исследования экономических систем и их различных элементов, позволяющих комплексно изучить их внутреннюю сущность, выявить закономерности развития и предложить прогностический инструментарий, позволяющий обосновать возможности и перспективы развития объекта исследования.

Теория сбалансированного развития экономических систем в явном и неявном виде начала формироваться с появлением обособленных экономических систем как способ локализации групповых и индивидуальных интересов, связанных с производством, обменом, распределением и потреблением экономических благ. Уже в древних государствах применялись методы расчетов продовольственных балансов, потребности в ресурсах и распределения их ограниченного объема, государственного регулирования экономических процессов и др. Но особое значение проблема обеспечения сбалансированного развития экономических систем различного уровня приобрела в условиях разрушения натурального хозяйства и становления капиталистической системы общественного производства.

Концепция сбалансированного развития агропродовольственных систем, являющихся одной из разновидностей территориально-отраслевых комплексов, базируется на необходимости разрешения проблемы одновременной противоречивости и тождественности экономических интересов субъектов, входящих в состав систем данного типа. По мнению А.Ю. Гончарова и И.Ю. Чупровой [5], именно наличие дуализма экономических интересов создает объективные предпосылки позиционирования интересов групп субъектов, заинтересованных в обеспечении устойчивого и сбалансированного развития территориально-отраслевых систем. Достижение конкретных целей конкретных групп субъектов в конечном счете позволит обеспечить достижение целей всех

остальных элементов территориально-отраслевого объединения и баланс экономических интересов взаимодействующих субъектов.

Признавая сложность и неоднозначность задач балансирования интересов взаимодействующих субъектов, Ю.П. Анискин [2] полагает, что в рамках управления сбалансированным развитием сложных социально-экономических систем следует принципиально пересмотреть всю концепцию организации управления их развитием. На смену модели управления субъектами, имеющими устойчивые интересы (management of stakeholders), должна прийти модель управления с непосредственным участием субъектов, имеющих устойчивые интересы (stakeholders management), что позволит кардинально изменить подходы к балансированию интересов субъектов, имеющих различное влияние на процессы развития системы. При этом устойчивость и сбалансированность развития будут обеспечиваться на основе непрерывного поддержания оптимальных пропорций и соотношений между элементами системы, потребляемыми ресурсами, видами производимой продукции и т. п. Следует также отметить, что оптимальные параметры пропорций и соотношений определяются исходя из возможностей и интересов отдельных субъектов, формирующих экономическую систему, и их групп и с учетом наличия у управляющей подсистемы эффективных механизмов воздействия на элементы системы с целью обеспечения сбалансированного развития и устойчивого воспроизводства системы и ее сущностных свойств и качеств.

Б.Е. Одинцов и А.Н. Романов [14] считают необходимым обратить внимание на определенную противоречивость таких категорий, как «развитие» и «сбалансированность», отражающих, по их мнению, два противоположных состояния системы. Если развитие в их трактовке представляется как процесс непрерывных изменений, связанных с переходом системы из одного состояния в другое, то стабильность они определяют как способность системы противодействовать возмущениям внутренней и внешней среды и обеспечивать возврат системы в состояние равновесия. В их понимании основная задача управления развитием экономических систем заключается в достижении компромисса (обеспечении баланса) между развитием системы и ее стабильностью на всех этапах эволюции. Они справедливо отмечают, что равновесных экономических систем не существует в силу их открытости и естественных непрерывных изменений условий их функционирования и существенного влияния на процессы их развития субъективного фактора, определяемого уровнем компетенции управляющей подсистемы и ее способностью эффективно воздействовать на управляемую подсистему.

На наш взгляд, трактовать сбалансированность как частный вид равновесного состояния системы не вполне корректно. Сбалансированным может быть не только статичное состояние системы в каждый конкретный момент времени, но и сам процесс, поскольку процесс развития вполне можно рассматривать как непрерывное изменение статистических состояний системы в рамках ее изменения с целью адаптации системы к колебаниям среды функционирования и регулирования различных пропорций и параметров, позволяющих удерживать систему на оптимальной траектории развития.

Достаточно дискуссионной представляется позиция некоторых авторов [15], считающих, что устойчивость и сбалансированность отличаются друг от друга настолько, насколько задача сохранения заданного состояния отличается от задачи соблюдения заданных пропорций и обеспечения текущей ситуации заданным условиям. Такой подход правомерен лишь для статичных состояний системы, тогда как сбалансированное развитие экономических систем предполагает постоянную корректировку пропорций и соотношений и управление их изменениями с целью достижения поставленных целей. Да и содержание термина «устойчивость» раскрывать через «сохранение заданного состояния» применительно к экономическим системам и экономическому развитию методоло-

гически неверно, поскольку неизменность состояния противоречит самой идеи развития как способа положительных изменений экономических систем.

Для управления процессами удержания экономических систем на оптимальной траектории развития ряд исследователей [1, 4, 12, 17] предлагает использовать так называемую систему сбалансированных показателей (Balanced Scorecard – BSC), которая, по их мнению, представляет собой эффективный инструмент формализации стратегических целей развития экономической системы в тактические и оперативные цели и формирования объективных индикаторов, позволяющих отслеживать отклонения системы от траектории оптимального развития.

Часто в современной литературе [6, 8, 15] при описании системы индикаторов, применяемых для оценки сбалансированного развития, используют показатели, характеризующие результативность и эффективность функционирования экономической системы того или иного уровня (например, рост объемов производства экономических благ в стоимостном или натуральном выражении, объема инвестиций, производительности труда, фондоотдачи, рентабельности производства и т. п.). На наш взгляд, эти показатели лишь опосредованно характеризуют уровень сбалансированности системы и ее развития, но ввиду сложности оценки конкретных внутрисистемных пропорций и соотношений, отсутствия общепризнанных методик их нормирования, обоснования допустимых отклонений от оптимальных значений и степени их взаимовлияния такой подход, по сути, является единственно возможным для общей оценки уровня сбалансированности системы, хотя рост результативности и эффективности ее функционирования может достигаться за счет влияния других факторов на фоне растущих противоречий, обусловленных нарастанием внутрисистемных дисбалансов. Одна из сложностей управления процессами обеспечения сбалансированного развития систем как раз и заключается в выявлении таких дисбалансов на ранних стадиях их возникновения и осознании причин их проявления и оценки глубины возможных последствий.

Идеально сбалансированной агропродовольственной системой представляется система, охватывающая всю продуктовую цепочку: от производства сельскохозяйственного сырья до производства конечных продуктов и их доведения до конечного потребителя. Очевидно, что в реальной экономике таких идеально сбалансированных систем практически нет, но тенденции углубления интеграционных отношений налицо. При этом следует отметить, что на всех этапах развития системы общественного производства существуют объективные альтернативные тенденции, формирующиеся под влиянием конкретных институциональных и макроэкономических условий и в определенной мере ограничивающие желание и возможности хозяйствующих субъектов по усилению уровня интеграционных взаимосвязей.

Сбалансированные агропродовольственные системы обладают определенным набором свойств, присущих, как считает А.П. Суворова [16], любым целостным экономическим образованиям. К их числу относятся:

- достаточно высокий уровень автономности, определяемый существующими ограничениями по формированию ресурсных, информационных, продуктовых и финансовых потоков, и организации внутрисистемных взаимодействий;
- уровень концентрации производства, который позволяет существенно повысить уровень рыночного влияния агропродовольственной системы на содержание отношений как с партнерами, так и с конкурентами;
- углубленная интеграция в рамках технологических цепочек и усложнение межсубъектных связей, которые обуславливают рост интенсивности информационных потоков и расширение круга управленческих задач, связанных с поддержанием оптимальных пропорций развития и обеспечением баланса интересов взаимодействующих субъектов;

- необходимость обеспечения сбалансированного развития, связанная с балансированием системных и индивидуальных интересов отдельных субъектов, входящих в состав агропродовольственных систем.

Одним из основных инструментов обеспечения организационной и технологической целостности экономических систем, в том числе и агропродовольственных, является интеграция, обеспечивающая сведение разрозненных элементов в единое целое, формирование единого экономического пространства и рационализацию внутрисистемных взаимодействий.

Теория сбалансированного развития экономических систем при рассмотрении в качестве объектов управления отдельных хозяйствующих субъектов и различного рода их интегрированных объединений должна учитывать методологические положения системно-интеграционной теории предприятия, разработанной Г.Б. Клейнером [9, 11].

Базовые положения данной теории связаны с тем, что:

- экономическая система представляется в виде пространственно локализованной структуры, реализующей функции производства товаров, выполнения работ и оказания услуг, позволяющих удовлетворить собственные потребности и потребности внешней среды, функционирующей в условиях естественного переплетения экономического, социального, институционального, рыночного, информационного, правового, культурного и других типов пространств, обуславливающих сложность ее внешней среды, и обеспечивающей реализацию интересов формирующих ее элементов;

- управление развитием экономических систем связано с организацией внутреннего пространства системы, взаимодействия с внешней средой, корректировкой границ системы, регулированием внутрисистемных отношений, совершенствованием внутрисистемной институциональной среды, формированием социально-экономического генотипа системы, определяющего ее характеристики через совокупность устойчивых «организационно-технологических рутин», обеспечивающих воспроизводство системы;

- каждой экономической системе, обладающей относительной независимостью, присуща юридическая, производственная, имущественная и организационная самостоятельность, а приоритеты развития связаны с реализацией ее собственных интересов и неправомерностью их сведения к интересам общества или отдельных субъектов внешней среды, так как баланс интересов должен достигаться на основе поиска взаимовыгодных компромиссов;

- полиструктурность и полисредовость внутреннего пространства экономической системы обуславливают сложность и многообразие связей системы с внешней средой и требуют оптимизации форм межсистемных взаимодействий и постоянной корректировки траектории развития системы с целью достижения состояния внутренней сбалансированности и устойчивости относительно изменений внешней среды.

Исходя из постулатов системно-интеграционной теории закономерности и сложности обеспечения сбалансированного развития экономических систем определяются совокупностью следующих принципов:

- системности (локализованная система функционирует в постоянном взаимодействии с другими локализованными системами и системами более высокого уровня);

- трансграничности (функционирование экономической системы связано с непрерывным взаимодействием внутренней и внешней среды);

- равновесности (равновесное состояние обеспечивается за счет компенсации сил давления внешней среды внутренней силой);

- неоднородности внутреннего пространства (внутреннее пространство формируется за счет факторов, дифференцированных по уровню управляемости);

- факторной сложности (функционирование системы связано с выбором оптимальных комбинаций большого числа частично взаимозаменяемых факторов);
- конфигуративности управления (управление системой осуществляет группа субъектов, обладающих устойчивыми личными интересами и формирующих многоуровневую конфигурацию управленческих воздействий);
- потенциальной иррациональности (система управления допускает возможность принятия субъективных и иррациональных решений, что может быть обусловлено уровнем компетентности лиц, принимающих ключевые решения, и их личной заинтересованностью);
- неопределенности (обусловлен разнородным влиянием на систему значительного числа факторов с различным уровнем управляемости) и др.

Системно-интеграционная теория трактует развитие экономической системы как динамический процесс, содержание которого определяется комплексным воздействием на систему совокупности факторов (под фактором понимается поток, который формируют относительно однородные по внутреннему содержанию и природе возникновения факты, устойчиво воздействующие на различные характеристики процесса), субъектов, осуществляющих совокупность дискретных действий, воспринимаемых взаимодействующими субъектами, и генерирующих непрерывный поток этих действий), условий, описывающих комплекс внутренних и внешних обстоятельств развития системы и событий (системно значимых фактов, наступление которых существенно влияет на развитие системы и изменение ее межсистемных связей). Именно совокупность факторов, субъектов, условий и событий определяет содержание процессов обеспечения сбалансированного развития экономической системы и управления этими процессами.

Задача обеспечения сбалансированного развития экономических систем относится к компетенции стратегического управления в силу значимости и долгосрочного характера последствий решений, принимаемых с целью балансирования элементов системы и их параметров. Стратегия сбалансированного развития представляет собой способ описания целей данного развития и средств их достижения, а структурная и функциональная сложность экономических систем требует разработки частных стратегий, отражающих различные аспекты глобальной стратегии.

К числу основных частных стратегий развития, как правило, относят: товарно-рыночную, ресурсно-рыночную, институциональную, финансово-инвестиционную, технологическую, интеграционно-дезинтеграционную, социальную, управленческую, когнитивную, эволюционную, эвентуальную и другие стратегии [9].

О.С. Дробкова в рамках обеспечения сбалансированного развития экономических систем территориально-отраслевого типа [7] предлагает разрабатывать модели интеграционно-сбалансированного взаимодействия, предусматривающие организацию процессов и вертикальных, и горизонтальных взаимодействий хозяйствующих субъектов различных типов, объединенных на основе технологических, организационных и экономических взаимодействий. Особое внимание при этом, по мнению О.С. Дробковой, следует уделять проблемам сбалансированного развития территориальных образований, поскольку в территориально-отраслевых системах, ориентированных на максимизацию экономического эффекта, приоритет отдается отраслевой компоненте, являющейся основным источником этого эффекта. В этой связи в качестве специфических объектов регулирования процессов развития она предлагает выделять балансы между экономической и социальной компонентами, между экономической и экологической компонентами, между финансовыми потребностями территориальных образований и возможностями муниципальных и местных бюджетов, между интересами предпринимательских структур и местных сообществ.

Заслуживает внимания предложенный Г.Б. Клейнером [10] подход к раскрытию сущности сбалансированности экономических систем через обеспечение пропорциональности организационной, проектной, процессной и средовой подсистем. При этом организационная подсистема объединяет в себе все субъекты, формирующие экономическую систему, проектная подсистема отражает многообразие разного рода проектов, реализуемых в границах экономической системы, процессная подсистема интегрирует в себе бизнес-процессы, присущие конкретному типу экономических систем, а средовая подсистема реализует функции институционального, инфраструктурного, информационного, ресурсного и других видов обеспечения и формирования единого экономического пространства.

Специфика агропродовольственных систем как объекта управления процессами обеспечения сбалансированного развития определяется следующими положениями:

- агропродовольственные системы как частная форма организации территориально-отраслевых систем требуют балансирования развития производственных и пространственных компонент;

- агропродовольственные системы представляют собой форму интеграционных взаимосвязей разнородных хозяйствующих субъектов, взаимодействующих в рамках единых технологических цепочек, но преследующих индивидуальные и групповые экономические интересы;

- многообразие форм интеграционных отношений предполагает выбор такой из них, которая позволит в конкретных экономических условиях обеспечить баланс индивидуальных и групповых интересов, необходимый для эффективного развития агропродовольственной системы;

- в качестве объектов управления сбалансированным развитием агропродовольственных систем выступают хозяйствующие субъекты, формирующие их организационную структуру, сельские территории, определяющие их пространственный базис, и межсубъектные отношения, регламентирующие процессы внутрисистемных и межсистемных взаимодействий;

- структурная и функциональная сложность агропродовольственных систем обуславливает наличие адекватного механизма координации развития всех формирующих ее элементов и наличие эффективных инструментов системного воздействия на них;

- сбалансированное развитие представляет собой непрерывный переход агропродовольственной системы из одного стабильного состояния в другое в соответствии с парадигмой развития данного типа систем и экономическими законами их эволюции;

- сбалансированное развитие агропродовольственной системы обеспечивается в процессе согласованного взаимодействия всех формирующих ее субъектов в результате достижения баланса их интересов при условии достижения целей развития всей системы;

- открытый характер агропродовольственных систем и высокий уровень турбулентности внешней среды требуют формирования специальных механизмов, позволяющих с минимальными затратами адаптировать систему к изменениям среды функционирования за счет корректировки структурных и ресурсных пропорций и балансирования ее параметров;

- сложность и многофакторность взаимодействия агропродовольственных систем с внешней средой обуславливают адекватный уровень развития инфраструктурного обеспечения, формирующего среду межсистемных взаимодействий и условия достижения межсистемных балансов;

- сложность и многогранность межсубъектных отношений формируют повышенные требования к качеству институциональной среды и развитию институтов, обеспечивающих сглаживание противоречий, объективно существующих между субъектами

агропродовольственных систем, и возможность достижения взаимовыгодных компромиссов между ними.

Методология обеспечения сбалансированного развития агропродовольственных систем предполагает раскрытие принципов управления сбалансированным развитием. Предлагается различать универсальные принципы, присущие всем формам развития, и специфические принципы, характерные именно для сбалансированного развития [13].

К универсальным принципам развития социально-экономических систем предлагается относить:

- принцип системности (предполагает рассмотрение всех элементов системы в их объективной взаимосвязи и взаимодействии);
- принцип изменчивости условий развития (изменчивость среды функционирования требует постоянных корректировок ключевых параметров системы);
- принцип эластичности (не все элементы системы способны эластично реагировать на изменения среды функционирования и обуславливают необходимость координации их реакции);
- принцип инерции (система начинает реагировать на управляющие воздействия с определенным запозданием, что снижает эффективность оперативного управления процессами развития);
- принцип параллельности (параллельное протекание в системе совокупности разнородных процессов требует их постоянного согласования);
- принцип стабилизации (система стремится достичь стабильного состояния и минимизации затрат ресурсов на его поддержание, требуя генерации значимых для нее импульсов развития);
- принцип институционализма (условия развития системы определяются качеством институциональной среды);
- принцип структурных изменений (структурные изменения являются одним из основных инструментов адаптации системы к изменениям условий развития);
- принцип концентрации ресурсов (предполагает наличие «точек роста», обеспечивающих ускорение темпов развития системы при определенном уровне концентрации ресурсов и усилий);
- принцип непрерывности воспроизводства (развитие рассматривается как совокупность воспроизводственных процессов, обеспечивающих динамическую устойчивость системы и сохранение ее целостности);
- принцип рациональности (все изменения системы должны быть рациональны с позиций достижения поставленных целей);
- принцип эффективности (совокупный результат функционирования должен превышать затраты на развитие на каждом временном интервале).

К специфическим принципам сбалансированного развития социально-экономических систем относятся:

- принцип адекватности целей (цели развития системы должны быть адекватны потенциалу развития);
- принцип гармоничности (обеспечивает минимизацию противоречий между субъектами, формирующими социально-экономическую систему);
- принцип компромиссности (цели развития системы должны отражать компромисс между интересами субъектов системы);
- принцип баланса интересов (каждый субъект должен удовлетворить свои базовые потребности и претендовать на долю синергетического эффекта, отражающую его вклад в процесс развития системы);



- принцип вертикального и горизонтального балансирования (в иерархических системах возникает необходимость балансирования интересов субъектов, взаимодействующих как по вертикали, так и по горизонтали);

- принцип сбалансированности ресурсного потенциала (ресурсные пропорции системы должны обеспечивать максимальный уровень эффективности сочетания ресурсов, вовлекаемых в процесс производства);

- принцип адекватности структурных пропорций (изменения ресурсных пропорций должны быть адекватны изменениям среды функционирования и обеспечивать оптимальность сочетания факторов производства);

- принцип оптимальности структуры системы (структура системы должна обеспечивать максимальный уровень эффективности использования ресурсного потенциала);

- принцип сбалансированности ресурсного обеспечения (распределение ресурсов между структурными элементами системы должно происходить с учетом их значимости для системы и круга реализуемых задач);

- принцип сбалансированности финансового обеспечения (финансовые возможности системы должны быть адекватны ее потребностям в ресурсах).

Совокупность данных принципов отражает уровень сложности и масштабность задач, связанных с обеспечением сбалансированного развития социально-экономических систем, и объективно обуславливает необходимость формирования специальных организационно-экономических механизмов, ориентированных на решение данной проблемы, и разработки системы индикаторов, позволяющих оценивать уровень сбалансированности систем как в статике, так и в динамике их развития.

Определенный интерес представляет предложенный С.В. Белоусовой [3] подход к рассмотрению экономических систем как совокупности неких пространств. В качестве таких пространств она предлагает выделять пространство субъектов и объектов, пространство отношений, пространство процессов и пространство свойств. Такой подход позволяет в определенной мере систематизировать совокупность балансов и пропорций, отражающих разные аспекты развития экономических систем, понять их взаимосвязь и осознать их причинно-следственную взаимозависимость. При этом каждый из выделяемых типов пространств характеризуется собственными структурой и системой балансов. Например, пространство субъектов и объектов отражает организационную структуру системы и системы управления ею, определяя порядок формирования балансов ресурсов, производства экономических благ и распределения полученного эффекта; пространство отношений связано с формированием балансов интересов субъектов, образующих систему, в соответствии с выбранными идеологией, формой и принципами системной интеграции; пространство процессов предполагает рассмотрение процесса развития как совокупности частных процессов (в ряде случаев используют термин «бизнес-процессы»), определения их роли в формировании результатов развития системы и необходимости корректировки соотношений между ними; пространство свойств экономических систем отражает соотношения между их ключевыми свойствами (структурированность, связность, неоднородность, открытость, иерархичность, способность к развитию, самоорганизация и др.), определяя тип системы, уровень сложности, целевую ориентацию, производственное направление, уровень экономической независимости и др.

На наш взгляд, предложенный подход к рассмотрению экономических систем как совокупности взаимосвязанных пространств должен быть дополнен пространством, рассматриваемым как территорией, формирующей географический (пространственный) базис экономической системы, требующим балансирования развития локализованных территориальных образований, и информационным пространством, обеспечивающим

информационное взаимодействие элементов системы, взаимосвязь управляющей и управляемой подсистем, а также баланс между потребностью в достоверной и релевантной информации и ее наличием.

Исследование сущности процессов сбалансированного развития экономических систем, существующих причинно-следственных связей и совокупности внутрисистемных и межсистемных балансов, необходимых для обеспечения равновесного состояния системы на всей траектории ее развития, позволило установить и сформулировать экономический закон сбалансированного развития экономических систем: сбалансированное развитие экономической системы осуществляется в форме непрерывного процесса перехода системы из одного равновесного состояния в другое за счет достижения межсистемных и внутрисистемных балансов, обеспечивающих реализацию интересов взаимодействующих субъектов и уровень эффективности, необходимый для воспроизводства системы и ее системных свойств.

Действие данного экономического закона зависит от формы организации экономической системы, ее структурной и функциональной сложности, доминирующей формы собственности на средства производства, уровня развития межсубъектных отношений, наличия и глубины внутрисистемных противоречий, качества институциональной среды, уровня государственного воздействия на экономические процессы, уровня интеграции экономической системы в единое экономическое пространство, уровня нестабильности внешней среды и ряда других условий. Следует отметить, что реализация закона сбалансированного развития экономических систем происходит как в силу их способности к самоорганизации, так и за счет использования механизмов корректировки внутрисистемных пропорций и соотношений.

---

### Библиографический список

1. Андрианов В.Д. Стратегия и система сбалансированных показателей устойчивого развития экономики России до 2020 года / В.Д. Андрианов // Экономические стратегии. – 2013. – Т. 15, № 7 (115). – С. 20–35.
2. Анискин Ю.П. Базовые теоретические положения организации и планирования развития интегрированных компаний / Ю.П. Анискин // Организатор производства. – 2009. – № 2 (41). – С. 22–25.
3. Белоусова С.В. Система управления общественным сектором в свете теорий управления социально-экономическими системами / С.В. Белоусова // Вопросы управления. – 2015. – № 6 (37). – С. 135–148.
4. Буянова О.В. Система сбалансированных показателей как инструмент реализации стратегии / О.В. Буянова // Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2017. – № 2 (22). – С. 55–61.

5. Гончаров А.Ю. Обеспечение сбалансированного развития региона за счет модернизации сферы образования, исследований и разработок / А.Ю. Гончаров, И.Ю. Чупрова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2015. – № 3. – С. 24–32.
6. Гончаров А.Ю. Сбалансированное региональное развитие и аналитические приемы его оценки / А.Ю. Гончаров // Дельта науки. – 2015. – № 2. – С. 26–34.
7. Дробкова О.С. Модель управления мегарегионом на основе интеграционно-сбалансированного взаимодействия: концептуальные основы / О.С. Дробкова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2017. – № 2 (50). – С. 27.
8. Калмакова Н.А. Система показателей и методов оценки сбалансированного развития промышленного предприятия / Н.А. Калмакова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Т. 9, № 2. – С. 117–121.
9. Клейнер Г.Б. От теории предприятия к теории стратегического управления / Г.Б. Клейнер // Российский журнал менеджмента. – 2003. – Т. 1, № 1. – С. 31–56.
10. Клейнер Г.Б. Системная сбалансированность экономики: методы анализа и измерения / Г.Б. Клейнер // Стратегическое планирование и развитие предприятий : матер. Шестнадцатого Всероссийского симпозиума (Россия, Москва, 14–15 апреля 2015 г.). Секция 1 «Теоретические проблемы стратегического планирования на микроэкономическом уровне». – Москва : ЦЭМИ РАН, 2015. – С. 74–78.
11. Клейнер Г.Б. Эволюция и модернизация теории предприятия / Г.Б. Клейнер // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2004. – № 1. – С. 123–133.
12. Лиханов А.С. В поисках системного взгляда на сбалансированную систему показателей / А.С. Лиханов, Ю.Ю. Петрунин, В.М. Пурлик // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2016. – № 4. – С. 3–12.
13. 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.
14. Одинцов Б.Е. Моделирование процесса приведения предприятия в сбалансированное состояние / Б.Е. Одинцов, А.Н. Романов // Управленческие науки. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 101–112.
15. Сироткина Н.В. Факторы и условия обеспечения сбалансированного развития региона / Н.В. Сироткина, А.Ю. Гончаров, И.Н. Воронцова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 4. – С. 93–100.
16. Суворова А.П. Обеспечение сбалансированного развития инновационной деятельности экономических систем в строительной сфере / А.П. Суворова // Вопросы экономики и права. – 2014. – № 2. – С. 65–69.
17. Ханова А.А. Метод ситуационного управления сложными системами на основе сбалансированной системы показателей / А.А. Ханова, Н.С. Уразалиев, З.А. Усманова // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2015. – № 3 (60). – С. 69–82.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Лилия Олеговна Макаревич – кандидат экономических наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: paragon\_lily@mail.ru.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.07.2019

Дата принятия к печати 30.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lilia O. Makarevich, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: nata1982@inbox.ru.

Andrey V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Received July 16, 2019

Accepted August 30, 2019

## ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Наталья Николаевна Кононова**

**Андрей Валерьевич Улезько**

**Андрей Павлович Курносов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Формирование совокупности факторов, генерирующих условия эволюционных изменений экономических систем и их производительных сил, осуществляется в соответствии с уровнем научно-технического развития, позволяющего в рамках системы общественного производства использовать качественно иные технологии, связанные с производством востребованных обществом экономических благ. Производительные силы традиционно рассматриваются как совокупность труда рабочей силы и средств производства (средств и предметов труда). В прикладной экономике в качестве ключевого элемента производительных сил выделяется материально-техническая база экономической системы, определяемая как эволюционно сформированный набор средств и предметов труда, технологий производства и способов его технической организации, используемых для создания экономических благ. Именно материально-техническая база формирует технический потенциал хозяйствующих субъектов и воспроизводственные возможности экономических систем, а уровень материально-технической оснащенности и способности менеджмента эффективно использовать средства и предметы труда определяют конкурентоспособность хозяйствующего субъекта и перспективы его развития. На современном этапе научно-технического прогресса средства производства начинают утрачивать статус ключевого фактора развития экономических систем, а на ведущие роли начинают выходить технологии производства экономических благ. В этой связи в качестве специфического элемента экономических систем предлагается выделять подсистему технико-технологического обеспечения, представляющую собой совокупность средств производства, комбинации которых позволяют применять технологии, обеспечивающие эффективное функционирование экономических систем и их воспроизводство в контексте стратегии их развития. К сущностным характеристикам подсистемы технико-технологического обеспечения относятся цель и задачи, структурные элементы и принципы ее формирования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** технико-технологическое обеспечение, производительные силы, технологический уклад, материально-техническая база, развитие.

## TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR ECONOMIC SYSTEMS SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**Natalia N. Kononova**

**Andrey V. Ulez'ko**

**Andrey P. Kurnosov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

A set of factors generating the conditions for evolutionary changes in economic systems and their productive forces is formed according to the level of scientific and technological development, which allows using qualitatively different technologies related to the production of highly-demanded economic goods within the system of social production. Productive forces are traditionally considered as the union of human labor and means of production (the subject of labor and the means of labor). In applied economics the key element of productive forces is the material and technical base of the economic system. It is defined as an evolutionarily formed set of means and subjects of labor, technologies of production and methods of its technical organization used for creating economic goods. It is the material and technical basis that forms the technical potential of economic entities and the reproductive capabilities of economic systems, while the competitiveness of an economic entity and the prospects for its development are determined by the level of material and technical infrastructure and the ability of management staff to use the means and subjects of labor efficiently. At the present stage of scientific and technological progress the means of production are beginning to lose their status of the key factor in the development of economic systems, and the leading positions are being overtaken by the technologies of production of economic goods. In this respect it is proposed to distinguish a specific element of economic systems, which is the subsystem of technical and technological support. It is a set of means of production, the combinations of which allow using the technologies that ensure an efficient functioning of economic systems and their reproduction in the context of their development strategy. The essential

characteristics of the technical and technological support subsystem include the goals and objectives, structural elements and principles of its formation.

KEYWORDS: technical and technological support, productive forces, technological setup, material and technical basis, development.

**П**роцесс эволюции системы общественного производства традиционно рассматривается в контексте последовательной смены технологических укладов, влияющих как на состав и структуру производительных сил общества, так и на уровень развития производственных отношений, являющихся доминирующими в рамках того или иного уклада. Каждый технологический уклад и соответствующий ему этап развития системы общественного производства может быть охарактеризован через совокупность базовых факторов, определяющих вектор технико-технологического развития хозяйствующих субъектов различного типа, а также уровень масштабности и интенсивности процессов эволюционных изменений, скорости их протекания, особенности адаптационных механизмов экономических систем различного уровня к изменениям факторов, определяющих совокупность условий их развития. Решение задачи обеспечения адекватности ключевых параметров данных факторов совокупности общественных потребностей связано с осуществлением скачкообразного перехода технико-технологического базиса системы общественного производства от одного состояния в качественно иное, способное за счет эффективного применения результатов научно-технического прогресса обеспечить производство экономических благ в объемах, соответствующих растущим потребностям членов общества.

Необходимость радикальных трансформаций системы производственных отношений в рамках скачкообразного перехода от одного этапа развития системы общественного производства к другому обуславливает объективность предположения о рассмотрении эволюции экономических систем как процесса осознанного разрушения сложившихся производственных отношений, связанного с массовым внедрением различного рода технических, технологических и управленческих новаций. В контексте данного подхода равновесное состояние любой экономической системы следует считать кратковременной стадией ее эволюции, а достижение и поддержание равновесного состояния не является глобальной целью их развития, на смену парадигме достижения статичного равновесного состояния приходит парадигма устойчивого развития, предполагающая непрерывный переход из одного сбалансированного состояния в другое.

Очевидно, что начало перехода экономических систем из одних равновесных состояний в другие предполагает наличие определенных процессов, связанных с ускоренным формированием совокупности факторов, являющихся ключевыми для каждой из систем на конкретном этапе эволюции и существенно влияющих на качественные характеристики технического и технологического обеспечения экономических систем и их способности к воспроизводству.

В современной теории экономического развития сложилось устойчивое мнение о том, что формирование совокупности системы факторов, генерирующих условия эволюционных изменений экономических систем и их производительных сил, осуществляется в соответствии с уровнем развития научно-технического прогресса, позволяющего в рамках системы общественного производства использовать качественно иные технологии, связанные с производством востребованных обществом экономических благ [1, 2, 13, 14]. В рамках данной парадигмы процессы развития экономических систем целесообразно исследовать как способ переориентации с одной совокупности ключевых факторов развития к качественно иной, как возможность влияния на трансформацию базовых параметров систем, как адаптационные изменения систем в ответ на объективные изменения условий их развития, как инструмент реализации предпосылок проведения коренных преобразований технического и технологического базиса системы и трансформационных изменений институциональной среды.

Необходимо отметить, что на протяжении долгого времени основным источником общественного богатства считалась сфера обращения, в рамках которой происходило приращение стоимости продукции, трансформирующейся в товар. Лишь в XVIII в. Ф. Кенэ и его последователи [21] выдвинули тезис о первичности сферы производства как источника генерации экономических благ, необходимых для развития общества. При этом в качестве базового производственного фактора они выделяли землю, тогда как остальные факторы (в том числе и капитал) рассматривались ими лишь в приложении к земле. Такой подход был обусловлен крайне низким уровнем развития производительных сил и доминированием ручного труда и базировался на популярной в то время формуле У. Петти «Труд – отец богатства, земля – его мать» [3].

С развитием средств производства роль капитала как фактора производства становилась все очевидней, что и позволило в рамках классической экономической теории (А. Смит, Д. Рикардо, Ж.Б. Сей, А. Тюрго и др.) в качестве основных факторов производства рассматривать классическую триаду: земля – труд – капитал. Позже К. Маркс [16] ввел в научный оборот термин «производительные силы», которые рассматривались им как совокупность труда рабочей силы и средств производства (средств и предметов труда). Считая работников главным созидательным элементом производительных сил, К. Маркс отмечал, что процесс производства представляет собой, в первую очередь, процесс потребления рабочей силы, которая в процессе труда способна генерировать вновь созданную стоимость, видоизменяя предметы и силы природы. При этом уровень такого воздействия определяется совокупностью используемых орудий труда, позволяющих осуществлять необходимые преобразования природы и предметов труда в объемах, соответствующих потребностям общества. Именно средства труда реализуют функцию посредника между работником и предметами труда.

Оценив воздействие науки на развитие производительных сил, представители классической экономической теории посчитали возможным рассматривать ее в качестве специфического фактора производства. В рамках неоклассической экономической теории в качестве еще одного фактора производства стали выделяться предпринимательские способности людей, а затем и информация.

В философском контексте производительные силы рассматриваются как форма выражения активного отношения людей к среде их обитания, проявляющаяся в комплексном использовании ее потенциала для развития общества, формирования необходимых условий расширенного воспроизводства социума, наращивания производства экономических благ, необходимых для удовлетворения растущих потребностей общества и отдельных индивидов [8].

Вместе с тем следует отметить, что производительные силы становятся таковыми лишь в процессе использования человеком средств и предметов труда. То есть средства и предметы труда обладают определенным производительным потенциалом, но могут реализовать его, лишь будучи вовлеченными в процесс производства материальных благ. При этом в качестве элемента производительных сил ряд исследователей рассматривают естественные и материальные условия труда. К естественным относятся условия, формирующиеся под воздействием объективных факторов (климатических, географических, биологических и т. п.), тогда как материальные условия, формируются исходя из потребностей процесса производства экономических благ (энерго-, тепло-, газо-, водоснабжение и т. п.). Объединение работников и средств труда осуществляется в рамках определенных технологий, позволяющих преобразовать естественные и материальные ресурсы в конкретный вид экономических благ, востребованных обществом.

Термин «производительные силы», как правило, используется представителями экономической теории при исследовании процессов эволюции общественной системы производства с точки зрения развития ее материально-технической базы и обеспечения

адекватных форм и способов соединения средств и предметов труда, определяемых существенными характеристиками сформировавшейся системы производственных отношений.

В настоящее время принято выделять три ключевых эволюционных этапа экономики, которые отражают принципиальные изменения уровня развития производительных сил общества:

- аграрная экономика, технический базис которой формировался за счет ручного труда;
- индустриальная экономика, основанная на массовом использовании технологий промышленного производства;
- постиндустриальная экономика, в рамках которой начинает доминировать «креативный труд» и существенно растет доля сферы услуг в общем объеме производящихся обществом экономических благ.

Начало этапа постиндустриальной экономики предполагает существенную трансформацию организационных, технологических и социальных структур экономических систем всех уровней, резкую активизацию инновационной деятельности экономических агентов и массовое внедрение инновационных решений, цифровых технологий, связанных с информатизацией и автоматизацией всех сфер деятельности, опережающее развитие сектора услуг при обеспечении роста объема экономических благ, производимых промышленностью и аграрным сектором, повышение уровня образования всех социальных групп и изменение системы потребностей общества [7, 12].

При этом необходимо отметить, что ряд исследователей [5, 9] считают, что использовать термин «постиндустриальное общество» некорректно, так как, по их мнению, речь идет всего лишь о переходе к новой фазе типичного индустриального развития, связанной с формированием обновленного технико-технологического базиса общества, изменением структуры занятости населения, повышением уровня его профессиональной подготовки и образования, трансформацией источников роста производства экономических благ, ростом благосостояния индивидов и др.

Некоторые экономисты выдвигают тезис о том, что переход к постиндустриальной экономике возможен в результате цифровой трансформации традиционной промышленной технологии. С их точки зрения, цифровая экономика представляет собой специфический тип организации системы общественного производства, предполагающий формирование глобальной информационно-коммуникационной структуры, позволяющей всем субъектам экономических систем осуществить процесс интеграции в единое информационное пространство и максимально эффективно использовать потенциал цифровых технологий для удовлетворения потребностей отдельных индивидов, их социальных групп, бизнеса и государства [15, 18].

Реализация цифровой модели развития экономики связана с массовым переходом всех субъектов, в том числе и индивидов, являющихся конечными потребителями производимых благ, к глобальному применению цифровых технологий [10, 19, 20]. При этом следует отметить, что переход на эту модель развития возможен только при наличии технико-технологической базы, адекватной информационным потребностям экономических субъектов, и информационно-коммуникационной инфраструктуры, способной поддерживать высокую скорость информационного обмена и обеспечивать информационную безопасность пользователей. Цифровая трансформация становится возможной только после осуществления технической модернизации разноуровневых экономических систем и формирования технико-технологической базы, создающих условия полномасштабного использования всех преимуществ, предоставляемых цифровыми технологиями, и реформирования устаревшей системы взаимодействия экономических субъектов путем их интеграции в общее информационное пространство и цифровые экосистемы.

В прикладной экономике для оценки качества развития производительных сил на уровне отдельных экономических систем различного уровня, как правило, исполь-

зуются понятия «материально-техническая база», «машинно-технологический комплекс», «техническое обеспечение», «технологическое обеспечение» и т. п.

В самом широком смысле материально-техническая база (МТБ), как правило, определяется как эволюционно сформированный набор средств и предметов труда, технологий производства и способов его технической организации, используемых для создания экономических благ. В качестве ключевого элемента материально-технической базы принято рассматривать средства труда. В других трактовках материально-техническая база рассматривается как совокупность материальных, вещественных элементов производительных сил (средств и предметов труда) общества, как совокупность средств производства, обеспечивающих протекание экономических процессов, как элемент системы производительных сил, определяющий базис и возможности развития экономических систем и др. [4, 17, 22].

В.И. Дерен и А.В. Мосолович [6] предлагают вести речь о материально-технической базе общества, определяя ее как эволюционно сформировавшуюся совокупность условий производства, отражающих уровень развития средств и предметов труда в рамках конкретной формы системы общественного производства.

В рамках данного подхода в качестве сущностных характеристик материально-технической базы общества можно выделить следующие способности МТБ:

- непрерывно изменяться под влиянием научно-технического прогресса;
- повышать производительные возможности человека и расширять их влияние на силы природы;
- ускорять процесс производства экономических благ средствами и предметами труда;
- обеспечивать жизнедеятельность человека;
- формировать условия, необходимые для воспроизводства социума;
- предоставлять возможность совершенствования технологий производства экономических благ;
- формировать требования к уровню общей и профессиональной подготовки работников и др.

А.И. Индюков [11] предлагает к элементам материально-технической базы относить все потребляемые в процессе производства вещественные факторы и различного рода энергию, считая, что именно такой подход позволяет наиболее объективно отразить содержание данной экономической категории. Также он считает необходимым рассматривать материально-техническую базу как элемент ресурсного потенциала экономических систем, включая при этом в состав материально-технической базы, как и некоторые другие исследователи [4, 23], землю, что в определенной мере противоречит сущности земли как специфического фактора производства, с одной стороны, выступающей в роли и средства, и предмета труда, но, с другой стороны, не относящейся к техническим факторам, являющимся результатом труда человека. На наш взгляд, земельные ресурсы, исходя из их сущности как фактора производства, следует относить не к материально-техническим, а к материально-биологическим элементам производительных сил, отличающихся спецификой происхождения и воспроизводства.

Отсутствие устойчивого общепризнанного понятия «материально-техническая база» объективно приводит к множеству подходов к обоснованию элементов, формирующих ее состав. Это касается не только земли, но и, например, информации, которую некоторые исследователи включают в состав материально-технической базы, хотя она не может быть отнесена ни к материальным, ни к техническим элементам. Кроме того, ряд исследователей в качестве элемента материально-технической базы предлагают рассматривать инновационный потенциал экономической системы, нарушая логику причинно-следственных связей, поскольку инновационный потенциал системы лишь определяют условия формирования материально-технической базы, но не является его составной частью.



При этом следует отметить, что именно материально-техническая база формирует технический потенциал хозяйствующих субъектов и воспроизводственные возможности экономических систем, а уровень материально-технической оснащенности и способности менеджмента эффективно использовать средства и предметы труда определяют конкурентоспособность хозяйствующего субъекта и перспективы его развития.

Следует отметить, что наряду с количественными показателями, отражающими размер и структуру материально-технической базы экономических систем, при управлении процессами ее формирования и использования целесообразно применять показатели, характеризующие качественные аспекты задействованных в процессе производства средств и предметов труда и их влияние на эффективность функционирования всей экономической системы.

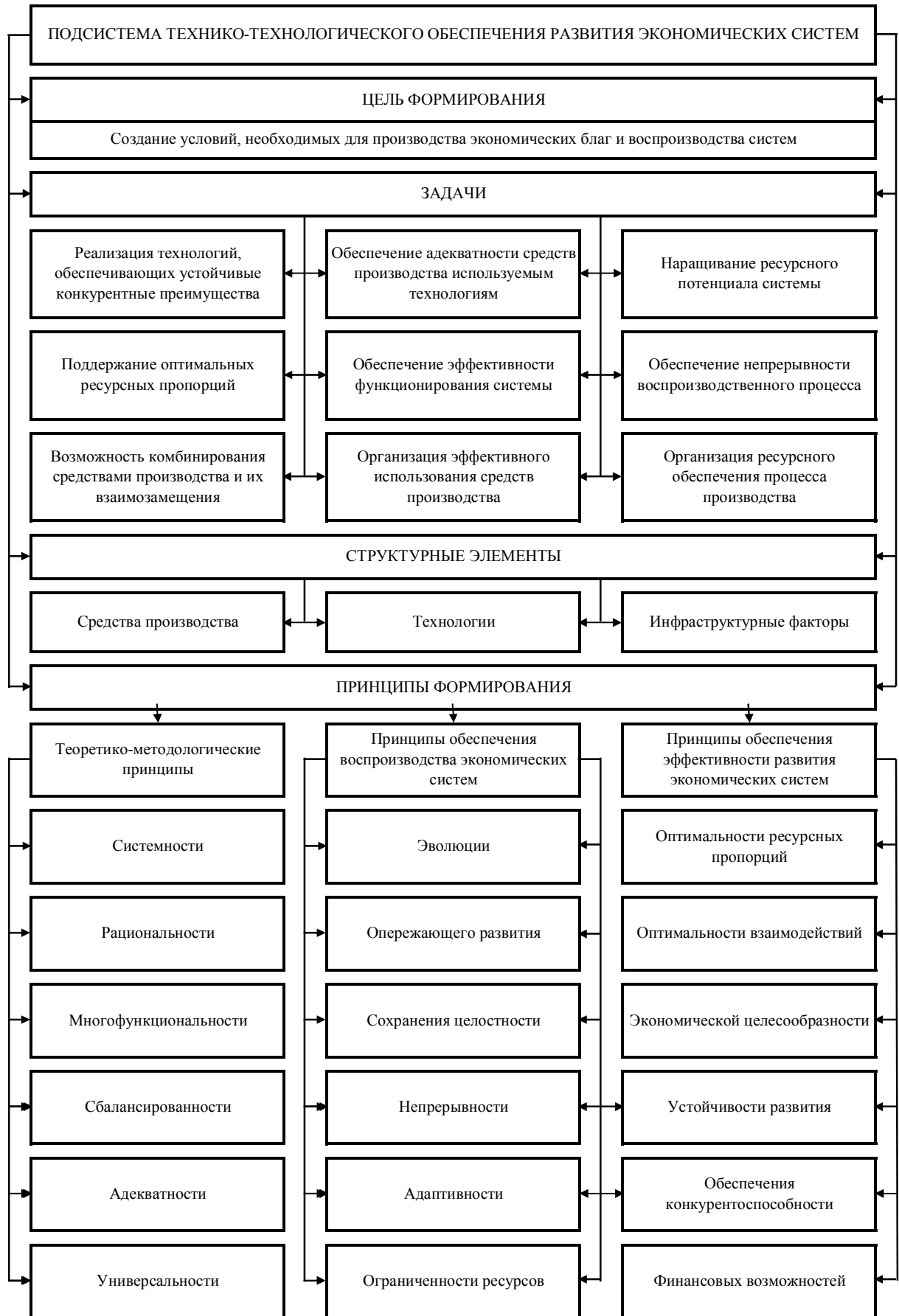
На современном этапе научно-технического прогресса сами по себе средства производства начинают терять статус ключевого фактора развития экономических систем, а на ведущие роли начинают выходить технологии производства экономических благ, которые могут быть реализованы на основе использования тех или иных средств производства. В этой связи в качестве специфического элемента экономических систем предлагается выделять подсистему технико-технологического обеспечения, представляющую собой совокупность средств производства, комбинации которых позволяют применять технологии, обеспечивающие эффективное функционирование экономических систем и их воспроизводство в контексте стратегии их развития.

Подсистема технико-технологического обеспечения формирует технико-технологический базис экономических систем. Такой подход позволяет ограничить предметную область исследования, сконцентрировав внимание на материально-технических элементах производительных сил, обеспечивающих условия реализации конкретных технологий производства экономических благ. При этом биологические элементы производительных сил (земля, сельскохозяйственные животные, многолетние насаждения и др.) рассматриваются как естественные элементы производственных систем, свойства и качества которых влияют на выбор технологий и технических средств их реализации. Продуктивный потенциал биологических элементов производственных систем в значительной мере определяет возможности эффективного функционирования экономических систем и их воспроизводства и может являться самостоятельным объектом исследования процессов развития хозяйствующих субъектов в объективной взаимосвязи с подсистемой технико-технологического обеспечения.

К сущностным характеристикам подсистемы технико-технологического обеспечения предлагается относить цель и задачи, структурные элементы, принципы ее формирования (см. рис.).

Цель формирования данной подсистемы заключается в создании условий, необходимых для производства экономических благ и воспроизводства систем, а основные задачи связаны:

- с реализацией технологий, позволяющих формировать устойчивые конкурентные преимущества;
- с обеспечением адекватности средств производства используемым технологиям, эффективности функционирования системы, непрерывности воспроизводственного процесса;
- с наращиванием ресурсного потенциала системы;
- с поддержанием оптимальных ресурсных пропорций;
- с комбинированием средств производства и их взаимозамещением;
- с организацией эффективного использования средств производства и ресурсного обеспечения процесса производства.



**Сущностные характеристики подсистемы технико-технологического обеспечения**

Естественным атрибутом данной подсистемы является ее непрерывное обновление в процессе собственного воспроизводства.

Принципы формирования рекомендуется рассматривать в разрезе таких трех крупных блоков, как:

- теоретико-методологические принципы;
- принципы обеспечения воспроизводства экономических систем;
- принципы обеспечения эффективности развития экономических систем.

К блоку теоретико-методологических принципов предлагается относить следующие принципы:

- принцип системности (подсистема технико-технологического обеспечения должна рассматриваться как элемент экономической системы в ее взаимосвязи и взаимодействии с другими элементами системы);
- принцип рациональности (подсистема не должна быть избыточной, а затраты на ее формирование и воспроизводство должны быть рациональны);
- принцип многофункциональности (отдельно взятые элементы подсистемы способны осуществлять совокупность близких по содержанию функций);
- принцип сбалансированности (состав и структура подсистемы должны соответствовать потребностям экономической системы);
- принцип адекватности (состав и структура подсистемы должны быть адекватны целям и условиям развития системы, обеспечивая реализацию функций при минимизации издержек, связанных с ее формированием);
- принцип универсальности (состав элементов подсистемы необходимо максимально унифицировать, стремясь минимизировать затраты, связанные с обслуживанием средств производства и обеспечением их работоспособности).

К принципам обеспечения воспроизводства систем относятся:

- принцип эволюции (состав и структура подсистемы постоянно изменяются в соответствии с эволюционными изменениями самой системы);
- принцип опережающего развития (воспроизводство подсистемы должно осуществляться исходя из прогноза перспектив развития технологий);
- принцип сохранения целостности (разные темпы воспроизводства различных элементов подсистемы не должны нарушать ее структурную и функциональную целостность);
- принцип непрерывности (воспроизводство подсистемы не должно нарушать непрерывность процессов развития системы);
- принцип адаптивности (воспроизводство подсистемы должно происходить через ее адаптацию к изменяющимся условиям развития системы);
- принцип ограниченности ресурсов (темпы воспроизводства подсистемы должны определяться с учетом ограниченности ресурсов).

Блок принципов обеспечения эффективности развития агроэкономических систем формируют следующие:

- принцип оптимальности ресурсных пропорций (структура подсистемы и пропорции между ее отдельными элементами должны быть оптимальны с точки зрения минимизации затрат на поддержание ее функционала);
- принцип оптимальности взаимодействий (структура подсистемы должна обеспечивать оптимальность взаимодействия ее отдельных элементов и структурных элементов самих систем);
- принцип экономической целесообразности (затраты на формирование и воспроизводство подсистемы должны быть экономически оправданы с позиции эффективности развития самой системы);
- принцип устойчивости развития (подсистема должна обеспечивать возможность устойчиво эффективного развития системы на относительно длительном временном горизонте);

- принцип обеспечения конкурентоспособности (используемые технические средства и технологии должны обеспечивать формирование устойчивых конкурентных преимуществ и устойчивого положения на рынке);

- принцип финансовых возможностей (политика формирования и воспроизводства подсистемы должна строиться исходя не только из целей развития системы, но и ее финансовых возможностей).

Под формированием подсистемы технико-технологического обеспечения предлагается понимать процесс приобретения и выбытия средств и предметов труда, корректировки соотношений между ними в рамках воспроизводства как самой подсистемы, так и экономических систем в целом. В этой связи формирование подсистемы технико-технологического обеспечения следует рассматривать как стадию общеэкономического воспроизводственного процесса и форму воспроизводства средств и предметов труда.

Специфика формирования подсистемы технико-технологического обеспечения хозяйствующих субъектов обуславливается, в первую очередь, их отраслевой принадлежностью и особенностью организации процессов производства экономических благ и их воспроизводства. Каждый хозяйствующий субъект формирует подсистему технико-технологического обеспечения исходя из стратегии своего развития, финансовых возможностей, способности работников эффективно использовать те или иные технологии производства экономических благ, а также под воздействием ряда других факторов.

Развитие подсистемы технико-технологического обеспечения происходит в рамках процесса ее воспроизводства. Воспроизводственный процесс при этом может рассматриваться как совокупность таких стадий, как формирование средств производства, производственное использование, восстановление и обновление. В рамках простого воспроизводства осуществляется эволюционное обновление материально-технической базы экономической системы в размере затрат, перенесенных основными средствами в виде амортизации на стоимость продукции, и стоимости оборотных средств, потребленных в процессе производства. Расширенное воспроизводство требует привлечения дополнительных источников финансирования и может осуществляться как в форме наращивания уже используемых производственных мощностей, так и через принципиальное обновление средств производства с целью освоения новых технологий. Причем это обновление может происходить как эволюционным, так и революционным путем и отличаться масштабами технико-технологической модернизации системы общественного производства и скоростью процессов обновления.

---

### Библиографический список

1. Ахметов Т.Р. Инновационный цикл и эволюция национальных экономических систем / Т.Р. Ахметов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11–7. – С. 1382–1386.
2. Батракова Л.Г. Эволюция социально-экономических систем / Л.Г. Батракова // *Ярославский педагогический вестник*. – 2013. – Т. 1, № 2. – С. 66–69.
3. Блауг М. 100 великих экономистов до Кейнса / М. Блауг ; пер. с англ. под ред. Строчевского М. – Санкт-Петербург : Экономическая школа, 2008. – 352 с.
4. Глечикова Н.А. Воспроизводство материально-технической базы растениеводства как подсистемы АПК: типология, механизмы организации, индикаторы, инструменты развития : монография / Н.А. Глечикова. – Майкоп : Изд-во АГУ, 2013. – 304 с.
5. Гэлбрейт Дж. Новое индустриальное общество / Дж. Гэлбрейт ; пер. с англ. – Москва : ООО «Издательство АСТ»; ООО «Транзиткнига»; Санкт-Петербург : Terra Fantastica, 2004. – 602 с.
6. Дерен В.И. Экономические ресурсы и материально-техническая база общества: разные трактовки / В.И. Дерен, А.В. Мосолович // *Прикладные экономические исследования*. – 2016. – № 2 (12). – С. 30–34.
7. Домакур О.В. Постиндустриальное общество: структура, признаки, механизм и закономерности формирования / О.В. Домакур // *Экономическая наука сегодня*. – 2016. – № 4. – С. 39–47.
8. Дондокова Е.Б. Эволюция определения понятия «производительные силы» в различных экономических школах / Е.Б. Дондокова, Е.В. Пильчинова // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. – 2014. – № 6 (51). – С. 120–126.

9. Жиронкин С.А. Неоиндустриальная концепция структурных преобразований российской экономики / С.А. Жиронкин, М.А.О. Гасанов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2014. – № 4 (28). – С. 14–24.
10. Иванов В.В. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий. – Москва : РАН, 2017. – 62 с.
11. Индюков А.И. Сущность и экономическое содержание материально-технической базы сельскохозяйственного производства / А.И. Индюков // Кант. – 2014. – № 3 (12). – С. 43–49.
12. Канатаев Д.В. Постиндустриальное общество: реальность и перспективы / Д.В. Канатаев // Новая наука: стратегии и векторы развития. – 2017. – Т. 2, № 3. – С. 158–159.
13. Ключко Е.Н. Развитие производительных сил на основе новых технологических укладов / Е.Н. Ключко, В.М. Смоленцев // Вестник Академии знаний. – 2018. – № 3 (26). – С. 156–161.
14. Краснов Г.А. Эволюция экономических систем в условиях технологического прогресса с позиции теории динамических развивающихся систем / Г.А. Краснов, А.А. Краснов, А.А. Краснов // Журнал экономической теории. – 2012. – № 3. – С. 53–61.
15. Маймина Э.В. Особенности и тенденции развития цифровой экономики / Э.В. Маймина, Т.А. Пузыря // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2017. – № 6 (67). – С. 37–45.
16. Маркс К. Сочинения. Издание второе. Т. 46, ч. II. Экономические рукописи 1857–1859 годов (Первоначальный вариант «Капитала»). Ч. 2 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – Москва : Изд-во политической литературы, 1969. – 244 с.
17. Немченко А.В. Модернизация как залог роста конкурентоспособности сельскохозяйственного производства / А.В. Немченко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 4 (70). – С. 31–33.
18. Попов Е.В. Движение к цифровой экономике: влияние технологических факторов / Е.В. Попов, О.С. Сухарев // Экономика. Налоги. Право. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 26–35.
19. Стрелкова И.А. Цифровая экономика: новые возможности и угрозы для развития мирового хозяйства / И.А. Стрелкова // Экономика. Налоги. Право. – 2018. – № 2. – С. 18–26.
20. Улезько А.В. Трансформационные эффекты перехода к цифровой экономике / А.В. Улезько, М.А. Жукова, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 2. – С. 14–21.
21. Физиократы. Избранные экономические произведения / Ф. Кенэ, А.Р.Ж. Тюрго, П.С. Дюпон де Немур. – Москва : Эксмо, 2008. – 1200 с.
22. Черникова Л.И. Понятие и содержание материально-технической базы сельского хозяйства / Л.И. Черникова, Д.В. Сидорова, О.С. Звягинцева // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 4 (28). – С. 159–162.
23. Экономика сельского хозяйства : учебник / В.Т. Водяников и др. ; под ред. В.Т. Водяникова. – Москва : КолосС, 2007. – 388 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Николаевна Кононова – старший преподаватель кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: nata\_kononova@hotmail.com, iomas@agroeco.vsau.ru.

Андрей Валерьевич Улезько – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Андрей Павлович Курносков – доктор экономических наук, профессор кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: iomas@agroeco.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.08.2019

Дата принятия к печати 25.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia N. Kononova, Senior Lecturer, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: nata\_kononova@hotmail.com, iomas@agroeco.vsau.ru.

Andrey V. Ulez'ko, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: arle187@rambler.ru, iomas@agroeco.vsau.ru.

Andrey P. Kurnosov, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: iomas@agroeco.vsau.ru.

Received August 16, 2019

Accepted September 25, 2019

## ДИВЕРСИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Ирина Николаевна Меренкова

Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации, Воронеж

Аргументирована необходимость диверсификации, направленной на воспроизводство человеческого капитала сельских территорий; показано, что переход от односторонней структуры сельской экономики к многопрофильному хозяйству предполагает освоение новых видов деятельности, что будет способствовать повышению занятости и ускорению процесса накопления человеческого капитала; выполнен анализ условий реализации человеческого капитала (которые одновременно являются и фактором, и результатом развития сельских территорий), а также влияния на него социально-экономических факторов; установлено, что нерешенные вопросы безработицы и сельской бедности препятствуют нормальному воспроизводству человеческого капитала, снижают предпринимательскую активность сельских жителей; сделан вывод, что диверсификация сельской экономики за счет стимулирования различных видов деятельности приводит к рациональному использованию человеческого капитала и способствует росту производительности труда и производства. На основе изучения отечественного и зарубежного опыта сельской диверсификации определены причины, препятствующие ее реализации в России и, как следствие, стабилизации человеческого капитала на селе. Развитие человеческого капитала невозможно без привлечения и вложений финансовых средств в образование, здравоохранение, повышение квалификации и переподготовку. Доказано, что эффективность инвестиций в человеческий капитал зависит от разрешения структурных противоречий между его различными характеристиками и определяется максимальным использованием индивидуальных способностей сельских работников, связанных с присущими только им качествами, наклонностями и навыками. В качестве действенного инструмента предложены основные компоненты долгосрочной государственной политики, направленные на повышение эффективности процессов формирования и использования человеческого капитала и отвечающие требованиям диверсифицированной сельской экономики.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** человеческий капитал, сельские территории, диверсификация, предпринимательская способность и активность, инвестиции.

## DIVERSIFICATION OF RURAL AREAS AS A TOOL FOR HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT

Irina N. Merenkova

Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex  
of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Voronezh

The author argues the need for diversification aimed at reproducing the human capital in rural areas, showing that the transition from a one-sided structure of rural economy to a diversified economy involves the mastering of new activities, which will increase the employment and accelerate the process of human capital accumulation; analyzes the conditions for realization of human capital (that are both a factor and a result of development of rural territories), as well as the impact of socio-economic factors on it; defines that the unresolved issues of unemployment and rural poverty impede the normal reproduction of human capital and reduce the entrepreneurial activity of rural residents; comes to the conclusion that diversification of rural economy by stimulating various activities leads to the rational use of human capital and contributes to the growth of labor productivity and production. Based on the study of the Russian and foreign experience, the author identifies the reasons that prevent the rural diversification in Russia and the consequent stabilization of human capital in the countryside. The development of human capital is impossible without attracting and investing financial resources in education, healthcare, advanced training and retraining of workers. It is proved that the efficiency of investments in human capital depends on the resolution of structural contradictions between its various characteristics and is determined by the maximum use of individual abilities of

rural workers associated with their inherent qualities, inclinations and skills. To be used as an effective tool, the author proposes the main components of a long-term state policy that is aimed at increasing the efficiency of processes of formation and use of human capital and meets the requirements of a diversified rural economy.

KEYWORDS: human capital, rural territories, diversification, entrepreneurial abilities and activities, investments.

**В**ажнейшей задачей социально-экономического развития страны является улучшение качества жизни сельского населения. Решение этой задачи невозможно без человеческого капитала. Именно жители сельских территорий с их образованием, здоровьем, навыками, предпринимательской инициативой являются главным фактором развития сельской экономики.

Основой сельских территорий является сельская экономика, результат функционирования которой направлен на повышение уровня и улучшения качества жизни населения. Однако пространственная дифференциация сельских территорий препятствует росту их экономики, и сельские поселения не выдерживают конкуренции с экономикой городских поселений, что подтверждается миграцией сельских жителей (миграционный отток – 4% от общей численности сельского населения). Кроме этого, низкая продолжительность жизни крестьян (69,5 года) и их старение (24% – лица старше трудоспособного возраста), отсутствие развитой инфраструктуры (обеспеченность водопроводом – 54% сельского жилищного фонда, канализацией – 40,1%, центральным отоплением – 65,1%, ваннами – 33%, газом – 73% и горячим водоснабжением – 30%), слабая закрепляемость кадров (5–10%) становятся серьезным ограничением для роста аграрного сектора экономики и имеют широкомасштабный характер долгосрочного действия, что влечет за собой замедление процесса накопления составляющих человеческого капитала.

Как правило, к конкретным условиям реализации человеческого капитала, которые одновременно являются и фактором, и результатом функционирования сельской экономики, относят следующие:

- ограничение возможностей развития человеческого капитала, связанное с низким качеством жизни крестьян;
- неблагоприятная демографическая ситуация и структура сельского населения;
- неразвитость сельской инженерно-социальной инфраструктуры;
- отсутствие необходимой мотивационной заинтересованности предпринимательских структур в инвестировании человеческого капитала [9].

Кроме этого, на состояние человеческого капитала существенное воздействие оказывает ряд факторов, связанных с особенностями сельских территорий:

- значительная территориальная рассредоточенность сельских поселений;
- неразвитость сельского рынка труда и низкая мобильность рабочей силы в сельской местности;
- межотраслевой диспаритет цен;
- более низкий уровень жизни и образования сельского населения по сравнению с городским;
- снижение физико-психического состояния здоровья сельского населения под влиянием различных факторов окружающей и жизненной среды;
- деформированная структура сельских кадров в целом, и в частности аграрных, в связи с их несоответствием решаемых отраслевым задач;
- деградация культуры и снижение профессионально-квалификационного потенциала.

Приведенные выше факторы указывают на высокую дифференциацию и поляризацию социально-экономического пространства села, а нерешенные вопросы безработицы и сельской бедности в своей совокупности препятствуют нормальному воспроизводству человеческого капитала сельских территорий. Это влечет за собой дисбаланс профессионально-квалификационной структуры спроса и предложения на сель-

ском рынке труда, дефицит управленческих кадров, способных развивать село современными методами и ориентированных на это, снижает и без того слабую предпринимательскую активность селян.

Основной отраслью экономики сельских территорий, определяющей уклад жизни сельского населения, является сельское хозяйство, достаточно консервативная отрасль. Реформирование и приход частного капитала в аграрный сектор экономики, обусловленные реорганизацией колхозов и совхозов, привели к деформациям, а зачастую и разрушению сложившихся производственных систем. Это, в свою очередь, предопределило полномасштабную сельскую безработицу, ликвидацию рабочих мест (на одно рабочее место в аграрном предприятии претендуют более 50 человек), прогрессирующую бедность. Как следствие, молодежь вынуждена искать новые рабочие места, переезжая в города. На сегодняшний день в стране при отсутствии занятости в сельской местности многие сельские жители «просто живут». Развал сельскохозяйственных предприятий привел к еще большему обострению проблемы сельского населения – безработице, а основной формой выживания стали пенсии и доходы от ведения личных подсобных хозяйств.

Как показывают исследования, наступает новая реальность, при которой только 35,0% сельских жителей связывают свою жизнь и работу исключительно с сельскохозяйственной деятельностью. Продолжается процесс сокращения доли занятых в сельском хозяйстве, в то время как доля сельского населения остается примерно на одном и том же уровне (26,0%). При этом товарное производство продовольствия перемещается во все более крупные интегрированные агропромышленные структуры, деятельность которых затрудняет решение задач по развитию сельских территорий (конкуренция за землю, бюджетные субсидии, рабочие места и т. д.).

Инвесторы вкладывают свои средства в формирование человеческого капитала в минимальном объеме, но в то же время в дальнейшем хотят его использовать в качестве полезной и интеллектуальной рабочей силы и как источник воспроизводственного процесса. Однако они не имеют возможности предоставить рабочие места значительной части сельского населения, поэтому и возникает необходимость перехода к диверсифицированному развитию сельских территорий. Основной целью диверсификации следует считать направленность на поддержание и обновление человеческого капитала в сельской местности.

Побудительным мотивом диверсификации хозяйствующих субъектов на селе являются экономические проблемы, связанные с прибыльностью капитала, стремлением увеличить доходы и выжить в конкурентной борьбе, а для самой сельской территории как системы (экономика, социум, природа) в качестве предпосылок проведения диверсификации можно назвать рост безработицы, снижение занятости и численности сельского населения, уровня его доходов; неравномерное развитие отраслей сельской экономики; низкий уровень развития социальной и рыночной инфраструктуры; нерациональное использование имеющегося на территории природно-ресурсного потенциала; превращение в обезлюдившие территории сельские поселения [4].

Анализируя опыт зарубежных стран, можно констатировать, что большинство из них охвачено процессом диверсификации, которая является мощным инструментом развития сельской местности, определяющим разнообразную структуру экономики. Большинство стран мира и их объединений (США, Китай, Европейский союз и др.) выбрали основой развития села диверсифицированную сельскую экономику, которая функционирует за счет проводимой государственной политики и реализации специальных программ, в большинстве своем ориентированных на несельскохозяйственные виды деятельности.



В Швеции, Словении и Германии свыше 50,0% европейских фермеров получают свои доходы независимо от сельского хозяйства. Значительная часть сельского населения этих стран (87,0%) связана с несельскохозяйственной деятельностью, где создается 95,0% дополнительной стоимости продукции [10]. Обращает на себя внимание и то, что для стран Европейского Союза характерны значительные изменения доли диверсифицированных хозяйств в их общей структуре, что свидетельствует о различных возможностях для диверсификации. Так, структура хозяйств в странах ЕС с альтернативными источниками доходов варьирует от 18,2% в Бельгии до 61,4% в Швеции.

В ряде стран, таких как США, Франция и др., политика диверсификации сельских территорий направлена не только на несельскохозяйственный сектор, но и на поддержание и развитие органического земледелия [7]. В развитых странах, учитывая локальные условия местности, происходит переход к экологически ориентированной аграрной политике, основой которой является государственная поддержка сельхозпроизводителей за счет предоставления дотаций, льготных кредитов, а также полной отмены налогообложения для бизнес-структур, осуществляющих предпринимательскую деятельность на селе.

Отечественный опыт также свидетельствует, что в сельской местности наряду с сельским хозяйством развиваются несельскохозяйственный бизнес и инфраструктура. В этом направлении Россия, приняв Государственную программу «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы», сделала первый шаг по стимулированию альтернативной сельской занятости [2].

В рамках реализации этой Программы особое внимание было уделено субсидиям, выдаваемым не только на погашение части процентной ставки по кредитам различным формам хозяйствования на селе, но и на развитие туризма, народных промыслов и ремесел, заготовки и переработки плодов, ягод и лекарственных растений, а также предоставление услуг в сфере социально-бытового обслуживания. Основными получателями субсидированных кредитов стали малые формы хозяйствования, а также сельскохозяйственные потребительские кооперативы.

Федеральной целевой программой «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» существенно расширен круг получателей субсидированных кредитов на развитие альтернативных видов деятельности на селе; предусмотрены меры по воссозданию на селе промысловой кооперации; введены налоговые и таможенные льготы для различных субъектов хозяйствования, открывающих свое собственное несельскохозяйственное дело; а также определена правовая регламентация по обеспечению интегрированными формированиями, ведущими сельскохозяйственное производство, рабочих мест в несельскохозяйственной сфере для трудоустройства высвобождаемых работников [1].

В то же время, несмотря на выполнение программных задач по развитию сельской диверсификации, ее процесс осуществляется замедленными темпами, что в целом объясняется незначительной практической реализацией данных мер и их недостаточностью. По большому счету значительный уровень коррумпированности чиновников и ненужные бюрократические процедуры тормозят диверсифицированное развитие сельских территорий. Зачастую органы власти на разных уровнях управления не находят действенных стимулов к принятию и реализации базового законодательства, что объясняется слабой управленческой деятельностью муниципальных образований и отсутствием организаторского опыта, вследствие чего процесс привлечения инвестиций в сельскую экономику замедляется [8].

Наряду с этим в качестве причин, препятствующих развитию диверсификации на селе, следует также отметить: недостаток оборотного капитала и инвестиций; небла-

гоприятные условия рыночной среды; слабое развитие малого и среднего бизнеса; отсутствие должного интереса у предпринимателей к развитию диверсификации; неразвитая инженерная и социальная инфраструктура, а также особенности сельского менталитета и образ жизни сельских жителей.

В настоящее время важен комплексный механизм поддержки сельской диверсификации, основными элементами которой должны стать стимулирование нового производства, создание ориентированных на потребителя рынков, финансирование инженерно-социальной инфраструктуры, производство экспортной продукции и развитие импортозамещения. Интеграция сельскохозяйственных и несельскохозяйственных секторов экономики будет способствовать наиболее эффективному использованию ресурсов и продукции в сельской местности. Не стоит забывать важность дотаций и льгот для многодетных семей, направленных на обеспечение жилищно-коммунальных услуг, получение среднего и высшего образования. Кроме этого, в особой поддержке государства нуждаются молодые специалисты всех направлений, которые могли бы закрепиться на селе и приносить отдачу экономике сельских территорий за счет использования накопленного человеческого капитала [3].

Следует отметить, что на данном этапе развития России диверсификационные возможности села невелики. Такие ограничения объективного характера, как количественный и качественный состав рабочей силы, емкость и близость основных рынков сбыта, слабость инновационной составляющей производства и его информатизации и др., существенно влияют на формирование диверсифицированной сельской экономики. Но в то же время именно население, занятое в сельской экономике, реализующее собственные бизнес-проекты, представляет собой ту активную часть жителей, которые изменяют ее структуру, ориентируют хозяйства на развитие отраслей с высокой долей человеческого капитала.

Предпринимательская способность – важнейшая составляющая человеческого капитала как интенсивного фактора развития. Уровень предпринимательской активности сельских жителей, наличие государственных программ поддержки малого и среднего бизнеса на селе, а также высокие темпы внедрения инноваций в различные отрасли и виды деятельности являются определяющими в развитии человеческого капитала сельских территорий. Однако основными причинами, по которым сельские жители не готовы создавать и развивать бизнес в сельской экономике, являются недостаточность собственных средств, низкий уровень предоставляемых государством субсидий, ограниченный уровень знаний. При получении необходимой государственной поддержки сельские жители смогли бы организовать по приоритетности следующие виды деятельности: сельское фермерство, заготовка и переработка, торговля и бытовое обслуживание.

По нашему мнению, сокращение низкооплачиваемой занятости и маргинальных рабочих мест, создание новых, высокооплачиваемых и защищенных рабочих мест, гарантирующих зарплату не ниже прожиточного минимума, способны обеспечить доступ к человеческим ресурсам. Для того чтобы получить максимальный эффект от использования человеческого капитала, важно сконцентрировать усилия на секторах, которые создают условия для дополнительной занятости в смежных отраслях, а не в отраслях, имеющих высокий потенциал роста.

Человеческий капитал формируется в процессе получения различных видов образования и улучшения здоровья. Не вызывает сомнения тот факт, что высокий уровень образования и налаженная система здравоохранения на селе приносят выгоды не только сельским жителям в отношении правильно принятых решений, использования инноваций, решения сложных производственных задач, но и сельскому сообществу в целом. Прежде всего это достигается за счет привлечения финансовых средств в системы образования, здравоохранения, а также – повышения квалификации и переподготовки.

Существует прямая зависимость от имеющегося уровня знаний, опыта работы с современными технологиями и стоимостью (востребованностью) специалистов на рынке труда. Чем выше уровень и больше опыт, тем больше спрос на таких работников. Поэтому людям пожилого возраста, особенно имевшим опыт работы в советский период времени, все сложнее адаптироваться к новой системе и применять свои знания. Чаще всего работодатели предпочитают молодость опыту. Соответственно те, кто инвестирует средства в образование и повышение квалификации специалистов на селе, могут и должны рассчитывать на прирост отдачи человеческого капитала и тем самым на рост эффективности производства и отраслевой конкурентоспособности.

Очень важно понимать, что эффективность использования человеческого капитала, а также инвестирование в него во многом зависят от комплекса объективно-субъективных и социально-экономических факторов. Если брать во внимание субъективные факторы, то эффективность инвестиций в сельского работника определяется максимальным использованием его индивидуальных способностей, связанных с присущими только ему качествами, наклонностями и навыками.

Очевидно, что результативность инвестиций в человеческий капитал зависит от разрешения структурных противоречий между его различными характеристиками и потребностями производства на различных уровнях управления. В то же время отметим, что относительно низкая доходность сельского хозяйства, длительность инвестиционного цикла и сезонность сельхозпроизводства повышают риск вложений в человеческие ресурсы. При таком положении дел инвестиции предпринимателей утрачивают свою привлекательность в человеческий капитал, а их дальнейшее вложение средств в условиях имеющихся структурных сдвигов способствует углублению деформаций и тормозит экономический рост отраслей сельской экономики.

Уровень отдачи от вложенных инвестиций может полностью характеризовать экономическую ценность от инвестиционной деятельности в человеческий капитал. Трудность заключается в определении типа и количества инвестиций, поскольку итоговый результат отличается от физического капитала.

Для обеспечения комплексного подхода к решению вышеозначенных проблем государство должно разработать для сельских территорий долгосрочную политику развития человеческого капитала [5, 6], основными компонентами которой будут следующие:

- трансформация системы формирования человеческого капитала путем капитализации человеческих ресурсов, создающих массу финансовых и социальных выгод от эффективного их использования;
- разработка механизмов социализации для сельских жителей, которые исключены из данного процесса и не имеют возможностей реализовать и пользоваться выгодами от использования своего человеческого капитала;
- формирование необходимых жизненных условий для нормального существования сельского населения;
- согласование на различных уровнях управления демографического, миграционного и трудового баланса;
- ускорение социальной и повышение производственно-квалификационной мобильности сельского населения;
- становление экономики, основанной на знаниях и потребностях постоянно учиться, осваивать новые специальности и эффективно применять информацию, использовать индивидуальные способности и навыки;
- создание механизмов, обеспечивающих соответствие подготовки и переобучения сельских кадров требованиям современной экономики;
- формирование новой системы управления человеческими ресурсами, учитывающей интересы каждого человека.

Таким образом, диверсификация является одним из инструментов развития сельских территорий и обновления человеческого капитала. Формирование и использование данного ресурса становится одним из стратегических приоритетов государства, позволяющим создать фундамент для долгосрочного развития всех отраслей сельской экономики. Однако инвестиции в человеческий капитал не дают быстрого эффекта, в связи с чем данный процесс является долгосрочным и затратным. Поэтому необходимы дальнейшие исследования важных для сельской диверсификации таких направлений, как механизм воспроизводства инвестиций и особенности использования кадрового потенциала, которые будут способствовать созданию системы развития человеческого капитала, отвечающей требованиям современной экономики.

### Библиографический список

1. Бондаренко Л.В. Занятость на селе и диверсификация сельской экономики / Л.В. Бондаренко // Экономика сельского хозяйства России. – 2011. – № 1. – С. 71–76.
2. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2007 г. № 446 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70205/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70205/) (дата обращения: 11.03.2019).
3. Кусмагамбетова Е.С. Развитие жилищного строительства на сельских территориях / Е.С. Кусмагамбетова // Стратегия развития АПК и сельских территорий: перспективные идеи и конкурентоспособные технологии : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 50-летию ФГБНУ ВНИОПТУСХ (Россия, Москва, 19–20 февраля 2015 г.). Ответственный редактор: Р.Х. Адуков. – Москва : ПРИНТ-ПРО, 2015. – С. 489–492.
4. Меренкова И.Н. Многофункциональность сельских территорий – основа жизнеобеспечения сельского населения / И.Н. Меренкова, В.Н. Перцев, И.И. Новикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1–2 (40–41). – С. 273–278.
5. Модели устойчивого развития сельских территорий района / И.Н. Меренкова, Д.И. Попов, И.И. Новикова, В.Н. Перцев. – Воронеж : НИИЭОАПК ЦЧР РФ РАСХН, 2011. – 49 с.
6. Моргунов В.С. Развитие человеческого капитала в экономике, основанной на знаниях : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / В.С. Моргунов. – Оренбург, 2015. – 135 с.
7. Пецух Н.И. Повышение организационно-экономического потенциала устойчивого развития сельских территорий (на материалах Алтайского края) : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Н.И. Пецух. – Оренбург, 2016. – 162 с.
8. Руденко Л.И. Анализ процессов диверсификации экономики сельских территорий / Л.И. Руденко, Д.В. Рожкова // Закономерности развития региональных агропромышленных систем. – 2016. – № 1. – С. 198–202.
9. Формирование эффективного механизма управления человеческим капиталом в условиях обеспечения инновационного развития регионального аграрного сектора / Н.И. Прока, Е.И. Ловчикова, А.А. Полухин, Т.М. Кузнецова, К.П. Каменева. – Орел : Изд-во Картуш, 2013. – 250 с.
10. Rural Development in the European Union – Statistical and Economic Information 2007–2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development\\_en](https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development_en) (дата обращения: 20.02.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ Принадлежность к организации

Ирина Николаевна Меренкова – доктор экономических наук, доцент, зав. отделом «Управление АПК и сельскими территориями» ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации», Россия, г. Воронеж, e-mail: [upr-nii@yandex.ru](mailto:upr-nii@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 05.07.2019

Дата принятия к печати 09.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Irina N. Merenkova, Doctor of Economic Sciences, Docent, Head of Dept. of Management of Agro-Industrial Complex and Rural Territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: [upr-nii@yandex.ru](mailto:upr-nii@yandex.ru).

Received July 05, 2019

Accepted August 09, 2019

---

## **СФЕРА ОБСЛУЖИВАНИЯ В РАЗВИТИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

---

**Серик Магоматович Кусмагамбетов<sup>1</sup>  
Елена Сергеевна Кусмагамбетова<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

В исследовании показано, что сфера обслуживания оказывает значительное влияние на возможности получения общего и профессионального образования, повышения квалификации, укрепления и восстановления здоровья селян, воспитания детей, сохранения и поддержания культурно-нравственного уровня, обеспечения благоприятных условий жизни и социальной адаптации, и поэтому она создает пространство, в котором происходит формирование и накопление человеческого капитала сельских территорий. В ходе изучения международного опыта установлено, что в развитых европейских странах проводится политика поддержки занятости на селе, в связи с чем получили широкое распространение альтернативные сельскому хозяйству виды деятельности, в том числе относящиеся к сфере обслуживания. Отечественный опыт свидетельствует о недостаточной развитости социальных услуг в сельской местности, существенной дифференциации в доступности услуг для селян, слабой эффективности принимаемых мер. В работе определены такие проблемы развития сферы обслуживания на сельских территориях РФ, как дефицит финансовых ресурсов, несоответствие качества управления современным требованиям, недостаточная компетентность рабочих кадров, значительный сверхнормативный износ основных фондов учреждений, а также их недостаточная материально-техническая база. Предложены направления развития сферы обслуживания на сельских территориях (по видам деятельности, производимым продуктам, технологиям), способствующие расширению ассортимента услуг и модернизации применяемых форм и методов обслуживания сельских жителей, а также меры государственной поддержки. Реализация вышеперечисленных направлений способна оказать положительное влияние на формирование интеллектуального, творческого и трудового потенциала сельских жителей, их здоровье, развитие профессиональной компетентности, создать условия для роста занятости и доходов селян, что, в конечном итоге, выразится в накоплении качественного человеческого капитала на сельских территориях.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сельские территории, сфера обслуживания, человеческий капитал, социальные услуги, государственная поддержка.

## **SERVICES SECTOR ROLE IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN CAPITAL IN RURAL AREAS**

**Serik M. Kusmagambetov<sup>1</sup>  
Elena S. Kusmagambetova<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 study shows that the services sector in rural areas has a significant impact on the people's possibilities of obtaining: (i) general and vocational education; (ii) upskilling; (iii) health promoting and rehabilitation; (iiii) the upbringing of children; (iiiii) preservation and restoration of cultural and moral values; (iiiii) ensuring favorable living environment and social adaptation. Thus, the services sector creates a space in which the formation and accumulation of human capital in rural areas are going on. In the process of studying international best practices, it was found that in economically developed European countries, their governments pursue a policy of supporting employment of population in rural areas. Due to different employee assistance programs there appeared new types of activities as an alternative to agriculture, including those related to the services sector. Domestic experience shows the lack of development of social services in rural areas, a significant differentiation in the availability of services in rural community, and poor effectiveness of the actions taken. The authors identified such problems of development of the services sector in rural areas of the Russian Federation as funding shortage, mismatching of

management quality to modern requirements, insufficient competence of workers, significant abnormal wear of fixed assets of agricultural enterprises, as well as their insufficient material and technical basis; proposed the directions of development of the services sector in rural areas (grouped by activities, by manufactured products, by technologies) contributing to the expansion of the range of services and modernization of the forms and methods of servicing rural people, as well as measures of state support. The implementation of the above mentioned directions would jumpstart the formation of intellectual, creative and labor potential of rural people, the development of professional competence, the creation of conditions for the growth of employment and income of villagers, which, ultimately, would reflect in the accumulation of quality human capital in rural areas.

KEYWORDS: rural areas, services sector, human capital, social services, state support.

**В** настоящее время в Российской Федерации в документах стратегического планирования федерального уровня много внимания уделяется развитию села, а также формированию и накоплению человеческого капитала. Однако заявленный в государственных документах курс на устойчивое развитие сельских территорий по своей сути является декларативным, а к человеческому капиталу сельских территорий интерес появился совсем недавно. В частности, это подтверждается состоянием социальной сферы села, где крайне недостаточно обновлена материально-техническая база, ввод новых инфраструктурных мощностей не позволяет в полной мере удовлетворять потребности сельских жителей и обеспечивать их значимыми социальными услугами в соответствии с нормативами, а уровень государственной поддержки предпринимательской деятельности в сфере социального обслуживания на селе по-прежнему остается низким.

Развитие сферы обслуживания значительно влияет на возможности получения общего и профессионального образования, повышения квалификации, укрепления и восстановления здоровья селян, воспитания детей, сохранения и поддержания культурно-нравственного уровня, обеспечения благоприятных условий жизни и социальной адаптации. Именно поэтому возможности создания на селе условий для воспроизводства человеческого капитала в немалой степени зависят от функционирования сферы обслуживания, которая представляет собой организуемую обществом деятельность, направленную на удовлетворение физических, социальных и духовных потребностей населения.

Главными структурными компонентами сферы обслуживания являются объекты социальных услуг (люди и группы людей, имеющие потребности, интересы в решении своих жизненных проблем) и субъекты социальных услуг (специалисты и социальные организации, реализующие профессиональные интересы и (или) функционирующие в сфере обслуживания) [5]. Государство также является субъектом оказания услуг населению и гарантирует их определенный минимум для всех категорий граждан. Кроме этого, в качестве структурных компонентов рассматриваемой системы выступают социальные стандарты и нормы, технологии и формы оказания услуг, ресурсы (имущественные, финансовые, кадровые, управленческие), социальные связи и отношения между объектом и субъектом взаимодействия, их материальная и духовная культура, результат оказания услуг (их качество). Критерием эффективности развития сферы обслуживания выступает доступность и качество социальных услуг.

В научной литературе выделяют несколько основных подходов к пониманию сущности социальных услуг:

- расширительный, предполагающий отнесение к данной категории любых услуг, ориентированных на изменение социального статуса человека в обществе и связанных с его социальной адаптацией или реабилитацией;
- производственный, в рамках которого социальные услуги рассматриваются как направленные на удовлетворение жизненно необходимых, первоочередных потребностей людей для воспроизводства социума, как простого, так и расширенного;
- социально ответственный (или алармистский), подразумевающий под социальными услугами только те, которые предназначены для удовлетворения потребностей определенных социально уязвимых слоев населения (лиц с ограниченными возможностями, детей-сирот, пожилых людей и др.) [3, 4, 11].

В исследовании анализируется влияние сферы социальных услуг на развитие человеческого капитала сельских территорий и выбран воспроизводственный подход, в соответствии с которым рассматриваются социальные услуги, способствующие удовлетворению потребностей людей и их социальному воспроизводству. В связи с этим выделены следующие основные отрасли сферы обслуживания: образование, здравоохранение, социальная поддержка, физкультура, спорт, культура, досуг, рекреация, страхование, финансы, жилищно-коммунальное хозяйство, связь, розничная торговля, общественное питание и др.

Как известно, в развитых европейских странах проблемы развития данной сферы на селе решаются в рамках двух направлений:

1) устойчивое сельское жизнеобеспечение (Sustainable Rural Livelihoods – SRL), ориентированное на рациональное использование внутренних ресурсов и разнообразных возможностей территории, создание системы комплексного социального, бытового, рекреационного и культурно-оздоровительного обслуживания, обеспечение высокого уровня экономической активности населения;

2) устойчивое сельское развитие (Sustainable Rural Development – SRD), связанное с комплексным развитием сельской местности и в части социальной направленности ориентированное на благоустройство села, поддержку местных инициатив по осуществлению несельскохозяйственных видов деятельности [16].

В странах Евросоюза такие процессы получили широкое распространение на селе и стимулируются новыми реформами Единой аграрной политики (ЕАП) ЕС, предусматривающими выгодные условия предоставления кредитов для формирования стартового капитала сельских малых предприятий; оказание информационно-консультационных услуг по вопросам кредитования, планирования бизнеса и подбора лучших вариантов его размещения; выполнение гарантийных обязательств; освобождение от налогов организаций, предоставляющих социальные услуги на селе; организацию бизнес-тренингов для сельских предпринимателей; подготовку специалистов в несельскохозяйственных видах деятельности.

За рубежом реализация программы поддержки занятости на селе, в рамках которой были созданы новые рабочие места, способствовала интенсивному развитию различных отраслей сферы обслуживания в сельской местности (общественное питание, гостиничный бизнес, бытовое обслуживание, сфера досуга и др.) и более всего – сельского туризма [13, 15]. Поэтому в настоящее время в странах Европейского Союза значительная доля расположенных на сельских территориях фермерских хозяйств имеет альтернативные источники доходов:

- в Греции, Франции, Италии, Португалии, Польше, Бельгии – от 20,8 до 30,1%;
- в Латвии, Венгрии, Австрии, Словакии – от 35,4 до 37,7%;
- в Дании, Чехии, Эстонии, Германии, Бельгии, Ирландии, Великобритании – от 41,5 до 50,8%;
- в Швеции – 62,1% (2016 г.) [12].

Политика активной поддержки несельскохозяйственных видов деятельности на сельских территориях, в т. ч. в сфере обслуживания, в европейских государствах помогла вывести село на новый уровень развития и улучшить качество человеческого капитала. Это в очередной раз подтверждает, что только лишь посредством действия стихийного рыночного механизма развить сферу социальных услуг в сельской местности невозможно и необходима разработка мер существенной поддержки на государственном уровне.

В Российской Федерации уже приняты определенные меры по развитию на селе альтернативных сельскому хозяйству видов деятельности.

В частности:

предусмотрена субсидиарная поддержка кредитования несельскохозяйственной деятельности для всех предприятий и организаций, создающих рабочие места и регистрирующих свою деятельность в сельской местности;

введены налоговые каникулы для вновь созданных субъектов малого предпринимательства с основным видом деятельности вне отрасли сельского хозяйства (на период до пяти лет);

проводится профессиональная подготовка безработных сельских жителей в службах занятости по другим видам деятельности.

Этих мер, как показывает практика, недостаточно для развития сферы социальных услуг. Так, за период с 2010 по 2017 г. доля населения, занятого сельскохозяйственными видами деятельности, на селе увеличилась всего на 3,9 п.п. И это несмотря на высвобождение работников в связи с распространением на сельских территориях крупных бизнес-структур и интенсивным развитием интегрированных агропромышленных формирований холдингового типа, ориентированных на использование современных технологий и предполагающих существенное сокращение потребности в кадрах.

В то же время доля сельских жителей, задействованных в сфере социальных услуг (образовании, здравоохранении, культуре, спорте, социальном страховании, оптовой и розничной торговле, ремонтных работах, содержании гостиниц, оказании услуг связи и транспорта, аренды и др.), за 2010–2017 гг. выросла всего на 1,3 п.п. И в ближайшее время существенных изменений не предвидится, поскольку на сельских территориях России в результате проведения политики «оптимизации» сети социально значимых объектов резко сократилось число дошкольных, общеобразовательных, лечебных и культурно-досуговых и прочих социально значимых учреждений, финансируемых из государственного бюджета. При этом коммерческие организации, в основном функционирующие в сфере торговли и бытового обслуживания, создают незначительное количество рабочих мест на селе.

В настоящее время сфера социальных услуг на сельских территориях страны характеризуется недостаточной развитостью и явным несоответствием потребностям общества, что можно объяснить рядом причин. В их числе можно назвать: низкие объемы бесплатно предоставляемых услуг в связи с сокращением государственного финансирования; установление монопольных цен на многие социально значимые, неэластичные по цене услуги – жилищно-коммунальные, транспортные, образовательные, медицинские и др.; отсутствие или необоснованное занижение стандартов социального обслуживания.

В сфере обслуживания на селе также наблюдается дефицит инвестиций, управление и маркетинг не соответствуют современным требованиям, рабочие кадры характеризуются недостаточной компетентностью, лишь в отдельных сферах (образование, здравоохранение) проводится повышение их квалификации [7, 14]. Еще одной проблемой является значительный сверхнормативный износ основных фондов учреждений, а также их недостаточная материально-техническая база. Поэтому сельское население зачастую получает социальные услуги несвоевременно, качество обслуживания остается низким, а предоставляемый объем и ассортимент услуг – недостаточными. Помимо этого, значительный разрыв между городом и селом в обеспеченности населения объектами социальной инфраструктуры формирует существенную дифференциацию в доступности социальных услуг.

Среди позитивных изменений можно выделить некоторые положительные тенденции, связанные с принимаемыми государством мерами, и в частности с увеличением расходов на социально-культурные мероприятия, что привело к незначительному



расширению ассортимента предоставляемых коммерческих услуг и небольшому увеличению доли занятых в сфере обслуживания в общей структуре занятых на селе.

Развитие сферы социальных услуг, как уже было отмечено ранее, оказывает существенное влияние на создание условий для достойной жизни человека (обеспечение его благоустроенным жильем, необходимыми культурно-бытовыми, образовательными и медицинскими услугами) и формирует социальное пространство, в котором происходит общественная жизнь сельского населения. Это «пространство выступает как подвижное поле взаимодействия личности с окружающей средой, представляющей собой совокупность физических и социальных факторов оптимизации жизнедеятельности человека» [2, 6].

Для каждого сельского жителя сфера социальных услуг уникальна и специфична настолько, насколько своеобразны его потребности, интересы и ценности. При этом сфера обслуживания выступает важным условием воспроизводства человеческого капитала сельских территорий, который представляет собой совокупность унаследованных и приобретенных в процессе жизнедеятельности способностей и потенциала сельских жителей, накопленного опыта, профессиональных и универсальных знаний, умений, навыков и мотиваций, являющихся результатом инвестиций в воспитание, здоровье и образование отдельных индивидов, и обеспечивающих ведение экономической деятельности, что дает возможность формировать материальную основу жизнедеятельности населения, получать доход субъекту предпринимательства и оказывать существенное влияние на устойчивое социально-экономическое развитие села [8, 10].

В целом процесс формирования и развития человеческого капитала сельских территорий имеет характерные особенности, которые связаны как со спецификой социально-экономических условий жизни и деятельности селян, их потребностями, интересами и ценностями, так и с цикличностью процесса воспроизводства здоровья, накопления интеллектуальных, общекультурных и профессиональных знаний, компетенций и навыков личности.

Сфера обслуживания в сельской местности выступает как сложное образование, обусловленное базовыми потребностями человека и общества как субъектов жизни и способами их удовлетворения. Эта сфера оказывает значимое влияние на формирование и развитие человеческого капитала, поскольку расширение потенциала образовательных, интеллектуальных, информационных и других возможностей селян активизирует их трудовой, интеллектуальный и творческий ресурс [6].

С учетом значительных потенциальных возможностей, которыми обладает сфера социальных услуг в части формирования и развития человеческого капитала сельских территорий, нами выделены следующие направления ее развития, позволяющие расширить ассортимент оказываемых услуг и модернизировать применяемые формы и методы обслуживания, ориентируясь на потребности сельского населения:

- по видам деятельности: развитие имеющихся или освоение новых для экономики муниципального образования видов деятельности;
- по производимым продуктам (оказанным услугам): расширение перечня оказываемых услуг путем их разделения на основные и сопутствующие; создание новых видов услуг; модернизация услуг, связанная с переориентацией на увеличенное число потребителей;
- по технологиям: применение новых управленческих, технологических, финансовых, кадровых, маркетинговых и других инструментов, методов и способов организации работы учреждений и предприятий сферы обслуживания [1, 9].

Для достижения наибольшего эффекта необходимо, чтобы развитие сферы социальных услуг проходило одновременно по трем направлениям и затрагивало все сферы обслуживания сельского населения (см. рис.).

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

		ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ		
		по видам деятельности	по оказанным услугам	по технологиям
ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ	Здраво- охранение	Распространение передвижных видов медицинской помощи. Внедрение общей врачебной практики	Оказание профилактических (консультирование, медосмотры, иммунизация, оздоровительные процедуры) и стационарзамещающих услуг	Современные технологии диагностики и лечения заболеваний. Применение ИКТ
	Образование	Предоставление услуг в системе дополнительного образования для детей и взрослых	Услуги повышения квалификации. Подготовка специалистов с начальным профессиональным образованием в сфере бытового обслуживания, туризма и т. п.	Внедрение современных образовательных технологий, дистанционных форм обучения
	Культура и досуг	Восстановление памятников истории и культуры. Организация музеев и музейных уголков	Организация экскурсий по местным историко-культурным объектам и музеям. Проведение кинопоказов, концертов, выставок	Овладение современными формами и методами организации культурно-досуговой деятельности
	Физическая культура и спорт	Организация спортивно-массовых мероприятий. Прокат спортивного инвентаря	Услуги спортивных секций. Подготовка и проведение сельских спортивных игр. Обучение национальным видам спорта	Внедрение технологий дифференцированного физкультурного обучения, здоровьесберегающих и пр.

### Развитие сферы обслуживания на сельских территориях

Реализация вышеперечисленных направлений способна оказать положительное влияние на формирование трудового, интеллектуального и творческого потенциала сельских жителей, укрепление и восстановление их здоровья, создать условия для повышения квалификации, роста профессиональной компетентности и инициативности, увеличения занятости и доходов селян, что, в конечном итоге, выразится в развитии человеческого капитала в сельской местности.

Поскольку дальнейшее развитие сферы обслуживания на селе должно быть построено на принципах обеспечения баланса между наращиванием человеческого капитала и устойчивым развитием сельских территорий, то важная роль в этом процессе принадлежит государству, призванному обеспечивать достойную жизнь населения, нивелировать социальное неравенство, обеспечивать всеобщую доступность и качество важнейших социальных услуг.

Именно поэтому на государственном уровне управления важно проводить политику привлечения инвестиций в сферу обслуживания села, которая может выражаться в предоставлении различных преференций социально ответственным представителям бизнес-сообщества. Для этого необходимо формирование действенного механизма финансовой поддержки организуемых предприятий малого и среднего бизнеса, позволяющих с помощью современных технологий обслуживания обеспечить селян услугами высокого качества в полном объеме.

В случае выстраивания грамотной сельской социальной политики государства в полной мере будут сформированы такие условия жизни и деятельности сельских жителей, как обеспеченность комфортным жильем и коммуникациями, мощностями здравоохранения, рекреации, образования, культуры и спорта; доступность общественных благ (образование, здравоохранение) и качественных социально-бытовых и социально-культурных услуг; территориальная мобильность сельских жителей; занятость сельского населения и условия его труда; социальное обеспечение и социальная защита. Все это в совокупности позволит развивать качественный человеческий капитал на сельских территориях.

## Библиографический список

1. Закупнев С.Л. Диверсифицированное развитие сельских территорий : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С.Л. Закупнев. – Воронеж, 2018. – 174 с.
2. Иванов О.И. Стратегия трансформации социального пространства развития человеческого капитала / О.И. Иванов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 12–1. – С. 146–150.
3. Крутиков В.К. Развитие сельских территорий: инновации, диверсификация / В.К. Крутиков, О.В. Федорова. – Калуга : Изд-во «Фрегат», 2011. – 215 с.
4. Лановенко О.А. Социальная эффективность предоставления социальных услуг: критериальные показатели ее оценки / О.А. Лановенко // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. – 2010. – № 889. – С. 142–147.
5. Малофеев И.В. Социальные услуги в системе социального обслуживания населения : монография / И.В. Малофеев. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 176 с.
6. Маргулян Я.А. Социальная сфера региона как пространство развития человеческого капитала / Я.А. Маргулян, А.Ю. Булатецкая // Экономика, право, организация и управление в социальной работе : сб. науч. тр. конф. «Прикладная социология в системе управления обществом (Россия, г. Санкт-Петербург, 26 января 2017 г.). – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 2017. – С. 19–28.
7. Махошева С.А. Российский рынок услуг: методология исследования, современное состояние и пути развития : монография / С.А. Махошева. – Нальчик : Изд-во КБНЦ РАН, 2008. – 372 с.
8. Меренкова И.Н. Модели устойчивого развития сельских территорий района / И.Н. Меренкова, В.Н. Перцев. – Воронеж : ГНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2011. – 49 с.
9. Меренкова И.Н. Формирование и развитие социальной инфраструктуры на сельских территориях / И.Н. Меренкова, Е.С. Кусмагамбетова. – Воронеж : ФГБНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2018. – 182 с.
10. Формирование механизма устойчивого развития сельских территорий / И.Н. Меренкова, В.Н. Перцев, И.И. Новикова, Е.С. Кусмагамбетова. – Воронеж : ФГБНУ НИИЭО АПК ЦЧР РОССИИ, 2015. – 189 с.
11. Хорева Л.В. Сфера социальных услуг: формирование и направление регулирования / Л.В. Хорева. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 2006. – 200 с.
12. Boschma R. Towards a theory of regional diversification: combining insights from Evolutionary Economic Geography and Transition Studies / R. Boschma, L. Coenen, K. Frenken, B. Truffer // *Regional Studies*. – 2017. – Vol. 51 (1). – Pp. 31–45.
13. Brouder P. Tourism Development Against the Odds: The Tenacity of Tourism in Rural Areas / P. Brouder // *Tourism Planning and Development*. – 2012. – Vol. 9 (4). – Pp. 333–337. DOI:10.1080/21568316.2012.726259.
14. Cortinovis N. Quality of government and social capital as drivers of regional diversification in Europe / N. Cortinovis, J. Xiao, R. Boschma, F. van Oort // *Journal of Economic Geography*. – 2017. – Vol. 17 (6) – Pp. 1179–1208.
15. Hall C.M. Tourism Mobility, Locality and Sustainable Rural Development / C.M. Hall, J. Hultman, S. Gossling // In: *Sustainable Tourism in Rural Europe: Approaches to Development*; D.V.L. Macleod, S.A. Gillespie (eds). – London : Routledge, 2011. – Pp. 43–57.
16. Rural Development in the European Union – Statistical and Economic Information 2007-2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development\\_en](https://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development_en) (дата обращения: 20.02.2019).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Серик Магомедович Кусмагамбетов – 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: smkus@bk.ru.

Елена Сергеевна Кусмагамбетова – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела «Управление АПК и сельскими территориями» ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации», Россия, г. Воронеж, e-mail: eskus@bk.ru

Дата поступления в редакцию 23.08.2019

Дата принятия к печати 30.09.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Serik M. Kusmagambetov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: smkus@bk.ru.

Elena S. Kusmagambetova, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher, the Dept. of Management of Agro-Industrial Complex and Rural Territories, Research Institute of Economics and Organization of Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem Region of the Russian Federation, Russia, Voronezh, e-mail: eskus@bk.ru.

Received August 23, 2019

Accepted September 30, 2019

## ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Светлана Николаевна Коновалова  
Светлана Алексеевна Шеламова  
Наталья Митрофановна Дерканосова  
Ольга Александровна Василенко

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Выполнено комплексное исследование современных теоретических и практических основ управления качеством сельскохозяйственной продукции, его принципов и функций. Основой современного производства продуктов питания является система «исходное сырье – полуфабрикат – применяемые компоненты и добавки – готовый продукт». Главным компонентом в этой цепи является сельскохозяйственная продукция, и от ее свойств во многом зависит качество готового продукта, которое рассматривается с двух разных позиций: со стороны потребителя и позиций производителя. Делается вывод, что качество продукции является результатом согласования между желаниями потребителей и возможностями производителей, уровнем технических характеристик продукции и стоимостными показателями, которые обуславливают экономический результат деятельности предприятия. Отмечено, что на современном этапе в большинстве аграрных предприятий начата работа по внедрению интегрированной системы управления качеством на базе ISO 9000 и международной системы анализа рисков критических точек технологического процесса (НАССР). Суть всей системы НАССР – организовать контроль на всех этапах производства для того, чтобы не возникало ситуации, когда продукция уже реализуется, а еще не оформлены результаты исследований. При рассмотрении этапов процесса управления качеством сельскохозяйственной продукции выделена особая роль контроля. При этом перечень этапов этого процесса дополнен этапом контроля исполнения управленческих решений и этапом устранения негативных факторов, влияющих на процесс производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому усилия работников всех структурных подразделений должны быть направлены на создание продукта, отвечающего всем требованиям рынка и соответствующих стандартам. Предложена принципиальная схема распределения функций по управлению качеством и безопасностью сельскохозяйственной продукции на предприятии. Сделан вывод о том, что принципы управления в данной сфере должны осуществляться комплексно и систематически.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сельскохозяйственная продукция, конкурентоспособность, качество продукции сельского хозяйства, управление качеством, принципы, функции.

## FORMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Svetlana N. Konovalova  
Svetlana A. Shelamova  
Natalia M. Derkanosova  
Olga A. Vasilenko

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors carried out an overall study of modern theoretical and practical foundations of quality management of agricultural products, its principles and functions. The basis of modern food production is the system «starting raw materials – semi-finished product – components and additives – finished product». The main component in this chain is agricultural products, and its properties largely depend on the quality of the finished product, which is viewed from two different positions: from the consumer and from the producer. It is concluded that the quality of products is the result of coordination between the desires of consumers and the capabilities of manufacturers, the level of technical characteristics of products and cost indicators that determine economic performance results of an enterprise. It is noted that at the present stage, most agricultural enterprises intensify their efforts towards introduction of an integrated quality management control system in accordance with ISO 9000 and international system of Hazard Analysis and Critical Control Points of the technological process (HACCP). The essence of the HACCP system means that the control should be organized at all stages of production in such a way that there couldn't occur any

situations when the products have already been sold, and the results of expert evaluation have not yet been officially registered. When considering the stages of the process of quality management of agricultural products, special role of control was highlighted. At the same time, the list of stages of this process was supplemented by the stage of control over the execution of management decisions and the stage of correction of nonconformities affecting agricultural products manufacturing process. Therefore, the efforts of employees of all business units should be aimed at creating a product that meets all market requirements and appropriate standards. The basic scheme of division of functions involving agricultural products quality and safety control at the enterprise is offered. It is concluded that the principles of management in this area should be implemented comprehensively and systematically.

KEYWORDS: agricultural products, competitive ability, quality of products of agricultural sector, quality management, principles, functions.

**В** рыночной экономике проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности. Социально-экономическое развитие России требует повышения уровня продовольственной безопасности государства, обеспечения населения высококачественными и экологически безопасными продуктами питания с целью сохранения его здоровья, улучшения благосостояния общества [6, 8].

Становление рынка качественного и безопасного продовольствия является важнейшей стратегической задачей национальной экономики [1]. Целесообразность практических действий в этом направлении обусловлена объективной необходимостью цивилизованного подхода к организации экологически безопасного сельскохозяйственного и промышленного производства, сохранению здоровья населения и наилучшему удовлетворению его потребностей в продуктах питания.

Качество продукции стало определяющим фактором успешной хозяйственной деятельности предприятий. Повышение уровня качества является одной из форм конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке. Повышение уровня качества продукции является особенно важным фактором для отечественных товаропроизводителей, так как только продукция высокого качества сможет достойно конкурировать на рынке [13]. При этом высокий уровень качества способствует повышению спроса на продукцию и увеличению суммы прибыли за счет роста объемов продаж.

Экономический аспект проблемы качества заключается в повышении эффективности национальной экономики, увеличении прибыли предприятий, повышении конкурентоспособности продукции как на внутреннем, так и внешнем рынках, рациональном использовании материальных и энергетических ресурсов [7].

Повышение качества продукции сельского хозяйства расценивается в настоящее время как решающее условие ее конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Конкурентоспособность продукции во многом определяет престиж страны и является решающим фактором увеличения ее национального богатства.

Высокий уровень конкуренции на отечественных рынках побуждает руководство аграрных предприятий уделять больше внимания требованиям потребителей и заказчиков, проводить разработку целей и политики в области качества, планирование качества, контроля и обеспечения качества продукции, то есть осуществлять эффективное управление качеством продукции.

В последние годы отечественная сельскохозяйственная продукция активно выходит на международный рынок. В этих условиях необходимо повышать конкурентоспособность агропромышленной продукции на мировом рынке, одним из основных факторов которой является качество. Поэтому особенно актуально создавать и внедрять новейшие системы управления качеством продукции АПК [10]. Данный вывод подтверждают следующие факторы:

- вследствие обострения мирового продовольственного кризиса наблюдается постоянный рост цен на сельскохозяйственную продукцию;

- согласно статистическим данным, высококачественная продукция приносит примерно на 40% больше прибыли, чем продукция низкого качества;

- в мире растет спрос на органическую продукцию, цена на которую выше на 20–50%;

- при заключении сделок между признанными в мире компаниями и их партнерами наличие сертифицированной системы управления качеством становится обязательным условием [8].

Проблема качества продукции в условиях конкурентного рынка очень актуальна для всех его субъектов. Однако понятие качества продукции с позиции потребителя и производителя рассматривается по-разному. Для потребителя качество продукции – это степень совершенства свойств и характеристик продукта, которые способны удовлетворить их потребности и требования [9]. Качество продукции с точки зрения потребителей определяется целым рядом показателей, среди которых в первую очередь необходимо отметить технические, физические и потребительские характеристики продукта, а также его экологическую безопасность. При выборе продукта особое значение для потребителя имеет соотношение цены и качества, а также надежность изделия.

Для производителей, главной целью которых является осуществление прибыльной деятельности и завоевание новых рынков, качество продукции выступает и как фактор, определяющий экономическую эффективность, и как инструмент повышения конкурентоспособности их продукции. В связи с этим с позиции производителя качество продукции – это не только степень удовлетворения потребителей характеристиками готового продукта, но и скоординированная деятельность предприятия, которая заключается в контроле качества продукции на всех этапах производственного процесса [3]. При этом качество продукции является результатом согласования потребностей и возможностей. Поэтому в процессе производства продукции специалисты предприятий должны найти оптимальный баланс между качеством своей продукции и потребностями рынка, качеством и затратами на его поддержание.

Внедрение систем управления качеством в сельскохозяйственных предприятиях позволяет им более рационально использовать имеющиеся ресурсы, повысить их конкурентоспособность, привлечь инвестиции в аграрную сферу, что оказывает положительное влияние на всю систему АПК [2, 11, 12].

Управление качеством сельскохозяйственной продукции – это установление, обеспечение и соблюдение необходимого уровня качества продукции при ее производстве (выращивании), уборке, транспортировке, хранении, переработке и потреблении, что достигается путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, от которых оно зависит.

К основным свойствам сельскохозяйственной продукции при оценке качества можно отнести: надежность, соответствие технологическим требованиям, соответствие гигиеническим и физиологическим нормам, транспортабельность, экономичность, экологичность [5, 14].

Основой современного производства качественных продуктов питания является система «исходное сырье – полуфабрикат – применяемые компоненты и добавки – готовый продукт». Основным компонентом в этой цепи является сельскохозяйственная продукция, и от ее качества во многом зависит качество готового продукта. Управление качеством в рамках данной схемы рекомендуется в виде комплекса действий и мер, позволяющих установить, обеспечить, поддерживать, контролировать и стимулировать получение качественного сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Реализовать эти действия позволит организационно-экономический механизм, предусматривающий выделение и слаженное функционирование основных звеньев, в которых обеспечивается достижение качества сельскохозяйственной продукции [3, 10].

Процесс управления качеством продукции должен быть постоянным, планомерным, целенаправленным и системным [4].

С точки зрения системного подхода можно сделать вывод, что на процесс формирования качества продукции влияют различные факторы. Как правило, они весьма разнообразны и неустойчивы, периодически отклоняются от заданного уровня. Следовательно, этим процессом необходимо управлять [6].

С точки зрения процессного подхода осуществление процесса управления качеством невозможно без взаимодействия всех органов управления и структурных подразделений предприятия: маркетинговых, проектных, производственных, сбытовых. Кроме того, процесс управления качеством должен охватывать деятельность всех участников продовольственной цепочки: от поставщиков до потребителей. Такое взаимодействие и формирует единую систему управления качеством.

Качество – комплексное понятие, характеризующее эффективность всех сторон деятельности предприятия: разработка стратегии, организация производства, маркетинг и т. д. Окончательный уровень качества продукции зависит от качества работы на каждом этапе изготовления продукции.

Среди различных научных подходов к управлению качеством продукции необходимо выделить подход, который рассматривает процесс управления качеством в виде следующих последовательных этапов:

- разработка программы управления и планирования повышения уровня качества продукции;
- сбор и анализ информации обо всех факторах, влияющих на уровень качества продукции;
- выработка управленческих решений по управлению качеством и подготовка соответствующих действий;
- принятие управленческого решения и анализ информации об изменениях качества объекта, которые вызваны управленческими действиями [15].

Мы считаем, что данную модель необходимо дополнить этапом контроля исполнения управленческих решений и этапом устранения негативных факторов, влияющих на процесс управления качеством (если таковые имеют место). Мы считаем, что данные этапы играют важную роль и являются обязательными элементами процесса управления качеством продукции.

Одной из наиболее важных функций, используемых в процессе управления качеством, является пооперационный контроль. Он позволяет контролировать качество продукции на каждом этапе производства, что дает возможность снизить уровень брака. В связи со стремительным насыщением рынков и обострением конкурентной борьбы контроль качества готовой продукции усилился и вышел на новый уровень стандартов, что увеличило затраты на производство. Одним из факторов, влияющих на снижение затрат, является пооперационный контроль, который проводится в определенных контрольных точках технологического процесса. Снижение конечных затрат при производстве продукта возможно за счет исключения из дальнейшего технологического цикла изделий, не прошедших определенные этапы пооперационного контроля.

Контроль соответствия готовой продукции запланированным качественным характеристикам и установленным требованиям стандартов имеет особое значение, поэтому он проводится на одном из завершающих этапов процесса управления качеством.

Современное управление качеством исходит из того, что эта деятельность не дает результата после того, как продукция выпущена. В экономическом смысле контроль качества продукции на последнем этапе процесса производства менее эффективен, чем создание системы предупреждения снижения качества и введение методов контроля на его начальных стадиях.

На первом этапе процесса внедрения системы управления качеством продукции в сельскохозяйственном предприятии осуществляется определение структур и функций, входящих в систему качества продукции для обеспечения его заданного уровня. При этом осуществляется обработка нормативно-технической документации: разработка новых стандартов качества и актуализация существующих.

На втором этапе следует осуществить определение ключевых отраслей производства, которые охватывает работа системы качества и ее обратные связи.

Третий этап предусматривает проведение анализа взаимодействия внутренних структур аграрного предприятия, для чего строится так называемая матрица, которая описывает совместную работу подразделений предприятия и обратные связи, возникающие в процессе этой работы.

Во время четвертого этапа разрабатывается основной документ системы – так называемая «Концепция управления качеством», который включает в себя вопросы политики аграрных предприятий в сфере качества, его область применения, характеристики самого предприятия, а также продукции, выпускаемой им, матрицу ответственности за качество высших должностных лиц предприятия, структуру и функции службы качества, элементы всей системы.

На пятом этапе происходит реализация концепции на основе использования соответствующих информационных технологий.

На основании вышеизложенного общую схему системы оперативного управления качеством продукции в сельскохозяйственном предприятии можно представить следующим образом (см. рис.).

Обеспечение достойного уровня качества готовой продукции требует немалых затрат. До недавнего времени основная доля затрат на обеспечение качества приходилась на физический труд. Но в настоящее время расходуются большие средства на интеллектуальный труд. Проблему качества невозможно решить без научных исследований и инновационных технологических разработок.



**Схема оперативного управления качеством и безопасностью сельскохозяйственной продукции**

В системе управления качеством задействованы специалисты предприятия из разных структурных подразделений со своими определенными функциями. При этом необ-



ходимо гармонично совместить влияние всех профессиональных сторон на качество продукции от стадий проектирования и разработки до получения готового продукта. В таблице представлена матрица распределения функций управления при оперативном контроле качества и безопасности сельскохозяйственной продукции.

**Принципиальная схема распределения функций по управлению качеством и безопасностью сельскохозяйственной продукции на предприятии**

Функции	Генеральный директор	Исполнительный директор	Заместитель директора по общим вопросам	Технологическая служба	Инженерная служба	Работники лаборатории	Планово-экономическая служба
Оперативное управление качеством	●	○	-	▲	□	▲	□
Организационно-технические работы	-	●	○	○	▲	-	□
Контроль качества. Экспресс-анализ показателей качества сельскохозяйственной продукции	-	●	-	□	-	▲	□
Экономический анализ	●	○	-	-	-	-	▲
Социально-экономические функции системы управления качеством	●	○	○	□	□	□	▲
Подготовка кадров	●	▲	○	-	-	-	□

Условные обозначения:

- – осуществляет общее руководство, принимает конечные решения, несет ответственность за конечный результат;
- – несет ответственность за подготовку решений и организует работы по их исполнению;
- – собирает информацию, консультирует;
- ▲ – несет ответственность за реализацию решений.

На современном этапе в большинстве аграрных предприятий начата работа по внедрению интегрированной системы управления качеством на базе ISO 9000 и международной системы анализа рисков критических точек технологического процесса (НАССР). Суть всей системы НАССР – организовать контроль на всех этапах производства для того, чтобы не возникало ситуации, когда продукция уже реализуется, а еще не оформлены результаты исследований. Наличие на предприятии действующей системы НАССР – это надежное свидетельство того, что производитель обеспечивает все условия, гарантирующие стабильный выпуск качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции для реализации на внутреннем и внешнем рынке. Увеличение количества сертифицированных сельскохозяйственных предприятий в соответствии с международными стандартами улучшает имидж государства, что облегчает ведение торговли на мировом рынке, повышает уровень жизни населения и укрепляет продовольственную безопасность.

В стандартах системы менеджмента качества серии ISO 9001 сформулированы принципы управления качеством. На основе данных принципов строится система эффективного управления качеством, однако, на наш взгляд, в их число необходимо добавить принцип мотивации. Поскольку работники непосредственно принимают участие в процессах изготовления продукции и контролируют производственные процессы, их мотивированность влияет на качество готовой продукции. Следовательно, осуществление устойчивой мотивации персонала поможет активизировать его деятельность, обеспечить четкое выполнение должностных обязанностей и повысить производительность труда.

К основным инструментам усиления мотивации персонала можно отнести повышение заработной платы, улучшение условий труда, выплату премий, дополнительные доплаты за уменьшение уровня брака и повышение уровня качества готовой продукции. Постоянное использование принципа мотивации приведет к повышению уровня качества работы каждого работника, что в конечном итоге поможет улучшить качество готовой продукции [16].

Принципы управления качеством должны осуществляться на основе комплексного и системного подходов. Комплексный и системный подходы предполагают, что все принципы являются связанными и взаимозависимыми друг от друга и должны применяться в полном объеме. Кроме того, принципы управления качеством должны использоваться не однократно, что не приводит к должному результату, а систематически, постоянно.

Таким образом, эффективное управление качеством – это комплексный и систематический процесс управления, осуществляемый на основе четкого соблюдения принципов управления качеством, при минимальных затратах и максимальном результате. Последнее особенно важно, так как эффективность управления определяется его результативностью и максимальной отдачей деятельности при минимальных затратах на организационные, экономические, технические, кадровые, социальные мероприятия и сбалансировании всего комплекса факторов, влияющих на формирование и обеспечение качества продукции.

Разработка, сертификация и поддержание системы управления качеством в состоянии дееспособности является одним из стратегических направлений деятельности хозяйствующих субъектов, что значительно повышает их результативность, экономическую эффективность и конкурентоспособность на отечественном и мировом рынке. Для обеспечения соответствующей конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции на рынках необходимо постоянно следить за повышением ее качества. Улучшение качества продукции является одним из важнейших направлений интенсивного и инновационного развития национальной экономики, источником экономического роста и эффективности общественного производства.

---

### Библиографический список

1. Алтухов А.И. Возможные риски и угрозы национальной продовольственной безопасности и независимости / А.И. Алтухов // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 5. – С. 8–10.
2. Белолипов Р.П. Конкуренция и интеграция как антагонизм экономических отношений между партнерами / Р.П. Белолипов // Потенциал развития Российского АПК : сб. научных трудов по итогам работы межрегиональной науч.-практ. конф. (Россия, г. Воронеж, 07–08 ноября 2013 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – С. 55–57.
3. Буторин С.Н. Инновационно ориентированная система управления аграрными предприятиями / С.Н. Буторин // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 7. – С. 12–15.
4. Донцова Л.В. Методологические проблемы и перспективы внутреннего контроля / Л.В. Донцова, М.М. Шарамко // Менеджмент в России и за рубежом. – 2017. – № 2. – С. 42–47.
5. Камиллов М.К. Органическая продукция сельского хозяйства – одно из актуальных направлений экологизации АПК / М.К. Камиллов, П.Д. Камилова, З.М. Камилова // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2017. – № 4. – С. 33–35.

6. Куприянов А.В. Система обеспечения качества и безопасности пищевой продукции // А.В. Куприянов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 5. – С. 8–11.
7. Леонова Н.В. Теоретические основы экономической эффективности производства / Н.В. Леонова // Современные организационно-экономические проблемы развития АПК : матер. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня создания кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК Воронежского ГАУ. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 99–102.
8. Методика комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции (на примере зерна пшеницы) / Г.В. Шуршикова, В.И. Котарев, Н.М. Дерканосова, О.А. Василенко, Н.И. Золотарева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2, Т. 37. – С. 143–148.
9. Оценка потребительских предпочтений методом взаимосвязи переменных / Н.М. Дерканосова, А.Г. Буховец, Е.А. Лаптиева, И.Н. Пономарева, И.И. Зайцева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2017. – № 2 (9). – С. 7–12.
10. Панфилов В.А. Сложные технологические системы в развитии агропромышленного комплекса / В.А. Панфилов // Вестник РАСХН. – 2019. – № 1. – С. 13–16.
11. Семкин А.Г. Механизм развития системы управления региональным АПК / А.Г. Семкин, В.Г. Быков // Вестник РАСХН. – 2017. – № 5. – С. 14–18.
12. Семкин А.Г. Механизм целеполагания в системе управления АПК / А.Г. Семкин // Вестник РАСХН. – 2017. – № 2. – С. 16–18.
13. Сидоренко О.В. Приоритеты импортозамещения в зернопродуктовом подкомплексе / О.В. Сидоренко // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 9. – С. 26–28.
14. Терешина М.В. Формирование и развитие рынков органической продукции в новых экономических условиях: региональные аспекты / М.В. Терешина, И.Н. Дегтярева // Теория и практика общественного развития. – 2014. – № 3. – С. 23–25.
15. Управление качеством : монография / С.А. Зайцев и др. – Новосибирск : Изд-во АНС «СибАК», 2016. – 468 с.
16. Федулова И.Ю. Стратегические решения в области управления человеческими ресурсами организации / И.Ю. Федулова // Пути реализации федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 75-летию Курганской области. – Курган : Курганская ГСХА, 2018. – С. 294–297.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Светлана Николаевна Коновалова – 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: ksn.2011@yandex.ru.

Светлана Алексеевна Шеламова – доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: shelam@mail.ru.

Наталья Митрофановна Дерканосова – доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: kommerce05@list.ru.

Ольга Александровна Василенко – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: ewa007@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 03.07.2019

Дата принятия к печати 08.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Svetlana N. Konovalova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ksn.2011@yandex.ru.

Svetlana A. Shelamova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: shelam@mail.ru.

Natalia M. Derkanosova, Doctor of Engineering Sciences, Pro-Rector for Academic Affairs, Professor, the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: kommerce05@list.ru.

Olga A. Vasilenko, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ewa007@yandex.ru.

Received July 03, 2019

Accepted August 08, 2019

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Дарья Владимировна Енина  
Наталья Юрьевна Иванова

Дальневосточный государственный аграрный университет

Сельское хозяйство всегда было, есть и будет ключевой сферой экономики, обеспечивающей продовольственную независимость государства. Амурская область как субъект Дальневосточного федерального округа вносит значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности регионов и страны в целом. В структуре производства сельскохозяйственной продукции ДФО на долю Амурской области приходится наибольший удельный вес по показателям производства сои (69%), зерновых и зернобобовых культур (52,1%). Основными сельскохозяйственными товаропроизводителями в регионе выступают хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства (индивидуальные предприниматели). В 2018 г. на территории области действовали 19 потребительских кооперативов. В структуре сельскохозяйственных потребительских кооперативов преобладают сбытовые кооперативы (11%) и снабженческо-сбытовые (9%). По мнению авторов, сельскохозяйственная потребительская кооперация в современных условиях должна и может стать драйвером развития аграрной экономики Амурской области. Раскрытие потенциала хозяйств населения и К(Ф)Х возможно путем создания сельскохозяйственных сбытовых потребительских кооперативов в регионе. Благодаря поддержке со стороны сельских производителей кооператив способен стать весомым участником рынка, а также повысить экономическую эффективность труда сельскохозяйственных товаропроизводителей. Уровень развития сельского хозяйства, его эффективность необходимо связывать не только с экономическими показателями эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций, но и с показателями социального благополучия сельского населения – уровня жизни и уровня безработицы. Потребительский кооператив является единственной организационно-правовой формой хозяйствования, действующей исключительно в интересах своих членов, управляемой ими, основываясь на принципах добровольности, открытости, демократичности, участия членов в экономической деятельности, независимости.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сельское хозяйство, потребительский кооператив, кооперация, Амурская область, сбыт, эффективность деятельности.

## CURRENT STATUS AND DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL CONSUMER COOPERATION OF AMUR OBLAST

Darya V. Enina  
Natalya Yu. Ivanova

Far Eastern State Agrarian University

Agriculture always was, is and will be the key sphere of the economy providing food independence of the state. Amur Oblast as the constituent entity of the Far Eastern Federal District (FEFD) makes significant contribution to ensuring food security of the regions and the country as a whole. In agricultural products production structure of the FEFD Amur Oblast accounts for the greatest ratio of indexes of production of soy (69%), grain and leguminous crops (52.1%). Population households and peasant farm enterprises (individual entrepreneurs) are registered as the main agricultural producers in the region. In 2018, 19 consumer cooperatives functioned in the territory of Amur Oblast. In the structure of agricultural consumer cooperation farmer marketing cooperatives (11%) and supply-sale cooperatives (9%) were dominant. In the authors' opinion, in the current context agricultural consumer cooperation can and should become the driver of the development of the agrarian economy of Amur Oblast. The creation of agricultural marketing consumer cooperatives in the region can lead to the actualization of facilities of population households and peasant farm enterprises. Due to rural producers support, the cooperative is capable to become an important participant of the market and also to increase economic efficiency of agricultural producers. It is necessary to connect the level of development of agriculture, its effectiveness not only with performance indicators of agricultural organizations, but also with indicators of social well-being of rural people, i.e. social standard of living and the level of unemployment. Consumer cooperative is the best organizational-legal business pattern functioning in the sole of its members, administered by them on a

voluntary and self-regulatory basis, on the principles of openness and transparency, democratism, active participation of members in business operations, independence.

KEYWORDS: agriculture, consumer cooperative, cooperation, Amur Oblast, sales and distribution, economic performance.

**С**ельское хозяйство всегда было, есть и будет ключевой сферой экономики, обеспечивающей продовольственную независимость государства. Данная сфера хозяйственной деятельности направлена на удовлетворение потребностей организаций и сельскохозяйственных потребителей в продовольственных товарах и сельскохозяйственном сырье.

Уровень развития сельского хозяйства, его эффективность, на наш взгляд, необходимо связывать не только с экономическими показателями эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций: валовых сборов и урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности скота и птицы, уровня рентабельности, но и с показателями социального благополучия сельского населения – уровня жизни и уровня безработицы [3].

Амурская область как субъект Дальневосточного федерального округа (ДФО) вносит значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности регионов и страны в целом (здесь и далее по тексту состав ДФО, статистические показатели развития региона учитываются без изменений, введенных Указом Президента РФ от 3 ноября 2018 г. № 632 «О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849») [5].

В структуре производства сельскохозяйственной продукции ДФО на долю Амурской области приходится наибольший удельный вес по показателям производства сои (69%), зерновых и зернобобовых культур (52,1%). Вместе с этим области принадлежит 28,2% производства мяса скота и птицы, 27,9% молока.

В анализируемом периоде отмечается ежегодное наращивание показателей производства сельскохозяйственной продукции в ДФО. Так, валовые сборы зерновых и зернобобовых увеличились на 10,8%, сои – на 30%, мяса скота и птицы – на 7,4%, молока – 0,6%. Для Амурской области по показателям производства сельскохозяйственных культур, молока характерны аналогичные тенденции, но с более медленными темпами роста. При этом в регионе отмечается сокращение производства мяса скота и птицы на 7,1% (табл. 1).

**Таблица 1. Место Амурской области в производстве сельскохозяйственной продукции в ДФО и РФ за 2015–2017 гг. [1]**

Показатель	2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	РФ, млн т	ДФО, тыс. т	Амурская обл., тыс. т	РФ, млн т	ДФО, тыс. т	Амурская обл., тыс. т	РФ, млн т	ДФО, тыс. т	Амурская обл., тыс. т
Валовые сборы основных сельскохозяйственных культур:									
- зерновые и зернобобовые	104,8	684,8	351	120,7	804,7	474,7	135,4	758,5	395,1
- соя	2708,2	1411,8	1002	3135,2	1319,5	918,9	3621,3	1834,7	1265,4
Производство мяса скота и птицы	13,5	186	60,6	14	189,4	59	14,6	199,7	56,3
Производство молока	30,8	537,3	148,6	30,8	535,8	147,7	31,2	538,7	150,3

В структуре производства основных видов сельскохозяйственной продукции Амурской области наблюдается увеличение удельного веса продукции, производимой в К(Ф)Х. Так, рост показателей наблюдается по производству зерна на 3,7%, картофеля – на 0,8%, овощей – на 1,4%, мяса скота и птицы – на 0,4%, молока – на 0,9% (табл. 2).

**Таблица 2. Структура производства основных видов сельскохозяйственной продукции по категориям хозяйств в Амурской области за 2015–2017 гг., % [1]**

Вид продукции	СХО			Хозяйства населения			К(Ф)Х		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Зерно	81,2	81,6	77,6	0,1	-	-	18,7	18,4	22,4
Соя	65,8	67,1	67,1	-	-	-	34,2	32,9	32,9
Картофель	1,7	1,7	1	90,5	90,3	90,4	7,8	8	8,6
Овощи	4,6	7	4,9	84,6	82,5	82,9	10,8	10,5	12,2
Мясо скота и птицы	50,1	51,5	46,4	46,5	45,2	49,8	3,4	3,3	3,8
Молоко	24,5	25,9	24,8	69,5	67,3	68,3	6	6,8	6,9
Яйца	78,9	79,3	80,6	21	20,6	18,9	0,1	0,1	0,2

Развитие крестьянских (фермерских) хозяйств и создание условий для активного развития малого и среднего предпринимательства на селе являются одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере агропромышленного комплекса. В 2018 г. в регионе государственная поддержка была оказана 2353 начинающим фермерам, 716 семейным животноводческим фермам и 214 сельхозкооперативам. При этом по сравнению с 2017 г. увеличился средний размер гранта. Так, для начинающих фермеров он составил 2,06 млн руб. (в 2017 г. – 1,77 млн руб.), для семейных животноводческих ферм – 7,75 млн руб. (в 2017 г. – 6,11 млн руб.), а для сельскохозяйственных потребительских кооперативов – 15,51 млн руб. (в 2017 г. – 10,75 млн руб.). Всего в Амурской области за годы проведения государственной программы создано и функционирует 76 К(Ф)Х и ИП [4].

Вместе с тем отмечается лидерство хозяйств населения по ряду показателей производства. В структуре производства сельскохозяйственной продукции хозяйствами населения в 2017 г. было произведено 90,4% картофеля, 82,9% овощей, 68,3% молока, 49,8% мяса скота и птицы. Хозяйства населения несут в себе огромный потенциал для дальнейшего развития сельского хозяйства области, однако государственная поддержка данной категории хозяйствования в области не оказывается [10].

Как показывает анализ, основными сельскохозяйственными товаропроизводителями Амурской области выступают хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства (индивидуальные предприниматели).

На наш взгляд, дальнейшее развитие данных форм хозяйствования должно происходить через стимулирование создания на базе хозяйств населения семейных ферм и объединение общих усилий в потребительских кооперативах. Это будет являться наиболее перспективным направлением роста аграрной экономики региона.

Мировой опыт, труды российских и зарубежных ученых подтверждают тот факт, что именно благодаря объединению в потребительские кооперативы мелкие сельскохозяйственные производители могут повысить конкурентоспособность и «выжить» в рыночных условиях [2, 8, 9].

В 2018 г. на территории Амурской области действовали 65 сельскохозяйственных кооперативов, в том числе 19 потребительских и 46 производственных (табл. 3). Потребительские кооперативы представлены снабженческо-сбытовыми, сбытовыми, обслуживающими, сбытовыми обслуживающими и кредитным кооперативами. Их доля в общей численности сельскохозяйственных кооперативов составляет 30%.

**Таблица 3. Наличие сельскохозяйственных кооперативов в Амурской области в 2018 г. [6]**

Виды кооперативов	Количество	
	ед.	%
Потребительские кооперативы	19	30
в т. ч.:		
снабженческо-сбытовые	6	9
сбытовые	7	11
обслуживающие	4	6
сбытовые обслуживающие	1	2
кредитные	1	2
Производственные кооперативы	46	71
в т. ч.:		
колхозы	15	23
артели	3	5
СПК	28	43
Итого	65	100

В числе производственных кооперативов 23% функционируют в форме колхозов, 5% в форме артели, 43% в форме сельскохозяйственного производственного кооператива.

В структуре сельскохозяйственных потребительских кооперативов преобладают сбытовые кооперативы – 11% и снабженческо-сбытовые – 9%.

В состав участников сельскохозяйственных потребительских кооперативов Амурской области входят хозяйства населения и сельскохозяйственные организации (табл. 4). Участниками являются 98 хозяйствующих субъектов, в том числе 80 хозяйств населения и 18 сельскохозяйственных организаций, что в относительном выражении составляет соответственно 82 и 18%.

**Таблица 4. Участники сельскохозяйственных потребительских кооперативов [6]**

Состав участников	Участники	
	количество	%
Хозяйства населения	80	82,0
Сельскохозяйственные организации	18	18,0
Всего	98	100,0

В 58% кооперативов участниками являются только хозяйства населения (11 кооперативов), в 26% – только сельскохозяйственные организации (5 кооперативов) и в 3 кооперативах отмечен смешанный состав участников (хозяйства населения и сельскохозяйственные организации).

Анализ распределения сельскохозяйственных кооперативов по муниципальным районам и городским округам показал, что наибольшее число производственных кооперативов функционирует в Мазановском и Завитинском районах – соответственно 7 и 6 предприятий (табл. 5).

В Благовещенском районе и г. Благовещенске находятся 9 из 19 потребительских сельскохозяйственных кооперативов, что составляет 48%. В Свободненском, Белогорском, Мазановском и Архаринском районах организованы по 2 потребительских кооператива.

Учитывая структуру производства сельскохозяйственной продукции в Амурской области, численность хозяйств населения и К(Ф)Х, а также их основной вид деятельности, наиболее перспективным направлением развития данных форм хозяйствования

может стать потребительская кооперация – создание сельскохозяйственных сбытовых потребительских кооперативов. Данный вид кооперации способствует налаживанию сбыта произведенной сельскохозяйственной продукции на максимально выгодных условиях для товаропроизводителей. Вместе с этим кооперативная форма сельскохозяйственного производства несет в себе ряд особенностей.

**Таблица 5. Распределение сельскохозяйственных кооперативов по районам Амурской области**

Муниципальный район (городские округа)	Численность кооперативов	
	производственных	потребительских
Архаринский район	4	2
Белогорский район (в т. ч. г. Белогорск)	4	2
Благовещенский район (в т. ч. г. Благовещенск)	1	9
Бурейский район	1	-
Завитинский район	6	-
Зейский район	-	1
Ивановский район	1	-
Константиновский район	3	-
Мазановский район	7	2
Михайловский район	5	-
Октябрьский район	2	-
Ромненский район	1	-
Свободненский район (в т. ч. г. Свободный)	4	2
Серышевский район	2	1
Тамбовский район	4	-
Шимановский район	1	-
Итого	46	19

Отличительной особенностью кооператива выступает отсутствие экономического интереса у предприятия. Главная цель сельскохозяйственного потребительского кооператива, созданного крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и хозяйствами населения, – удовлетворение потребностей участников по распространению произведенной продукции, ее хранение, сортировка, сушка, мойка, расфасовка, упаковка и транспортировка, а получение прибыли по результатам деятельности – второстепенно.

Сам процесс хозяйственной деятельности кооператива становится возможным только благодаря тому, что его участники добровольно принимают на себя обязательства реализовывать произведенную сельскохозяйственную продукцию через кооператив.

Объединение усилий членов кооператива по сбыту продукции и увеличение объемов продаж позволят кооперативу выйти на новые рынки сбыта, повысить конкурентоспособность сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Положительное влияние на деятельность сбытового кооператива окажет так называемый эффект масштаба производства, который проявится во внедрении эффективных технологий и повышении производительности всех используемых ресурсов.

Принцип демократичности и справедливости деятельности кооперативов проявляется в данной форме в разделении прибыли. Так, при ее распределении всегда учитываются объемы продукции, реализованные участником через кооператив, полученная прибыль делится пропорционально доле участия отдельного хозяйства в деятельности кооператива. По результатам финансового года прибыль, полученная потребительским



кооперативом, частично возвращается его членам, а частично направляется на пополнение приращенного пая для развития материально-технической базы кооператива [7].

Являясь участником сбытового потребительского кооператива, сельскохозяйственный товаропроизводитель обеспечивает себе стабильный доход, получая за свою продукцию доход по установленным ценам.

При этом стоит отметить один из важнейших принципов кооперации, реализующихся в данной форме – сотрудничество. Кооператив действует исключительно в интересах своих членов-участников, поскольку только в кооперативной организации собственник и клиент – одно лицо. Он гарантированно закупает у своих членов сельскохозяйственное сырье. Кооперативы с максимальной эффективностью служат интересам своих членов и укрепляют кооперативное движение путем совместной работы в рамках местных, региональных, всероссийский и международных структур.

Данный кооператив выполняет функцию посредника между товаропроизводителями и покупателями, учитывающего интересы сельскохозяйственных товаропроизводителей и конечных потребителей. Благодаря увеличению объемов продаж сельскохозяйственные производители выйдут на прямой контакт с конечными потребителями, минуя рыночных посредников.

Таким образом, сельскохозяйственная потребительская кооперация в современных условиях должна и может стать драйвером развития аграрной экономики Амурской области. Раскрытие потенциала личных подсобных хозяйств населения и крестьянских фермерских хозяйств возможно путем создания сельскохозяйственных сбытовых потребительских кооперативов в регионе. Благодаря поддержке со стороны сельских производителей кооператив способен стать весомым участником рынка, а также повысить экономическую эффективность труда сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Вместе с тем необходимо отметить, что потребительский кооператив – единственная организационно-правовая форма хозяйствования, действующая исключительно в интересах своих членов, управляемая ими, основываясь на принципах добровольности, открытости, демократичности, участия членов в экономической деятельности, независимости.

## Библиографический список

1. Амурский статистический ежегодник. 2018 : статистический сборник. – Благовещенск : Амурстат, 2018. – 444 с.
2. Воробьева А.И. Обоснование направлений реализации стратегии формирования потребительского поведения в организациях потребительской кооперации / А.И. Воробьева // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2016. – № 1. – С. 329–339.
3. Енина Д.В. Социально-трудовая сфера села Амурской области: проблемы и особенности развития / Д.В. Енина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко. – Краснодар : Кубанский ГАУ, 2017. – С. 925–926.
4. Объем господдержки малых форм хозяйствования // Официальный сайт министерства сельского хозяйства Амурской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroamur.ru/news/2019/2019/201902010.php> (дата обращения: 20.02.2019).
5. О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849 : Указ Президента РФ от 3 ноября 2018 г. № 632 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71996370/#ixzz5gEhKjWi5> (дата обращения: 10.02.2019).
6. О развитии малых форм хозяйствования в аграрном секторе Амурской области // Официальный сайт министерства сельского хозяйства Амурской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroamur.ru/news/2019/2019/201902010.php> (дата обращения: 20.02.2019).
7. О сельскохозяйственной кооперации : Федеральный закон от 08 декабря 1995 г. № 193-ФЗ, в редакции от 03.08.2018 № 322-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8572/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8572/) (дата обращения: 21.02.2019).
8. Осипов А.К. Сбытовой потребительский кооператив: преимущества совместного сбыта / А.К. Осипов, Н.В. Азимова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 46–50.
9. Особенности организации производства молока в интегрированных агропромышленных формированиях / К.С. Терновых и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 148–158.
10. Тихонов Е.И. Тенденции изменения условий жизни сельского населения Амурской области / Е.И. Тихонов, В.В. Реймер // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 1. – С. 79–85.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Дарья Владимировна Енина – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, маркетинга и права ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, г. Благовещенск, e-mail: [info@dalgau.ru](mailto:info@dalgau.ru).

Наталья Юрьевна Иванова – кандидат сельскохозяйственных наук, начальник управления подготовки научно-педагогических кадров ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», Россия, г. Благовещенск, e-mail: [info@dalgau.ru](mailto:info@dalgau.ru).

Дата поступления в редакцию 23.07.2019

Дата принятия к печати 28.08.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Daria V. Enina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management, Marketing and Human Rights, Far Eastern State Agrarian University, Russia, Blagoveshchensk, e-mail: [info@dalgau.ru](mailto:info@dalgau.ru).

Natalia Yu. Ivanova, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department for the Training of Scientific and Pedagogical Personnel, Far Eastern State Agrarian University, Russia, Blagoveshchensk, e-mail: [info@dalgau.ru](mailto:info@dalgau.ru).

Received July 23, 2019

Accepted August 28, 2019

## РАЗВИТИЕ СВИНОВОДСТВА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Константин Семенович Терновых<sup>1</sup>  
Артак Каджикович Камалян<sup>2</sup>  
Ольга Ивановна Кучеренко<sup>1</sup>  
Алина Александровна Плякина<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Министерство сельского хозяйства Республики Армения

Представлены результаты исследования, проведенного с целью определения роли инноваций в развитии отечественного свиноводства. Приводятся данные о том, что за последние десять лет в России производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий увеличилось на 65%. Установлено, что добиться таких ускоренных темпов развития свиноводства удалось благодаря государственной поддержке и реализации целевых региональных программ, направленных на строительство новых мощностей промышленного типа и технико-технологическую модернизацию существующих животноводческих объектов. Отмечена важная роль интегрированных формирований в росте объемов производства мяса свиней за счет внедрения достижений научно-технического прогресса, современных инновационных технологий, автоматизированного оборудования ведущих зарубежных и отечественных фирм. Обобщение опыта функционирования агрохолдингов, специализирующихся на производстве свинины, позволило выделить следующие инновационные элементы системы ведения свиноводства: единый центр приготовления и роботизированной системы раздачи кормов; автоматические системы охлаждения и увлажнения воздуха; обогреваемые панели и электроковрики для поросят-сосунов; самосплавные системы навозоудаления; видеокамеры с соответствующим программным обеспечением, позволяющим ежедневно определять приросты в автоматическом режиме; цифровые технологии, обеспечивающие четкое выполнение технологических процессов, оптимизацию и сокращение материально-денежных и трудовых затрат. Анализ показал, что современные свиноводческие предприятия обладают высокотехнологичными мощностями по производству комбикормов, значительно удешевляющими себестоимость продукции. Сделан вывод, что внедрение инноваций наблюдается и в создании соответствующей производственной инфраструктуры: роботизированная техника; автоматизированный оперативный учет и контроль за перемещением продукции по этапам производственного процесса, начиная с поступления сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции покупателям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: свиноводство, агрохолдинги, система ведения свиноводства, инновации, цифровые технологии, производственная инфраструктура.

## PIG HUSBANDRY DEVELOPMENT ON THE BASIS OF MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Konstantin S. Ternovykh<sup>1</sup>  
Artak K. Kamalyan<sup>2</sup>  
Olga I. Kucherenko<sup>1</sup>  
Alina A. Plyakina<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture, Republic of Armenia

The authors present the results of a study carried out in order to determine the role of innovations in the development of domestic pig industry; in the course of investigations they revealed that over the last ten years in Russia, the production of pork in live condition in farms of all categories increased by 65%, and that such a result of pig industry development became possible to achieve due to state support and implementation of regional targeted programmes aimed at the construction of new production facilities of industrial type, as well as technical and technological modernization of existing livestock enterprises; defined an important role of integrated formations in the growth of pig meat production due to application of scientific and technological achievements, modern innovative technologies, automated equipment of leading foreign and domestic firms to production. Generalization data on the experience of functioning of agricultural holdings specializing in the production of pork allowed identifying the

following innovative elements of pig farming system: (i) a single center of preparation and robotic feed distribution system, (ii) automatic cooling and humidification systems, (iii) heated panels and electric mats for pre-nursery pigs, (iiii) liquid manure disposal systems, (v) video cameras with the appropriate software designed for daily increments registration in automatic mode, (vi) digital technologies intended for accurate execution of technological processes, optimization and reduction of material, cash and labor costs. The analysis shows that modern pig-breeding enterprises are provided with high-tech facilities for the production of mixed feeds, the use of which significantly reduces the cost of production. It is concluded that application of innovations is registered in the creation of appropriate industrial infrastructure: robotic equipment, automated operational accounting and control over products transition from one stage of the production process to another, from raw materials input to finished products shipment to customers.

**KEYWORDS:** pig industry, agricultural holdings, system of pig breeding, innovations, digital technologies, production infrastructure.

**С**виноводство в России является одной из важнейших и стратегически значимых подотраслей животноводства. Особая роль мяса и мясных продуктов определяется их значимостью как основного источника белков животного происхождения в рациональном питании человека. В мясном балансе свинина занимает более 32%.

В настоящее время от развития рынка свинины во многом зависят экономическая стабильность в стране и ее продовольственная безопасность. Кроме того, высоко развитое производство является определяющим фактором устойчивого функционирования мясоперерабатывающей промышленности.

В последнее время отечественное свиноводство характеризуется динамичным и интенсивным развитием. Статистические данные свидетельствуют, что за последние десять лет производство свинины в живом весе в хозяйствах всех категорий увеличилось на 65% и составило 4797,1 тыс. т. Наибольший прирост мяса свиней был получен в сельскохозяйственных организациях – в 3 раза. В результате крупным сектором в 2018 г. произведено 84,9% товарной свинины от общего объема (табл. 1).

**Таблица 1. Производство мяса свиней по категориям хозяйств РФ, тыс. т живого веса**

Годы	Хозяйства всех категорий	В том числе		
		Сельскохозяйственные организации	Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	Хозяйства населения
2009	2907,8	1367,0	94,6	1446,2
2010	3097,3	1629,2	91,8	1376,4
2011	3207,3	1786,7	92,3	1328,3
2012	3292,0	2027,6	81,7	1182,7
2013	3615,1	2533,0	68,7	1013,5
2014	3812,5	2860,6	61,1	890,8
2015	3951,4	3097,5	57,6	796,3
2016	4329,1	3500,0	62,2	766,9
2017	4549,9	3759,4	57,9	732,5
2018	4797,1	4071,4	57,1	668,6

Источник: [3].

Исследованиями установлено, что добиться таких ускоренных темпов развития свиноводства удалось благодаря государственной поддержке и реализации целевых региональных программ, направленных на строительство новых мощностей промышленного типа и технико-технологическую модернизацию существующих животноводческих объектов. За анализируемый период построено 299 свиноводческих комплексов, реконструировано и модернизировано – 128 (табл. 2).

**Таблица 2. Производство свинины на вновь построенных, реконструированных и модернизированных комплексах, тыс. т живого веса**

Годы	Количество комплексов, ед.		Производство свинины, тыс. т	
	Новые	Реконструированные и модернизированные	Новые комплексы	Реконструированные и модернизированные комплексы
2009	36	28	49,4	10,9
2010	41	38	58,0	9,8
2011	34	16	17,9	10,0
2012	20	5	44,1	2,1
2013	31	8	137,5	5,9
2014	31	6	147,9	0,9
2015	28	2	77,2	2,8
2016	32	6	137,6	0,8
2017	27	10	45,3	8,9
2018	19	9	40,7	3,4

Источник: [9, 10].

Основной вклад в производство свинины вносят 20 компаний интегрированного типа. По итогам 2018 г. их доля составила 65,1% от общего промышленного производства свинины. Лидерами по производству свинины являются такие крупные агрохолдинги, как АПХ «Мираторг» (422,3 тыс. т), ГК «Черкизово» (250,1 тыс. т), ГК «Агро-Белогорье» (219,4 тыс. т), ГК «РусАгро» (218,5 тыс. т), ООО «Великолукский свиноводческий комплекс» (215,8 тыс. т) [13]. Можно выделить следующие характерные особенности деятельности предприятий такого типа: производство продукции с законченным оборотом стада, собственной кормовой базой, организацией генетических центров, убойных цехов и переработки полученной продукции, а также доведение конечной продукции до потребителя путем организации собственной логистической сети, представленной различными дистрибьюторскими центрами. Здесь в крупных масштабах внедряются достижения научно-технического прогресса, современные инновационные технологии, автоматизированное оборудование ведущих зарубежных и отечественных фирм [6].

Инновационное развитие свиноводства коренным образом изменило систему ведения отрасли и организацию производственного процесса. Производство свинины на современных комплексах, как правило, организовано на трех площадках: репродуктор (выращивание ремонтных свинок и подготовка их к осеменению, содержание супоросных и подсосных маток), участок доращивания (выращивание молодняка после отъема) и участок откорма (система «мульти-сайт»). Для каждой технологической группы свиней выделены изолированные секции, боксы или отдельные здания, что позволяет эффективно использовать средства механизации и наиболее рационально организовать труд обслуживающего персонала. После окончания того или иного производственного цикла (воспроизводство, доращивание и откорм) помещение освобождается и подвергается чистке и дезинфекции до заполнения следующей группой по принципу «пусто-занято». В каждом боксе содержат свиней, близких по возрасту и, по возможности, одного пола [6]. При этом необходимо отметить, что все производственные площадки работают в закрытом режиме, оборудованы дезинфекционными барьерами для автомобилей и санитарным пропускником для персонала, что минимизирует эпизоотические риски, связанные с распространением различных заболеваний свиней.

Особое внимание уделяется содержанию супоросных и подсосных свиноматок. В настоящее время наиболее перспективным способом содержания супоросных маток

является использование комбинированных загонов, в которые свиноматок переводят из индивидуальных станков через 35 дней после осеменения. В таких загонах имеется пространство, где свиноматки могут свободно передвигаться и отдыхать.

Зоны опороса оборудованы специальными станками с фиксацией подсосных маток, что исключает задавливание поросят. Пол в станке щелевой, сделан из пластмассы, что предотвращает травмирование поросят. С целью исключения заболеваемости животных в обязательном порядке предусмотрены обогреваемые панели или электроковрики, а также инфракрасные лампы [5].

Микроклимат на современных комплексах регулируется автоматическими системами, которые обеспечивают оптимальный температурный режим и воздухообмен. Например, в летний период для снижения температуры используется система орошения, предусматривающая распыление мелкодисперсных фракций холодной воды.

На передовых предприятиях кормление свиней осуществляют с помощью автоматизированного оборудования (WEDA, Big Dutchman и др.), которое позволяет подавать корма в строго определенное время или по мере опустошения кормушек. Каждый кормовой бункер снабжен тензодатчиками, которые учитывают расход корма и оценивают эффективность рецептур кормов и генетический потенциал животных. Кроме того, современные системы откорма способны фиксировать изменение веса животного за единицу времени и среднесуточный прирост в автоматическом режиме. Свиней, достигших нужного веса, переводят на более дешевый корм. Если животное отстает в весе, то оно получает метку и отправляется на лечение [15].

Анализ практики хозяйствования показывает, что современные свиноводческие предприятия обладают достаточными мощностями по производству комбикормов, значительно удешевляющими себестоимость продукции. Наиболее крупным российским производителем комбикормов является агрохолдинг «Мираторг», в состав которого входят четыре комбикормовых завода. Заводы полностью автоматизированы, контроль производственного процесса осуществляется с помощью компьютерных программ. Предприятие производит более 20 видов кормов для всех половозрастных групп – от поросят-сосунов до свиней на откорме.

ГК «Агроэко» реализован проект высокотехнологичного комбикормового завода в Воронежской области. Внедрение программы автоматизации технологического процесса Van Aarsen позволяет совместить многие программы, в том числе бухгалтерский учет, и контролировать каждый этап производства комбикормов [11]. Мощность завода составляет 290 тыс. т кормов в год [4]. Предприятие выпускает комбикорма для каждой группы свиней с учетом технологических циклов их выращивания, породы и продуктивности. В 2019 г. агрохолдинг построил новый комбикормовый завод в Павловском районе. Производительность завода 20 т/час комбикормов для взрослых животных и 5 т/час престартерных комбикормов для поросят. Проектом предусмотрено последующее увеличение мощности до 40 т/час [2].

Важным моментом интенсивного развития свиноводства является воспроизводство стада и совершенствование племенных и продуктивных качеств животных. Поэтому многие агрохолдинги создают собственные селекционно-гибридные центры. Например, Верхнехавский агрохолдинг (Воронежская область) имеет в своем составе ООО «СПЦ», которому в 2011 г. был присвоен статус селекционно-генетического центра. Предприятие занимается разведением чистопородного поголовья свиней пород крупная белая, ландрас, дюрок (французской генетики) и выращиванием гибридных свиней для промышленных репродукторов, продает семенной материал.

Генетический центр ГК «Агроэко» воспроизводит чистопородных животных канадской генетики Genesus, которые обладают следующими преимуществами: скоростью роста, хорошим здоровьем и многоплодием. Так, свиньи достигают убойных кон-

диций за более короткий промежуток времени за счет высокого среднесуточного прироста (свыше 1 кг), что, в свою очередь, позволяет продуктивнее использовать производственные помещения. Животные генетики Genesus могут потреблять более дешевые корма, содержащие пониженный уровень лизина и белка при конверсии на откорме 2,7 корм. ед. Таким образом, товарную свинью весом 127 кг можно вырастить за 168–170 дней [14].

В сельскохозяйственном производстве в настоящее время уделяется большое внимание охране окружающей среды. Рост поголовья свиней приводит к ее загрязнению и накоплению большого объема свиноводческих стоков. Ситуацию усугубляет специфический запах от свиноводческих комплексов, который вызывает недовольство населения. Современные свинокомплексы используют самосплавную систему навозоудаления периодического действия, которая считается оптимальной с точки зрения микроклимата и экологичности. Под щелевыми полами устанавливаются бетонные ванны без уклона дна, в которых происходит накопление навоза в течение 14–30 дней. В каждой ванне находится тройник с пробкой. Тройники связаны между собой трубами из ПВХ, образуя систему самосплавной канализации и удаления навоза из здания. Для опорожнения ванны при помощи специального крюка пробка выдергивается, и навозные массы самотеком удаляются по трубам за пределы свинарников [5]. С целью минимизации отрицательного воздействия свиноводческих стоков на окружающую среду многие предприятия перекачивают навоз в лагуны, хранят, а затем вносят специальными машинами на поля под вспашку для выращивания кормовых культур.

Заслуживает внимания деятельность АПХ «Мираторг» по минимизации влияния свиноводческих стоков на окружающую среду путем внедрения передовых технологических решений. В 2017 г. компания инвестировала в деятельность по обеспечению экологической безопасности на предприятиях Белгородской и Курской областей более 61,6 млн руб. В настоящее время агрохолдинг приступил к строительству в Курской области пилотной свиноводческой площадки с высокотехнологичной системой хранения навоза. Новая свиноводческая ферма замкнутого цикла рассчитана на содержание 3400 свиноматок и поросят. Комплекс строится по инновационной технологии, которая предусматривает размещение навозохранилищ непосредственно под производственными помещениями, что будет способствовать более эффективному сбору, хранению и переработке навоза в органическое удобрение в результате естественных процессов ферментации. Данное технологическое решение позволит практически полностью исключить вероятность распространения неприятных запахов за пределы свинокомплекса [7].

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития аграрного сектора экономики является переход на цифровые технологии, которые основаны на применении информационных и коммуникационных систем, а также технических средств, обеспечивающих целенаправленное использование ресурсов и постоянный контроль производственных процессов в режиме реального времени. Данные технологии позволяют также проводить мониторинг благополучия и здоровья животных, влияния на окружающую среду. Использование цифровых технологий способствует повышению эффективности производства за счет четкого выполнения технологических процессов, оптимизации и сокращения материально-денежных и трудовых затрат.

Одной из перспективных цифровых платформ в свиноводстве является BigFarmNet, которая объединяет следующие приложения: системы сухого и жидкого кормления, станцию кормления по вызову, сортировочные весы, кормление поросят-сосунов, управление микроклиматом и аварийной сигнализацией.

Обобщение опыта функционирования инновационно ориентированных агрохолдингов, специализирующихся на производстве свинины, позволило систематизировать элементы системы ведения свиноводства (табл. 3).

**Таблица 3. Инновации в системе ведения свиноводства**

Составляющие системы ведения свиноводства	Краткое описание
Кормление	Единый центр приготовления и роботизированной системы раздачи кормов, который обеспечивает расчет рецептур в соответствии с возрастом и потребностью свиней по кормографику.
	Организация кормления: - свиноматки: индивидуальное через дозатор; - свиньи на дорастивании и откорме: кормовые автоматы ящичного типа; автоматические кормушки с круглой тарелкой и телескопическим отводом для корма.
Микроклимат	Автоматические системы охлаждения и увлажнения воздуха. Например, в летний период для снижения температуры используется система орошения, предусматривающая распыление мелкодисперсных фракций холодной воды.
	В маточнике логово для поросят, оборудованное обогреваемыми полами или электроковриком.
Навозоудаление	Самосплавная система, предусматривающая накопление навоза в специальных ваннах в течение 2–3 недель, а затем удаление за пределы свинарника.
Управление производственным процессом	Использование цифровых средств информатизации BigFarmNet, включающих приложения: системы сухого и жидкого кормления, станцию кормления по вызову, сортировочные весы, кормление поросят-сосунов, управление микроклиматом и аварийной сигнализацией.
	Видеокамеры с соответствующим программным обеспечением, позволяющим ежедневно определять приросты в автоматическом режиме.

Внедрение инноваций наблюдается и в создании соответствующей производственной инфраструктуры (переработки, хранения, транспортировки и доведения готовой продукции до потребителя). Как показывают исследования, практически все крупные производители свинины имеют мясоперерабатывающие производства и логистические центры. В Белгородской области АПХ «Мираторг» осуществляет переработку мяса на высокопроизводительном комплексе «Casa-Ready». На предприятии широкое распространение получило применение роботов на самых сложных технологических процессах - убой и обескровливание животных, распиливание и разрез на полутуши. Уровень роботизации и глубокая переработка способствуют развитию безотходного производства, а также позволяют выпускать продукцию более высокого качества. В настоящее время агропромышленный холдинг приступил к строительству самого крупного в стране комплекса по убою и глубокой переработке свиней в Курской области мощностью 4,5 млн голов в год. Инвестиции в проект составят 68 млрд руб. [8].

Важным системообразующим звеном производственной инфраструктуры АПХ «Мираторг» являются хранение и доведение конечной продукции до потребителя. Автоматизированные распределительные центры компании имеются в Московской, Ленинградской, Калининградской и Самарской областях. Общая мощность единовременного хранения составляет 41 тыс. т.

В ГК «РусАгро» перерабатывающее производство включает четыре цеха: линию убоя, цех упаковки охлажденного мяса, цех производства охлажденных полуфабрикатов и цех утилизации. Метод убоя свиней, применяемый на предприятии, обеспечивает соблюдение высокого уровня гигиены, безопасности и эргономичности рабочего процесса, а также снижение стрессов животных. В цехе по утилизации отходов производят мясокостную муку и технический жир, что способствует не только получению дополнительной прибыли, но и уменьшению загрязнения окружающей среды.



Одним из самых инновационных высокотехнологичных предприятий мясопереработки России является ООО «Курский мясоперерабатывающий завод» (входит в ГК «АгроПромкомплектация»). Мощность завода – до 185 тыс. т мяса и мясопродуктов в год. Подобное современное оборудование и используемые технологии применяются всего на двух предприятиях Европы – в Швейцарии и Германии [1].

На этом предприятии производство продукции сопровождается автоматизированным оперативным учетом и контролем за перемещением продукции по этапам производственного процесса, начиная с поступления сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции покупателям. Единая информационная база позволяет планировать объемы сырья, материалов, формировать производственные задания исходя из мощностей предприятия и заказов клиентов. Кроме того, здесь автоматизированы и роботизированы наиболее трудоемкие и опасные операции производственного процесса, складской логистики, хранения и размещения сырья [12].

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что большую долю свинины производят крупные агрохолдинги, функционирование которых базируется на использовании современных инновационных технологий, создании собственной инновационно ориентированной кормовой базы, генетических центров, организации высокотехнологичной мясопереработки.

---

### Библиографический список

1. АгроПромкомплектация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apkholding.ru/production/pererabotka/> (дата обращения: 17.06.2019).
2. Агроэко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroeco.ru/Pages/index.asp> (дата обращения: 17.06.2019).
3. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) : Информационно-аналитические материалы Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 25.06.2019).
4. Коновалова С.Н. Основные направления инновационного развития АПК Воронежской и Курской областей / С.Н. Коновалова, В.В. Трубникова // Инновационное развитие Российской экономики : матер. IX международной науч.-практ. конф. – Москва : Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2016. – С. 60–63.
5. Кучеренко О.И. Инновации как фактор эффективного развития свиноводства / О.И. Кучеренко, Е.В. Попкова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (39). – С. 252–255.
6. Кучеренко О.И. Организационно-экономические аспекты развития свиноводства : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / О.И. Кучеренко. – Воронеж, 2009. – 172 с.

7. Мираторг запустит пилотную свиноферму с закрытым хранилищем навоза в Курской области за 1,5 млрд руб. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://miratorg.ru/press/news/miratorg\\_zapushtit\\_pilotnyuyu\\_svinofermu\\_s\\_zakrytym/](https://miratorg.ru/press/news/miratorg_zapushtit_pilotnyuyu_svinofermu_s_zakrytym/) (дата обращения: 29.06.2019).

8. Мираторг приступил к строительству новой мясохладобойни в Курской области для увеличения производства свинины до 1 млн тонн в год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://miratorg.ru/press/news/miratorg\\_pristupil\\_k\\_stroitelstvu\\_novoy\\_myasokhla/](https://miratorg.ru/press/news/miratorg_pristupil_k_stroitelstvu_novoy_myasokhla/) (дата обращения: 29.06.2019).

9. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2013 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/iblock/ecdf/ecdf16896dfaf6482cc395b0522dbd52.pdf> (дата обращения: 29.06.2019).

10. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru/upload/iblock/61d/61d430039b8863186a4fbb1f60fab1c6.pdf> (дата обращения: 29.06.2019).

11. Новый завод «Агроэко»: на первом плане биобезопасность // Комбикорма. – 2016. – № 1. – С. 45–50.

12. О стимулировании экспорта сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/news/37430/> (дата обращения: 17.06.2019).

13. Рейтинг крупнейших производителей свинины в РФ по итогам 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nssrf.ru/images/statistics/243874\\_810/pdf](http://www.nssrf.ru/images/statistics/243874_810/pdf) (дата обращения: 17.06.2019).

14. Современная генетика – одно из главных конкурентных преимуществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/business-pages/29627-stremlenie-k-geneticheskomu-progressu/> (дата обращения: 17.06.2019).

15. Терновых К.С. Состояние и эффективность организации производства свинины в региональном АПК / К.С. Терновых, О.И. Кучеренко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 1 (60). – С. 135–141.

### 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](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Артак Каджикович Камалян – доктор экономических наук, профессор, зам. министра сельского хозяйства Республики Армения, Ереван, e-mail: [artkama@yandex.ru](mailto:artkama@yandex.ru).

Ольга Ивановна Кучеренко – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Алина Александровна Плякина – кандидат экономических наук, доцент кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 26.08.2019

Дата принятия к печати 30.09.2019

### 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](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Artak K. Kamalyan, Doctor of Economic Sciences, Professor, Deputy Minister of Agriculture, Republic of Armenia, Yerevan, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Olga I. Kucherenko, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Alina A. Plyakina, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Received August 26, 2019

Accepted September 30, 2019

---

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ В ОВОЩЕВОДСТВЕ**

---

**Екатерина Александровна Калининская**

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина

Вступление России в ВТО повлекло за собой увеличение импорта сельскохозяйственной продукции, в том числе и овощей. Нарастание конкуренции и снижение размеров государственной поддержки отечественных предприятий АПК привело к снижению рентабельности производства овощей, вследствие чего наблюдается сокращение площадей под данными культурами и снижение уровня продовольственной безопасности страны. Ключевым фактором повышения конкурентоспособности отрасли овощеводства в России является переход на инновационный путь развития. Для обоснования внедрения в производство достижений научно-технического прогресса предложен методический инструментарий, включающий оценку эффективности использования новых технологий в овощеводстве, основных параметров хозяйствующих субъектов и методику расчета критериев, обобщение которых позволит определить стратегические приоритеты инновационного развития предприятия. Организационно-экономический механизм развития овощеводства должен быть основан на применении комплекса научно-технологических, социально-экономических, производственных, организационных, нормативно-правовых методов воздействия на участников рынка, позволяющих выявить наиболее эффективные способы развития, взаимодействия и согласованности элементов системы с учетом эндогенных и экзогенных факторов. Предложенная система показателей включает производственный, экономический, социальный, качественный, медицинский, рыночный и интеллектуальный критерии оценки. Методика апробирована на СХПК «Племзавод Майский», который является одним из основных производителей овощной продукции в Вологодской области (на его долю приходится 40% от общего объема овощной продукции, производимой сельскохозяйственными предприятиями области). В качестве примера инноваций предлагается использовать камеру проращивания для производства рассады капусты. Результаты исследования свидетельствуют, что при минимальных затратах на нововведение себестоимость капусты снижается уже в первый год за счет роста урожайности. Оценка эффективности внедрения инноваций по предложенной методике показала, что у предприятия имеются все предпосылки для использования интенсивных технологий при производстве овощей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** овощеводство, инновации, методика оценки, конкурентоспособность, продовольственная безопасность.

## **ECONOMIC ASSESSMENT OF PRACTICAL IMPLEMENTATION OF INNOVATIONS IN VEGETABLE FARMING**

**Ekaterina A. Kalininskaya**

Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin

Russia's entry into the WTO led to an increase in imports of agricultural products, including vegetables. In an increasingly competitive environment the reduction of state support of domestic agricultural enterprises brought about low profitability of vegetable production, and the reduction in acreage under vegetable crops and consequentially the recession of food security of the country. A key factor in increasing the competitiveness of the vegetable farming in Russia is the transition to an innovative development. The author proposed methodologies and instrumentation for scientific and technological achievements application substantiation including an assessment of the effectiveness of the introduction of new technologies in vegetable farming and main parameters of economic entities, as well as calculation procedure of the comparison criteria optional for determining strategic priorities of innovative development of the enterprises. The organizational and economic mechanism of the innovative development of vegetable farming should be based on a system of scientific and technological, social and economic, production and organizational, laws and regulatory methods of influencing players in the market that would allow identifying the most effective ways of development, subsystem interaction and coordination of action taking into consideration endogenous and exogenous factors. The proposed system of parameters includes the industrial, economic, social, qualitative, medical, market, and intellectual criteria of assessment. The proposed procedure was tried and tested at Plemzavod Maysky Integrated Agricultural Production Company, which is one of the main producers of vegetable products of Vologda Oblast (it accounts for 40% of the total volume of vegetable products produced by agricultural enterprises of the region). As an

example of innovations, it is proposed to use seed germination chamber for cabbage seedling production. The results of calculations showed that with minimal innovation costs the cost of cabbage production reduced in the first year due to the increase in the yield. Thus, the following conclusion can be made that the company has all the prerequisites for the use of intensive technologies in the production of vegetables.

KEYWORDS: vegetable farming, innovations, calculation procedure, competitiveness, food security.

**В**ажное место в экономике и политике занимает продовольствие, а также его производство, распределение, обмен и потребление, которые являются составной частью деятельности мировой системы.

Переход к рыночной экономике и вступление России в ВТО сделали низкорентабельными или убыточными многие отрасли сельского хозяйства, в том числе и производство овощей. С одной стороны, высокая конкуренция между отечественными производителями и растущий импорт продовольствия сдерживают рост цен на овощи, делая их более доступными для потребителя. С другой стороны, постоянный рост затрат на семена, технику, удобрения и энергоресурсы заставляют сельскохозяйственные предприятия сокращать посевные площади под овощами или вовсе уходить с рынка. Это ставит под угрозу обеспечение продовольственной безопасности страны, поэтому необходимо повышать конкурентоспособность производства продукции овощеводства отечественного производителя за счет эффективности использования ресурсного потенциала и внедрения инноваций [2, 6, 10].

В настоящее время ключевым фактором повышения эффективности производства овощей является научно-технический прогресс. Использование достижений НТП и переход на инновационный путь развития оказывают непосредственное влияние на рентабельность отрасли и предприятия в целом.

Вариация условий и эффективности функционирования предприятий, занимающихся выращиванием овощей, свидетельствует о необходимости внедрения интенсивных технологий в этой отрасли на разных стадиях производства. В связи с этим можно выделить ряд основных предпосылок внедрения инноваций:

- природно-климатические (зона рискованного земледелия Северо-Западной части России неблагоприятна для производства овощей как в открытом, так и в закрытом грунте);

- технологические (моральный и физический износ имеющейся овощеводческой техники и отсутствие отечественных разработок в этом направлении делает процесс производства трудоемким и дорогостоящим);

- социально-экономические (необеспеченность населения отечественной овощной продукцией до уровня рациональных норм потребления и поступление на рынок импортной низкокачественной, биологически загрязненной продукции; снижение рентабельности производства продукции в условиях постоянного роста цен на энергоносители; снижение или отсутствие государственной поддержки предприятий этой отрасли) [7];

- инновационные (проблемы инновационной активности и инновационной технологической стратегии развития овощеводства как на уровне предприятий, так и на государственном уровне);

- маркетинговые (отсутствие регулярных маркетинговых исследований, рекламы, бренда и продвижения товара, ограниченность ассортимента овощной продукции, низкий уровень управления логистикой, ограниченное предложение органической овощной продукции);

- рыночные (усиление конкуренции со стороны зарубежных производителей) [3, 8, 10].

Интенсификация процесса выращивания овощей может охватывать все достижения и разработки научно-технического прогресса, которые способствуют решению ключевых задач по снижению себестоимости и увеличению объемов производства продукции. Инновационные процессы способствуют рационализации отрасли, ориентиро-

ваны на ее технологическое, организационное, информационно-управленческое, селекционное обновление. Выделяют следующие виды инноваций:

- материально-технические (техническое перевооружение, новая техника, современное оборудование, автоматизация управления производством);
- технологические (совершенствование инженерных, агрономических, ресурсосберегающих технологий);
- селекционные (выведение новых сортов с высшей репродукцией);
- организационно-информационные (рационализация организационной структуры, методов управления, государственное регулирование НТП, инвестиционное обеспечение);
- маркетинговые (совершенствование деятельности в соответствии с условиями рынка);
- социально-экономические (улучшение условий и безопасности труда, мотивация персонала, рост производительности труда);
- экологические (сохранение экологии окружающей среды, качество продукции).

Обеспечение конкурентного преимущества отечественной продукции необходимо повышать не только за счет уровня интенсификации производства, но наряду с этим использовать и нематериальные активы. Примерами таковых являются: маркетинговые исследования, инновационные идеи, фирменная торговля, дизайн, упаковка, технологические ноу-хау, расширение ассортимента продукции и сервиса, способность персонала к творческому труду, новые методы управления и хозяйствования, интеграция производителей овощной продукции с перерабатывающими предприятиями и торговлей. Все это является интеллектуальными ресурсами предприятия, благодаря которым основные факторы производства могут работать с максимальной отдачей [4].

Оценку эффективности интенсивных технологий в овощеводстве необходимо проводить с использованием набора критериев, которые всесторонне описывают весь цикл от выращивания овощей до поступления их на рынок (табл. 1).

*Производственный* критерий отражает изменения объемов производства и трудоемкость работ.

*Экономический* критерий показывает, как изменится себестоимость продукции, прибыль от ее реализации и где будет находиться точка безубыточности благодаря преобразованиям производственных показателей.

*Социальный* блок показателей описывает достигнутый уровень продовольственной безопасности страны и соотношение доходов населения и цен на овощную продукцию.

*Интеллектуальный* блок показателей описывает обеспеченность трудовыми ресурсами, их уровень образования и эффективность затрат – отношение прибыли к затратам на повышение квалификации персонала. Данный критерий очень важен для оценки потенциала имеющихся трудовых ресурсов у предприятия, так как работники являются фактическими носителями технологий, опыта производства и создателями будущей прибыли [1].

*Качественный* показатель характеризуется соответствием продукции требованиям ГОСТов, наличием сертификатов «органическая продукция» и др.

*Медицинский* критерий описывает влияние на потребительский спрос позитивного (негативного) воздействия на здоровье потребителя. Некачественная продукция может снизить спрос или вообще привести к полному отказу от потребления продукции вследствие укоренившегося мнения населения, что овощи содержат нитраты, невыведенные пестициды или ГМО.

*Рыночный* критерий включает такие показатели, как наличие у предприятия розничной сети магазинов и товарного знака. Это позволяет иметь свой рынок сбыта и постоянных покупателей, делает продукцию более узнаваемой, выступает гарантом качества и стимулирует продажи [9].

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 1. Критерии оценки эффективности внедрения интенсивных технологий в овощеводстве**

Показатели	Расчет
<b>1. Производственный</b>	
Прирост урожайности овощей, т ( $\Delta Y$ )	$\Delta Y = Y_1 - Y_0$ , где $Y_0, Y_1$ – урожайность до и после внедрения новых технологий
Снижение трудоемкости производства, чел.-ч/т ( $\Delta TP$ )	$\Delta TP = TP_1 - TP_0$ , где $TP_0, TP_1$ – трудоемкость производства до и после внедрения новых технологий
<b>2. Экономический</b>	
Резерв снижения себестоимости единицы продукции, руб./т ( $\Delta C$ )	$\Delta C = C_1 - C_0$ , где $C_0, C_1$ – себестоимость продукции до и после внедрения новых технологий
Прирост прибыли, полученной в результате реализации дополнительного объема продукции ( $\Delta \Pi$ )	$\Delta \Pi = \Pi_1 - \Pi_0$ , где $\Pi_0, \Pi_1$ – прибыль от реализации продукции до и после внедрения новых технологий
Точка безубыточности в денежном ( $Tбд$ ) или в натуральном выражении ( $Tбн$ )	$Tбд = B \cdot Z_{пост} / (B - Z_{пер})$ , где $B$ – выручка от продаж; $Z_{пост}$ – постоянные затраты; $Z_{пер}$ – переменные затраты $Tбн = Z_{пост} / (Ц - Z_{Спер})$ , где $Z_{пост}$ – постоянные затраты; $Ц$ – цена за единицу продукции; $Z_{Спер}$ – средние переменные затраты на ед. продукции
<b>3. Социальный</b>	
Коэффициент обеспеченности населения территории овощами, кг/чел. в год ( $K_0$ )	$K_0 = ПР/МН$ , где $ПР$ – производство овощей на душу населения в год; $МН$ – медицинская норма (оптимальное значение показателя 0,9–1,0)
Доступность для потребителя – отношение роста среднедушевых денежных доходов населения к росту цен на овощную продукцию, % ( $K$ )	$K = Kд / Kц$ , где $Kд$ – рост среднедушевых денежных доходов населения; $Kц$ – рост цен на овощную продукцию (оптимальное значение показателя 1,0 и выше)
<b>4. Интеллектуальный</b>	
Коэффициент обеспеченности рабочими и ведущими специалистами ( $K_{об}$ )	$K_{об} = \sqrt{(K_{сф} / K_{сп}) \cdot (K_{рф} / K_{рп})}$ , где $K_{сф}$ – количество специалистов и руководителей фактическое; $K_{сп}$ – количество специалистов и руководителей плановое; $K_{рф}$ – количество рабочих фактическое; $K_{рп}$ – количество рабочих плановое
Коэффициент качества уровня образования ведущих специалистов ( $K_{уо}$ )	$K_{уо} = \sqrt{\sum (K_{iво} / K_{iсф})}$ , где $K_{iсф}$ – количество специалистов и руководителей фактическое $i$ -й отрасли; $K_{iво}$ – количество специалистов и руководителей с высшим образованием $i$ -й отрасли
Коэффициент результативности повышения квалификации ( $K_k$ )	$K_k = П / Z_0$ , где $Z_0$ – затраты на повышение квалификации персонала; $П$ – прибыль, полученная от реализации продукции

Проводя анализ эффективности применения интенсивных технологий в овощеводстве, необходимо учитывать комплексное влияние критериев и показателей. Все они взаимосвязаны и в конечном итоге дают объективную оценку эффективности производства овощной продукции, которая позволяет учитывать эффект производителя и эффект потребителя [1].

Предложенная методика для экономической оценки инновационного развития апробирована на примере СХПК «Племзавод Майский» Вологодской области.

Это предприятие является одним из основных производителей овощной продукции в регионе, на его долю приходится 40% от общего объема овощной продукции, производимой сельскохозяйственными предприятиями области.

Несмотря на достаточно высокий уровень производственных показателей (урожайность продукции выше среднего показателя по области), убыток от реализации овощной продукции постоянно растет.

Растущий диспаритет цен делает отрасль овощеводства убыточной для данного предприятия, поэтому необходимо разрабатывать мероприятия по внедрению новых технологий для снижения себестоимости продукции.

СХПК «Племзавод Майский» специализируется на выращивании овощей открытого грунта: капусты, моркови, свеклы. На протяжении последних лет наиболее убыточным является производство капусты, так как цена на нее остается очень низкой. В структуре товарной продукции она занимает 70% от общего объема овощей. Наибольший удельный вес в себестоимости выращивания капусты занимают материальные затраты – 70%, в том числе на семена и выращивание рассады 30%.

**Таблица 2. Эффективность производства овощей после внедрения интенсивных технологий в СХПК «Племзавод Майский»**

Показатель	Внедрение интенсивной технологии		Отклонение
	До	После	
Посевная площадь, га	50	50	-
Урожайность, ц/га	700	714	14
Необходимое количество рассады со «страховым фондом», шт.	1 925 000	1 802 500	-122 500
Стоимость рассады, руб. за шт.	3,5	3,7	0,2
Затраты на рассаду на всю площадь, тыс. руб.	6737,5	6669,3	-68,2
Себестоимость 1 кг капусты, руб.	14,0	13,6	-0,4
Цена реализации 1 кг капусты, руб.	10,0	10,0	-
Прибыль/убыток от реализации 1 кг, руб.	-4,0	-3,6	0,4
Трудоемкость выращивания рассады, чел.-ч	196	101	-95
Среднегодовая численность населения Вологодской области, тыс. чел.	1185,8	1185,8	-
Производство капусты в СХПК «Племзавод Майский», т	3500	3570	70
Произведено капусты в СХПК «Племзавод Майский» на душу населения в Вологодской области в год, кг/чел.	2,95	3,01	0,06
Производство овощей на душу населения в Вологодской области в год, кг/чел.	55,60	55,66	0,06
Обеспечение продовольственной безопасности	0,39	0,40	0,01
Среднедушевые денежные доходы населения Вологодской области, руб. в месяц	27344	27344	-
Цена на капусту, руб./кг	10,0	10,0	-
Доступность для потребителя, %	100,0	100,0	-

Примером внедрения интенсивных технологий является рассмотренная автором технология выращивания рассады в камере проращивания вместимостью 250 тыс. штук и стоимостью 360 тыс. руб. Камера проращивания позволяет сократить сроки проращивания семян капусты с четырех до двух суток, повысить приживаемость рассады после ее посадки в открытый грунт и за счет этого увеличить урожайность на 2%. Это позволяет снизить «страховой фонд» производимой рассады на 7%.

Таким образом, если при размере посевной площади 50 га до внедрения данной технологии требовалось 1 925 000 шт. рассады (в том числе 10% на случай гибели рассады из-за заморозков, засухи и других природных явлений), то после внедрения «страховой фонд» можно сократить до 3%.

На основании полученных результатов исследования была дана оценка эффективности новой технологии выращивания капусты в СХПК «Племзавод Майский» по семи рассмотренным выше критериям (табл. 2).

В первый год после внедрения новой технологии выращивания рассады себестоимость единицы продукции с учетом отнесения всех затрат на строительство камеры проращивания в текущем периоде снизится на 40 коп. за кг, во второй год – на 1 руб. 10 коп., следовательно, сократится и убыток от реализации капусты.

Точка безубыточности после внедрения нововведений сократится на 298 т, или 7,7%. Показатель трудоемкости выращивания рассады будет иметь тенденцию к сокращению и составит 95 чел.-ч. Высвобождение рабочей силы позволит выполнить больший объем работ и повысить общий показатель производительности труда.

При незначительных инвестициях и росте урожайности на одном виде продукции на 2% будет получен прирост показателя обеспечения продовольственной безопасности, однако значение его остается весьма низким, что свидетельствует о необходимости более активного внедрения достижений научно-технического прогресса.

Интенсификация выращивания овощей и ее производственный, экономический, социальный, а также рыночный, медицинский и качественный аспекты зависят от последней группы факторов – интеллектуальных ресурсов предприятия, их стимулирования и грамотного использования [5].

Исследования показали, что количество специалистов и качество их образования в СХПК «Племзавод Майский» находятся на достаточно высоком уровне, но повышение квалификации не дало положительных результатов (табл. 3). Следовательно, на предприятии есть предпосылки и возможности для внедрения новых технологий и перехода к интенсификации производства овощей.

**Таблица 3. Оценка интеллектуальных ресурсов СХПК «Племзавод Майский»**

Показатель	План	Факт	Отклонение
Коэффициент обеспеченности рабочими и ведущими специалистами (Коб)	1,00	0,99	-0,01
Коэффициент качества уровня образования ведущих специалистов (Куо)	1,00	0,91	-0,09
Коэффициент результативности повышения квалификации (Кк)	0,01	-0,01	-0,02

Итак, подробно рассмотрены производственный, экономический, социальный и интеллектуальный блоки и дана их количественная оценка.

При анализе качественных характеристик, влияющих на производство и реализацию овощной продукции, а именно: рыночного, медицинского и качественного критериев, использован следующий метод оценивания: при положительном значении (ответе) каждому критерию присваивается 1 балл, при отрицательном – 0 баллов.

Качество овощной продукции соответствует ГОСТу и проходит ежегодную сертификацию, но она не сертифицирована как «органическая продукция».

Нареканий со стороны потребителей о негативном влиянии на здоровье человека овощной продукции, произведенной на данном предприятии, не было.

У СХПК «Племзавод Майский» нет собственной рыночной сети магазинов, при этом есть «бренд», который известен за пределами области.



Качественные составляющие находятся на уровне выше среднего, но из-за отсутствия собственной розничной сети предприятие зависит только от оптовых продаж и торговых сетей, что делает СХПК «Племзавод Майский» неконкурентоспособным на рынке овощной продукции.

### Выводы

Предложенная методика экономической оценки инновационного развития отрасли овощеводства позволяет принимать обоснованные управленческие решения для определения стратегических приоритетов. Капитальные вложения в интеллектуальные ресурсы организации позволят увеличить объем производства продукции, снизить ее себестоимость и тем самым повысить конкурентоспособность компании на рынке.

### Библиографический список

1. Дементьев С.Ю. Организационно-экономический механизм эффективного овощеводства открытого грунта (на материалах сельскохозяйственных организаций Республики Крым) : дис. ... канд. экон наук : 08.00.05 / С.Ю. Дементьев. – Краснодар, 2016. – 218 с.
2. Жаров А.Н. Современное состояние производства овощей в Российской Федерации / А.Н. Жаров, Л.Л. Жарова, В.П. Попов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2008. – № 1. – С. 43–52.
3. Киселёва Е.А. Прогноз развития отрасли овощеводства на Северо-Западе России / Е.А. Киселёва // Вопросы региональной экономики. – 2018. – № 3 (36). – С. 28–34.
4. Медведева Н.А. Системный подход к прогнозированию сельского хозяйства: механизмы и инструменты / Н.А. Медведева // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 3 (23). – С. 100–110.
5. Медведева Н.А. Формирование человеческого капитала как условие инновационного развития региональной системы сельского хозяйства / Н.А. Медведева // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 4 (24). – С. 151–159.
6. Методология и механизм обеспечения производства овощной продукции с учетом функционирования в условиях ВТО / С.С. Литвинов, А.Ф. Разин, Р.А. Мещерякова и др. // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 3–8.
7. Сенотрусова С.В. Импорт овощной продукции в условиях российского «продовольственного» эмбарго / С.В. Сенотрусова, В.Г. Свиных, Э.В. Ковалева // АПК: экономика, управление. – 2018. – № 12. – С. 113–121.
8. Рыбина Н.В. Методические подходы к определению инновационного развития сельскохозяйственных организаций, занимающихся производством овощей открытого грунта в Ярославской области / Н.В. Рыбина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2009. – № 2 (6). – С. 90–95.
9. Чазова И.Ю. Особенности производства продукции овощеводства защищенного грунта в современных экономических условиях / И.Ю. Чазова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4. – С. 172–175.
10. Чазова И.Ю. Оценка эффективности интенсивных технологий овощеводства закрытого грунта : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / И.Ю. Чазова. – Ижевск, 2009. – 24 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Екатерина Александровна Калининская – аспирант кафедры экономики и менеджмента ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина», Россия, Вологодская область, г. Вологда (с. Молочное), e-mail: kiselevaea91@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 23.07.2019

Дата принятия к печати 28.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Ekaterina A. Kalininskaya, Postgraduate Student, the Dept. of Economics and Management, Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin, Russia, Vologda Oblast, Vologda (Molochnoye), e-mail: kiselevaea91@mail.ru.

Received July 23, 2019

Accepted August 28, 2019

## ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА РЫНКЕ МОЛОКА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Роман Павлович Белолипов  
Светлана Николаевна Коновалова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью исследования является анализ и выявление проблем в ценообразовании на рынке молока и молочной продукции России в целом и в Воронежской области в частности. Рассматриваются изменения, произошедшие в молочно-продуктовом подкомплексе за последние годы, анализируются проблемы и тенденции развития рынка молока. Приводятся данные, свидетельствующие о положительных тенденциях в отрасли молочного животноводства. Показано, что в Воронежской области среднегодовое поголовье коров в 2017 г. увеличилось на 37% по сравнению с 2009 г., было произведено 224,1 кг молока на человека, что почти на 19,2% больше уровня производства 1998 г. В 2015–2017 гг. ценовая ситуация на рынке сырьевого молока в целом характеризовалась ростом цен, что соответствует тенденциям мирового рынка. Определены особенности и выявлены причины наличия диспропорций в распределении экономических результатов деятельности между участниками продовольственной цепи на рынке молока: сельскохозяйственный товаропроизводитель – переработчик – торговля. Для устранения выявленных диспропорций предлагается снижение уровня розничной цены на готовую молочную продукцию за счет сокращения неоправданных доходов в сфере розничной торговли, заготовки и переработки. Рассматривается концепция «ценового эталона», согласно которой цена на сельскохозяйственное сырье и продукты переработки должна формироваться исходя из их энергетической ценности. Приводятся расчеты цен на молочную продукцию на основе данной концепции. Сделан вывод о том, что на современном этапе развития социально-экономических отношений использование данного подхода недостаточно оправдано, так как он включает субъективные факторы ценообразования, часто оказывающие решающее влияние.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ценообразование, рынок молока, молочно-продуктовый подкомплекс, ценовой паритет, ценовой эталон.

## DAIRY PRODUCTS MARKET PRICING PRACTICES: COMMON PROBLEMS AND SOLUTIONS

Roman P. Belolipov  
Svetlana N. Konovalova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

It is the purpose of the studies to analyze and identify problems in milk and dairy products market pricing practices in Russia in general and in Voronezh Oblast in particular. The authors considered the last changes in a dairy-food subcomplex; analyzed problems and milk market development trends; provided data confirming positive trends in dairy cattle husbandry. It is shown that in Voronezh Oblast annual average cow population increased by 37% in 2017 compared to 2009. In 2017, the dairy sector produced 224.1 kg of milk per person that is almost by 19.2% more than the level of production in 1998. In 2015–2017, raw milk market pricing was generally characterized by an increase in prices that corresponded to world market trends. The authors defined features and causes of occurrence of imbalances in economic performance distribution between the participants of a food chain: agricultural producer – milk processor – seller. To eliminate these imbalances it is offered to reduce the level of retail prices for finished dairy products by lowering unjustifiable income in the field of retail trade, procurement and processing. The authors also considered the concept of «price standard» according to which the prices for agricultural raw materials and processed products should be formed on the basis of their energy value; calculated prices for dairy products on the basis of the concept under discussion; drew the conclusion that at the present stage of development of social and economic relations application of this approach is not sufficiently justified because it excludes judgmental pricing factors often determining overwhelming influence.

**KEYWORDS:** pricing, milk market, dairy-food subcomplex, price parity, price standard.

**В** современных условиях глобализации экономики формируются новые требования к предприятию как к социально-экономической системе. Успех предприятия зависит от способности адаптироваться к изменениям во внешней среде, изменять структуру бизнеса, обоснованно подходить к разработке стратегии развития, в том числе принимать стратегические решения в сфере ценообразования.

Глобальные изменения, происходящие в мировой экономике, продолжают. Рост численности населения планеты и научно-технический прогресс привели к ускорению истощения ресурсов планеты (уголь, нефть, газ, лес и пр.).

Попытки цивилизованного решения проблемы дефицита сырья, необходимого для удовлетворения растущих нужд и потребностей отдельных государств и мирового сообщества, предпринимаются постоянно. Экономическая наука за прошедшее столетие сформировала новые концепции и инструменты управления социально-экономическими отношениями в условиях рыночной экономики. Несмотря на это, вопросы обеспечения населения продуктами питания, а перерабатывающей промышленности – сырьем не решены в полном объеме.

Человечество уже сталкивалось с данной проблемой. Так, после Второй мировой войны ввиду нехватки сельскохозяйственного сырья, в СССР, странах Европы и даже США действовала карточная система распределения продуктов питания, то есть вводились социальные нормы потребления продуктов питания, необходимых человеку для поддержания жизненных функций. При этом, естественно, учитывалась энергетическая ценность продуктов (хлеб, молоко, яйца, мясо и пр.), а также цена производства. Таким образом, приоритет отдавался не количеству, а качеству продуктов питания и их полезности, ценности.

Многие ученые склоняются к мысли, что решение проблемы продовольственной безопасности заключается в использовании рыночных механизмов, в том числе в области ценообразования [4, 7].

В настоящее время по-прежнему классическими являются определения цены, основанные на затратном подходе:

- цена – денежное выражение стоимости;
- цена – себестоимость плюс прибыль.

Сложность цены и ценообразования заключается в том, что цена – категория конъюнктурная, связанная с экономическими, политическими, психологическими, социальными факторами. Влияние этих факторов на развитие рынка различно, оно постоянно меняется. С одной стороны, цена определяется фактором затрат, а с другой – ее уровень может зависеть от психологии поведения покупателей.

Мы рассмотрели проблемы ценообразования на примере рынка молока и молочной продукции, так как отрасль молочного животноводства является стратегически важным звеном агропромышленного сектора, от которой зависит благосостояние народа. Определяющими факторами развития данной отрасли являются плотность и платежеспособность населения, формы организации производства, конкуренция, состояние сырьевой базы предприятий отрасли.

Современные предприятия молочной отрасли функционируют в условиях конкурентного рынка и являются взаимозависимыми. Развитие рынка молока и молочной продукции зависит от цены на молочную продукцию и платежеспособности населения, формируется под влиянием спроса и предложения с учетом сезонности производства и потребления продукции [10]. Ситуация, которая сложилась сегодня на рынке молока в РФ, характеризуется противоречивыми показателями.

В 2017 г. в России в хозяйствах всех категорий было произведено 110,2 кг молока на человека, что на 1,3% больше уровня 1998 г. Вместе с тем в России сложились регионы насыщенного молочного производства, которые характеризуются не только высокими показателями продуктивности, но и быстрыми темпами роста объемов производства. Так, в 2017 г. в Воронежской области в молочном секторе было произведено 224,1 кг молока на человека, что почти на 19,2% больше уровня производства 1998 г.

Из данных статистики следует, что в настоящее время происходит внутренняя перестройка производственной структуры и реализации молока. С 1998 по 2017 г. поголовье коров в РФ сократилось в 2,4 раза – с 7,6 до 3,0 млн гол. Анализ статистиче-

ских данных (табл. 1) показал, что поголовье коров в Воронежской области в период с 1998 по 2017 г. сократилось в 2,4 раза. Большинство сельхозпредприятий в Российской Федерации, занимающихся производством молока, имеют небольшие фермы с поголовьем от 150 до 250 коров. Процесс ликвидации молочного животноводства в небольших сельскохозяйственных предприятиях продолжается. Однако в последние годы с появлением новых инвестиционных проектов в молочном животноводстве темпы сокращения поголовья молочного стада снизились. В 2009 г. на фоне роста цен на молоко-сырье отрицательная динамика в численности молочного стада была остановлена. Так, в Воронежской области среднегодовое поголовье коров в 2017 г. по сравнению с 2009 г. увеличилось на 37% и составило 100 596 гол. [8].

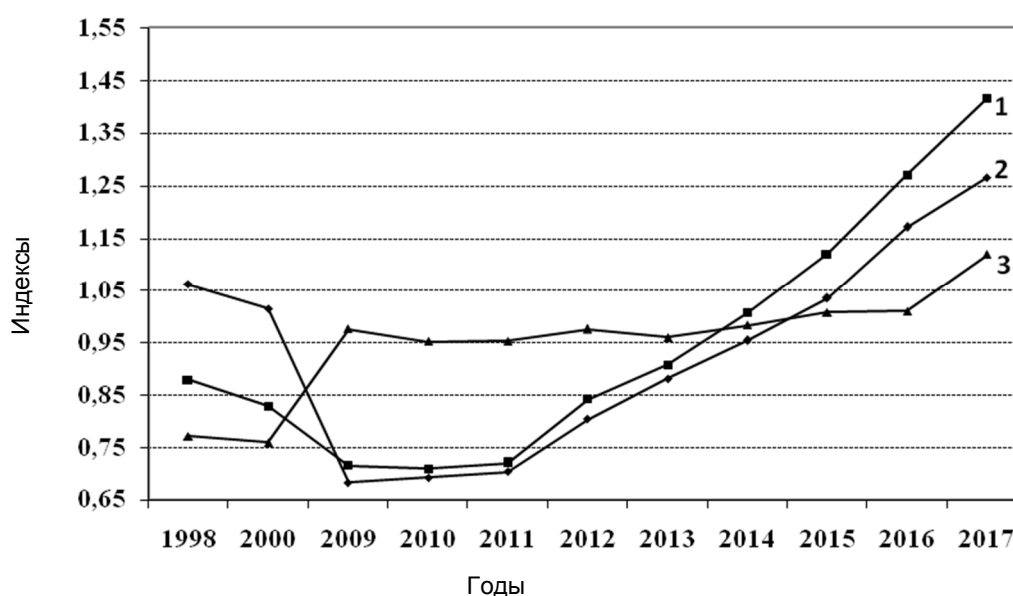
**Таблица 1. Динамика продуктивности, поголовья коров и валового производства молока в Воронежской области**

Показатели	1998 г.	2009 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2017 г. в % к 1998 г.
Среднегодовое поголовье, гол.	242 383	73 608	94 816	98 296	100 596	41,5
Средняя продуктивность, кг/сут.	5,25	11,35	15,91	17,08	17,75	Рост в 3,4 раза
Валовой надой, т /сутки	1272,5	835,3	1266,58	1432,98	1548,88	121,7

Источник: [1].

На фоне увеличения поголовья коров происходит рост продуктивности молочного стада. Интенсификация производства в молочной отрасли увеличилась. Реализация приоритетного национального проекта способствовала появлению современных молочных ферм, которые вышли на высокий уровень продуктивности – 6000 кг в год. В Воронежской области более чем в 3 раза выросла средняя продуктивность коров. В результате наблюдающаяся тенденция увеличения продуктивности создала условия для повышения производства молока. Валовое производство молока в 2017 г. увеличилось на 21,7%.

На основе проведенного анализа молочной отрасли и современных тенденций ее развития можно отметить, что инновации в области производства и конъюнктурные изменения на рынке молока предопределили тенденции структуры баланса и динамики реализации молока (рис.1).



Источник: [2].

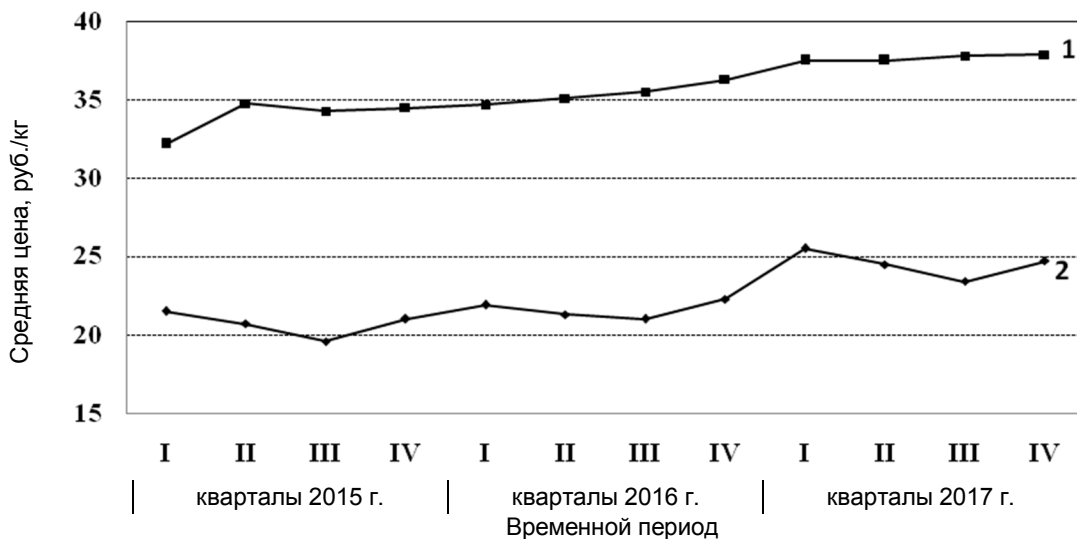
**Рис. 1. Динамика среднесуточных темпов роста производства, сбыта и товарности молока в Воронежской области в 1998–2017 гг.:  
1 – объем сбыта; 2 – валовой надой; 3 – товарность**

Данные рисунка 1 показывают, что в период 2009–2017 гг. темпы роста сбыта молока опережали темпы роста валового производства. Следствием стало увеличение темпов роста товарности молока. В 2017 г. суточная товарность молока по сравнению с 1998 г. увеличилась на 27% и составляла более 100%. Данная динамика свидетельствует об изменении структуры баланса молока в сторону роста его сбыта на сырьевом молочном рынке. В период 2009–2017 гг. внутригодовые колебания товарности молока составили 95–104%.

Однако поголовье коров только начинает стабилизироваться, но еще далеко отстает от уровня предыдущих лет. Это свидетельствует о недостаточной экономической мотивированности сельскохозяйственных предприятий расширять производство сырьевого молока. Поэтому мы поддерживаем мнение ученых, которые считают, что едва ли не главной причиной является несовершенный механизм ценообразования и неэквивалентное распределение доходов между субъектами маркетинговой цепи: производитель – переработчик – торговля [6].

Значительная часть проблем молочно-продуктового подкомплекса находится вне сельскохозяйственного производства, а именно – на пути продвижения продукции от производителя сырья к конечному потребителю. В поиске лучших рынков сбыта сельскохозяйственные предприятия реализуют молоко по разным каналам: перерабатывающим предприятиям, на продовольственных рынках, через собственные магазины и тому подобное [5].

Ценовая ситуация на рынке сырьевого молока в целом характеризуется ростом цен в 2015–2017 гг., что соответствует тенденциям мирового рынка (рис. 2).



Источник: [9].

Рис. 2. Динамика средних цен на молоко в Российской Федерации:  
1 – молоко питьевое; 2 – сырое молоко

Для обеспечения высоких производственных показателей и конкурентных потребительских цен важно, чтобы все участники ценовой цепи (сельскохозяйственный товаропроизводитель, перерабатывающее предприятие, розничная торговля) получали экономически оправданную прибыль на вложенный капитал. Специфика же производственного процесса продуктов питания заключается в том, что в начале ценовой цепи сельскохозяйственный товаропроизводитель находится под давлением перерабатывающей отрасли, а последняя, в свою очередь, испытывает давление розничной торговли.

Предприятия перерабатывающей отрасли и розничной торговли – более концентрированные по сравнению с сельскохозяйственными предприятиями, и процессы кон-

солидации их активов набирают все большие обороты. Торговые сети выступают главным игроком и бесспорным диктатором правил игры в продовольственных цепях. При таких условиях важно отслеживать долю сельскохозяйственного производителя в структуре розничной цены на продовольствие с целью поддержания его на должном уровне и обеспечения ему как важному участнику агропродовольственной цепи надлежащего уровня прибыли на вложенный капитал.

Для выявления проблем молочно-продуктового подкомплекса нами проанализировано распределение доходов между участниками продовольственной цепи: сельскохозяйственный товаропроизводитель – переработчик – торговля. Анализ показал, что доля перерабатывающих предприятий и посреднических организаций в структуре розничной цены на молоко находится – на уровне 44,6%.

Самым влиятельным участником продовольственной цепи является торговля, которая получает весомую долю розничной цены молока – 13,2%, и ее услуги по доведению этой продукции до потребителя обходятся последним довольно дорого. Находясь на конце цепи, ближе к потребителю, именно розничная торговля диктует цены, устанавливает объем продукции (учитывая спрос), который могут поставлять на рынок предыдущие звенья – перерабатывающая отрасль и сельское хозяйство.

Сельскохозяйственные товаропроизводители, находящиеся в самом начале ценовой цепи, имеют меньше рычагов коммерческого влияния на другие его звенья и из-за значительной распыленности производства больше всего нуждаются в консолидации их действий и поддержке государства.

Результаты проведенного анализа уровня и структуры розничной цены на молоко в Российской Федерации и, в частности, доли сельского хозяйства в ней, свидетельствуют о наличии диспропорции в распределении экономических результатов деятельности между участниками продовольственной цепи на рынке молока. Очевидно, что часть доходов при производстве готовой молочной продукции неоправданно присваивается такими участниками ценовой цепи, как перекупщик (заготовитель), перерабатывающее и торговое предприятия и т. д.

Ценовой паритет, эквивалентность обмена между сельским хозяйством и промышленностью является предметом постоянного внимания государства в экономически развитых странах. Система ценообразования этих стран предусматривает оперативный мониторинг динамики цен на средства производства, расходов и доходов в сельском хозяйстве, цен на конечную продукцию. В США информация о доле сельского хозяйства в структуре розничной цены отдельных видов продукции отслеживается и ежемесячно публикуется на сайте Министерства сельского хозяйства США (USDA). Принимаются меры по поддержке фермерских цен на молоко [3].

Повышение доли сельского хозяйства в структуре розничной цены возможно за счет повышения закупочной цены на сырьевое молоко для сельскохозяйственных предприятий. Однако в условиях экономического кризиса и ограниченности спроса населения возможен и другой путь – снижение уровня розничной цены на готовую молочную продукцию, и в частности молоко пастеризованное, учитывая еще и то, что речь идет о социально значимом продукте. Это способствовало бы активизации спроса на молочную продукцию, повышению ее конкурентоспособности.

Снижение конечной цены на молоко возможно за счет двух источников: снижения себестоимости и обеспечения более справедливого распределения экономических результатов деятельности между участниками продовольственной цепи как заинтересованными в общем деле партнерами. Субъекты формирования ценовой цепи должны критически оценить уровень собственных расходов с целью их снижения. Считаем, что уже сегодня экономически оправданным является снижение розничных цен на молоко за счет сокращения неоправданных доходов в сфере розничной торговли, заготовки и переработки.

Проблема установления цены на продукты питания является одной из самых острых ввиду их социальной значимости. В современном ценообразовании существует множество подходов, причем пропорция между теоретическими и практическими вопросами складывается в пользу последних.

На наш взгляд, особый интерес вызывает концепция «ценового эталона», которая призвана создать условия для регулирования ценовых пропорций на сырье и продукты питания. Данный подход к ценообразованию развивается с начала 90-х годов XX века. Согласно ему цена на сельскохозяйственное сырье и продукты переработки должна формироваться исходя из их энергетической ценности, то есть количества калорий в единице продукта. При этом остаются открытыми, какой вид сырья и какая величина расценки за 1 калорию будут взяты в качестве эталона.

На этот счет существуют две основные точки зрения, единые в том, что нужен ценовой эталон или целевая цена. Различия же проявляются в том, что первая точка зрения указывает на то, что ведущей отраслью сельского хозяйства является зерновое производство, и, следовательно, за эталон принимается цена продовольственной пшеницы, вторая точка зрения привязывает ценообразование к самостоятельным продуктовым сегментам (зерновому, свеклосахарному, масличному молочному, мясному и т. д.).

Итак, рассмотрим первый подход, где ценообразование строится на единой для всех продуктов переработки эталонной цене (табл. 2). В качестве объектов исследования были выбраны крупы зерновых культур, имеющие минимальную цену, и молочные продукты компании ПАО Молочный комбинат «Воронежский».

**Таблица 2. Показатели расчета цены на основе подхода, при котором за эталон принимается цена продовольственной пшеницы**

Продукты	Жирность, %	Фактические параметры			Расчетные параметры руб./100 г	Отклонение	
		ккал/ 100 г	руб./ 100 г	руб./ 1 ккал		(+, -)	%
Крупа пшеничная	-	343	4,0	0,012	4,00	-	-
Крупа рисовая	-	330	2,50	0,008	3,85	+1,35	53,9
Крупа гречневая	-	313	2,5	0,008	3,65	+1,1	43,5
Крупа кукурузная	-	330	3,3	0,010	3,85	+0,6	17,1
Крупа пшено	-	347	2,3	0,007	4,05	+1,7	73,4
Крупа манная	-	320	3,5	0,011	3,73	+0,2	6,6
Молоко	2,5	55	5,0	0,091	0,64	-4,4	12,8
Масло сливочное	72,5	662	50,0	0,076	7,72	-42,3	-84,6
Масло сливочное	82,5	748	70,5	0,09	8,72	-61,8	-87,6
Творог	0,9	157	31,7	0,20	1,83	-29,9	-94,2
Сырок ванильный	16	337,9	67,5	0,20	3,94	-63,6	-94,2
Сметана	20	204	22,3	0,11	2,38	-20,0	-89,3
Сметана	15	160	19,0	0,12	1,87	-17,1	-90,2
Кефир	1	36	6,6	0,18	0,42	-6,2	-93,6
Кефир	3,2	56	6,7	0,12	0,65	-6,0	-90,3
Сыр «Калачеевский»	45	353	52,5	0,15	4,12	-48,4	-92,2

В таблице 2 приведены данные о содержании калорий в 100 г продуктов, цене 100 г продуктов, цене 1 ккал. Анализ показал, что указанные параметры продуктов различаются, в том числе и цена 1 ккал. Так, цена 1 ккал крупяных в среднем составила 1 коп., масла сливочного жирностью 82,5% – 9 коп., сыра 45% – 15 коп., творога 0,9% – 20 коп., сметаны 20% – 11 коп. Полученные данные указывают на диспаритет и несопоставимость цен на продукты переработки разных отраслевых подкомплексов. Расчетные параметры цен также свидетельствуют о диспропорции цен. В частности, мо-

лочные продукты, связанные с более глубокой переработкой, имея более низкую энергетическую ценность, становятся экономически невыгодными.

Далее, рассмотрим второй подход к ценообразованию на примере молочных продуктов (табл. 3). В качестве объекта исследования произвольно выбраны молочные продукты компании ПАО Молочный комбинат «Воронежский».

В таблице 3 приведены данные о содержании калорий в 100 г молочных продуктов, цене 100 г продуктов, цене 1 ккал. Как ранее отмечалось, указанные параметры молочных продуктов различаются, в том числе цена 1 ккал. В частности, цена 1 ккал масла сливочного жирностью 82,5% составила 9 коп., сыра 45% – 14 коп., творога 0,9% – 20 коп., сметаны 20% – 10 коп. и т.д.

**Таблица 3. Показатели расчета цены на основе подхода, при котором за эталон принимается цена молока**

Продукты	Жирность, %	Фактические параметры			Расчетные параметры руб./100 г	Отклонение	
		ккал/100 г	руб./100 г	руб./1 ккал		(+, -)	%
Молоко	2,5	55	5,0	0,09	5	-	-
Масло сливочное	72,5	662	50,0	0,07	60,18	+10,2	+20,4
Масло сливочное	82,5	748	70,5	0,09	68	-2,5	-3,5
Сыр «Калачеевский»	45	353	52,5	0,14	32,09	-20,4	-38,9
Творог	0,9	157	31,7	0,20	14,27	-17,5	-55,0
Ряженка	4	64,8	9,4	0,14	5,89	-3,6	-37,6
Сырок ванильный	16	337,9	67,5	0,19	30,71	-36,8	-54,5
Сметана	20	204	22,3	0,10	18,54	-3,8	-17,0
Сметана	15	160	19,0	0,11	14,54	-4,5	-23,4
Кефир	1	36	6,6	0,18	3,27	-3,3	-50,4
Кефир	3,2	56	6,7	0,11	5,09	-1,6	-24,0

Наблюдается закономерность: чем ниже энергетическая ценность, тем выше цена на 1 калории. Переработчики используют стратегию перераспределения издержек между ассортиментными группами в целях стимулирования спроса на более затратные продукты (масло, сыр). Очевидно, что цена молочной продукции, произведенной с применением новейших технологий, не имеет связи с энергетической ценностью продуктов переработки.

С точки зрения конечных потребителей продукции цена производства продуктов-концентратов (масло сливочное, сыр, сметана, кефир и пр.) не имеет значения. Главное – это полезность (энергетическая ценность) продукта, которая соотносится с базовым продуктом переработки – молоком.

В качестве эталона было выбрано молоко компании ООО «ЭкоНиваАгро» производимое под маркой «Академия Молочных Наук» жирностью 2,5%, так как оно имеет самую низкую цену 50 руб./л с учетом затрат на переработку.

Расчетные параметры цены 100 г молочных продуктов с учетом эталонной целевой цены 1 ккал показали, что при данном подходе цена на продукты должна быть значительно ниже. В частности, по сыру – на 38%, творогу – на 55%, сметане – на 17%, маслу – на 3,5%.

В условиях социально-экономического кризиса конечным потребителям выгодна низкая цена общественного производства, а рынку – оптимальная цена, которая, как правило, выше.

На современном этапе развития социально-экономических отношений рассмотренный подход недостаточно оправдан, так как он исключает субъективные факторы ценообразования, часто оказывающие решающее влияние. Изменение уровня, структу-



ры одного вида цен влечет изменение других видов цен, что обусловлено взаимосвязью элементов социально-экономической среды предприятий.

Таким образом, с учетом значительной степени неопределенности конъюнктуры отечественного рынка молочных продуктов стратегия ценообразования должна быть гибкой, приспособленной к изменениям рыночной конъюнктуры, что позволит быстро вносить изменения в товарный ассортимент и ценовую политику, предвидеть последствия этих мер, их влияние на финансовые показатели деятельности предприятия, оценивать уровень конкурентоспособности предприятия, а также принимать стратегические решения в соответствии с изменениями рыночной ситуации, формировать современную систему отношений между производителем и потребителем.

### Библиографический список

1. Воронежская область в цифрах. 2018 : статистический сборник. – Воронеж : Воронежстат, 2018. – 84 с.
2. Воронежский статистический ежегодник. 2018 : статистический сборник. – Воронеж : Воронежстат, 2018. – 336 с.
3. Закшевский В.Г. Финансовые отношения в АПК региона / В.Г. Закшевский, А.О. Пашута, Н.К. Котелевская. – Воронеж : ФГБНУ НИИЭО АПК ЦЧР РФ, 2017. – 157 с.
4. Леонова Н.В. Теоретические основы экономической эффективности производства / Н.В. Леонова // Современные организационно-экономические проблемы развития АПК : материалы науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня создания кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК Воронежского ГАУ. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 99–102.
5. Медеяева З.П. Взаимозависимость сельхозтоваропроизводителей и предприятий пищевой промышленности в логистической системе АПК / З.П. Медеяева, С.М. Ляшко, С.А. Голикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (52). – С. 175–181.
6. Печеневский В.Ф. Методика прогнозирования спроса и потребления продовольственных товаров в регионе на среднесрочную перспективу / В.Ф. Печеневский, В.С. Филонов // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 3. – С. 32–39.
7. Попкова Е.В. Стратегическое планирование как фактор обеспечения экономической безопасности / Е.В. Попкова, О.И. Кучеренко // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения : материалы 7-й Международной науч.-практ. конф. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2017. – С. 235–239.
8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018 : статистический сборник. – Москва : Росстат, 2018. – 1162 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2018 : статистический сборник. – Москва : ИИЦ «Статистика России», 2018. – С. 147.
10. Терновых К.С. Состояние и тенденции развития отрасли молочного скотоводства в России / К.С. Терновых, Ю.А. Пименов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51). – С. 179–186.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

#### Принадлежность к организации

Роман Павлович Белолипов – 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: rom-bp@yandex.ru.

Светлана Николаевна Коновалова – 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: ksn.2011@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 22.07.2019

Дата принятия к печати 30.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Roman P. Belolipov, 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: rom-bp@yandex.ru.

Svetlana N. Konovalova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: ksn.2011@yandex.ru.

Received July 22, 2019

Accepted August 30, 2019

---

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА И КОНТРОЛЛИНГА**

---

**Аминат Хабибуллаевна Ибрагимова**

Дагестанский государственный университет народного хозяйства

Объектом исследования являются системы стратегического управленческого учета и контроллинга. Цель данной работы состоит в обосновании создания и развития информационно-учетной системы, призванной решать вопросы стратегического управления в условиях цифровизации экономики. Проведенное теоретическое исследование сущности стратегического управленческого учета и контроллинга, а также сравнительный анализ различных трактовок позволили выявить не только их схожесть, но и определенные различия анализируемых концепций. Сделан вывод, что в историческом аспекте существуют различия в причинах и времени возникновения данных концепций, обосновывающие применение той или иной системы для принятия стратегических управленческих решений. Установлено, что контроллинг формирует и обосновывает рекомендации о внесении необходимых изменений стратегических и текущих планов в соответствии с неустойчивыми условиями, с внедрением новых средств и приемов анализа и бюджетирования. Финансовый результат отдельных подразделений и их ориентированность на успех в стратегической перспективе являются платформой стратегического управленческого учета, обеспечивающего менеджмент текущей внутренней и внешней информацией. В качестве альтернативы предложено создание компьютерной информационной программы, базирующейся на массиве информации, требующей хранения, структуризации и преобразования, в нормативном, технологическом и финансовом аспектах, для любого уровня управления с целью принятия стратегических решений. Таким образом, система контроллинга со встроенной системой стратегического управленческого учета будет выглядеть как учетно-аналитическая система информационного обеспечения реализации стратегии компании и принятия стратегических решений. При этом контроллинг, имея информационную направленность поддержки стратегических решений, прогнозирования и организации контроля, выходит за рамки учета.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** управленческий учет, менеджмент, стратегические решения, контроллинг, информационная система, стратегия, ресурсы, концепция.

## **INFORMATION DATABASE OF STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING AND CONTROLLING**

**Aminat Kh. Ibragimova**

Dagestan State University of National Economy

The investigation is concerned with the system of strategic management accounting and controlling and is designed to substantiate the creation and development of information and accounting system aimed at solving the issues of strategic management in the conditions of digitalization of the economy. Based on the theoretical study of the essence of strategic management accounting and controlling, as well as on the comparative analysis of different interpretations the author reveals not only their similarity, but also certain differences in the concepts. The author comes to the conclusion that from a historical viewpoint there are differences in the causes and terms of occurrence of these concepts, justifying the use of one or another system for strategic management decision making. It is established that controlling forms and justifies recommendations on making necessary changes in the strategic and current plans in accordance with unstable conditions, with the introduction of new tools and techniques of analysis and budgeting. The financial performance of individual units and their focus on success in the strategic perspective is a platform of strategic management accounting providing management of current internal and external data. As an alternative, it is proposed to create a computer information program based on an array of information that is in need of storage, structuring and transformation in statutory, technological and financial aspects for any level of management in order to make strategic decisions. Thus, the controlling system with a built-in strategic management accounting system appears to be similar to an accounting and analytical system of information support for the implementation of the company's strategy and strategic decision-making. Whereas, the controlling with information orientation of strategic decisions support, forecasting and inspection arrangement, is beyond the scope of accounting.

**KEYWORDS:** management accounting, management, strategic decisions, controlling, information system, strategy, resources, concept.

Стратегический менеджмент нуждается в стратегическом учете, выражающемся в непрерывном процессе анализа, планирования и контроля, что обеспечивается массивом разнообразной информации.

Выбор и использование различных методов стратегического управленческого учета в стратегиях являются стремлением компаний развивать свои конкурентные позиции в конкурентной борьбе [17, с. 7].

Пристальное внимание к задачам стратегической направленности и необходимость информационного обеспечения принятия решений стоят у истоков стратегического управленческого учета. Решение задач, посредством которых реализуется избранная стратегия, является новой научной концепцией, возникшей к концу XX в.

Е.Ю. Воронова выражает мнение, что стратегический учет располагает возможностями для предоставления следующей информации:

- информации о цепочке создания стоимости;
- информации, связанной с покупателями;
- информации, связанной с конкурентами [1, с. 26].

Хозяйствующие субъекты проявляют заинтересованность в большей степени к стратегической активности, чем оперативным проектам, что в значительной степени зависит от повышенного внимания к ним со стороны высшего менеджмента.

По мнению К. Друри, стратегический управленческий учет снабжает информацией о перспективности рынка имеющихся продуктов, об их жизненных циклах и наборе [2].

К. Симмондз, рассматривая стратегический управленческий учет как один из способов анализа собственного бизнеса и бизнеса конкурентов, видит в его основе анализ данных управленческого учета о компании, ее конкурентах для использования при разработке и контроле за реализацией экономической стратегии, в особенности относительно уровня и тенденций в реальных затратах и ценах, объема, доли рынка, потока денежных средств и требуемой доли общих ресурсов фирмы [18].

Примерно такое же мнение выражает К. Уорд, видя в основе стратегического управленческого учета информацию управленческого учета в плоскости бизнес-стратегий, воплощения их в реальность, сравнения достигнутых финансовых результатов с конкурентами, контрагентами и клиентами [12].

Общим для приведенных определений является следующий вывод о стратегическом учете, что это информационная система (1), которая направлена на стратегические решения (2) и аккумулирует информацию о внутренней и внешней среде субъекта (3).

По мнению Я.Н. Куницыной, «цель стратегического учета определяется как процедура учетно-информационного обеспечения, поддержки принятия стратегических решений по отношению к конкурентам, поставщикам, потребителям, внешней среде функционирования» [7, с. 17]. Задачами стратегического учета в контексте достижения поставленной цели являются:

- 1) оценка финансового, производственного, кадрового потенциала;
- 2) анализ внутренней и внешней среды и конкурентных преимуществ;
- 3) стратегический анализ состава и структуры затрат во взаимной связи со стратегическими изменениями;
- 4) анализ преимуществ перед конкурентами по затратам, ценам, долям рынков, жизненных циклов продуктов и их цепочек ценностей.

Концепция контроллинга, став популярной в последние годы, превратилась в важное направление совершенствования системы планирования, учета, контроля и анализа деятельности.

Контроллинг в переводе с французского означает «реестр, проверочный список». Далее его «подхватили другие языки: английский (XVI в.) и немецкий (XVI–XVIII в.)» [11, с. 7].

Американские экономисты внесли большой вклад в развитие практики контроллинга, однако его теоретические истоки лежат в Европе [19].

Многие авторы в своих трудах характеризуют контроллинг как интенсивно развивающееся направление с определенной долей субъективизма. Так, рассуждая о методах контроллинга, А.А. Кораблева выражает мнение, что контроллинг использует эффективные и перспективные методы и технологии, аналогичные методам менеджмента. Следовательно, вместо набора «инструментов контроллинга» используется инструментарий современного планирования, управления и анализа [6, с. 155].

Зарубежные исследователи предлагают различные трактовки контроллинга. Так, П. Хорват подчеркивает информационную концепцию контроллинга, основанную на сервисной функции менеджмента как информационной платформы планирования, мониторинга, регулирования и контроля функционирования субъекта [14, с. 78]. С таким мнением согласны Д. Хан и Т. Райхман.

Координирующая концепция контроллинга ставится во главу угла Х.-Ю. Купером, Й. Вебером и Д. Шнайдером. Они рассматривают его как координатора управления субъектом под «единым управленческим зонтом» [16].

Учетная концепция контроллинга, приверженцами которой являются Р. Манн, Э. Майер и А. Дайле, выражается в использовании информации бухгалтерского учета о стоимостных показателях деятельности организации [9].

Отечественные исследователи А.М. Карминский, Н.И. Оленев, А.Г. Примаков рассматривают контроллинг как «концепцию управления и образ мышления» [4].

Контроллинг для других исследователей это либо «явление, а также направление экономической работы» [3, с. 6], либо философия и образ мышления [13, с. 10].

Таким образом, наблюдается последовательная эволюция концепций контроллинга: от учетной, информационной направленности к ориентации на управление (планирование, анализ, контроль, координация). В.И. Конюхов характеризует современное состояние контроллинга как «стадию становления концепции стратегической навигации, оптимизации интересов стейкхолдеров и «нового» контроллинга» [5, с. 55].

«Контроллинг интегрирует учет, планирование, контроль, анализ, мониторинг и информационное обеспечение в единую систему» [10, с. 17]. Каждая составляющая контроллинга может быть отражена через систему элементов, образуя следующие подсистемы контроллинга: методологию, структуру, процесс и технику.

Исследования показали, что под контроллингом следует понимать информационное обеспечение, ориентированное на результат управления субъектом в целях обеспечения стратегических целей и задач, создание методической базы таких составляющих, как планирование, учет, контроль и анализ, помогающих оценить ситуацию и принять стратегические решения. О.А. Лаенко и К.Е. Денисова подчеркивают емкость термина «контроллинг», включающего как учетные функции, так и функции управления процессом достижения стратегических целей [8, с. 232].

Говоря о контроллинге, Н.С. Нечухина и Н.А. Полозова отмечают, что:

во-первых, это управленческая подсистема, входящая в систему менеджмента;

во-вторых, она имеет две подсистемы (стратегический и оперативный контроллинг) со своими отдельными целями и задачами;

в-третьих, необходимы объединение и координация всех видов деятельности для достижения принятых стратегических и оперативных целей развития предприятия и его отдельных подразделений [10, с. 18].

Различие в понятиях «контроллинг» и «стратегический учет» весьма прозрачное. Оба понятия основываются на данных о внутренних и внешних средах, формируют информацию для стратегического управления, используют данные бухгалтерского и стратегического учета, требуют проведения анализа для целей принятия стратегических решений и последующего контроля за исполнением принятых решений. Однако при исследовании данных понятий можно сделать вывод, что стратегический учет больше основывается на учетных данных, чем контроллинг. Стратегический контроллинг развивался последовательно от долгосрочного планирования к стратегическому, от стратегического планирования к стратегическому управлению, от стратегического управления к стратегическому контроллингу [8, с. 236]. Сравнительный анализ причин возникновения стратегического управленческого учета и контроллинга и представлен в таблице.

**Сравнительный анализ причин и истории возникновения стратегического учета и контроллинга**

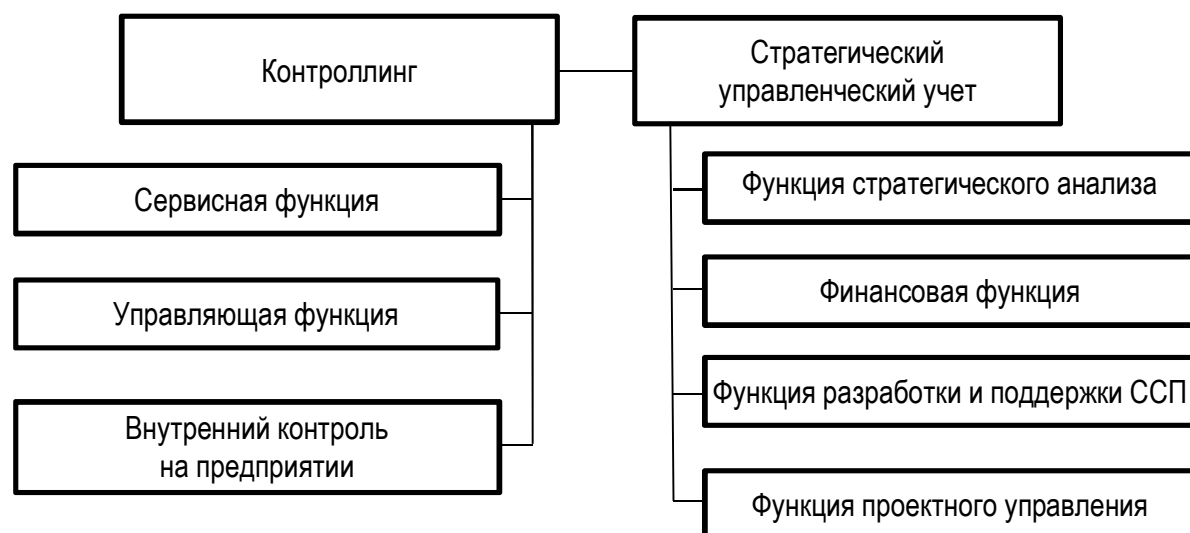
<b>Признаки</b>	<b>Контроллинг</b>	<b>Стратегический учет</b>
Причины возникновения	Истоки контроллинга лежат в области государственного управления и корнями уходят в средние века. Еще в XV в. при королевских дворах Англии и Франции существовала должность «контроллера», в обязанности которого входило документальное сопровождение и контроль денег и товаров, что можно считать первым признаком контроллинга.	Необходимость учетно-информационного обеспечения стратегических решений для реализации стратегии и возможной ее корректировки.
Этапы развития	1. XV в. – появление специалистов по контроллингу. 2. В 1880 г. в США должность контроллера введена в железнодорожной компании Atchison, Topeka and Santa Fe Railroad, а в 1892 г. – в компании General Electric. 3. 20-е годы XX в. – современный этап, характеризующийся широким развитием контроллинга.	Стратегический период управленческого учета с 1970-х гг.
Исследователи	П. Хорват, Х.Ю. Кюппер, Т. Райхман, Д. Хан, Х. Хунгенберг, Р. Манн, Э. Майер, Г. Пич, В. Ивлев, Е. Шевченко, А. Дайле, В.П. Воронин, Л.В. Попова, В.И. Ткач.	М. Друри, А. Дайле, В. Залевский, З. Канурна, А. Карминский, Я. Крупка, С. Николаева, В. Палий, С. Пушкар, Б. Райан, Я. Соколов, С. Суворов, К. Уорд, Н. Чумаченко, А. Шайкан, Л. Юрьева.

Проведенный анализ концепций контроллинга и стратегического учета показал, что они во многом схожи, однако в историческом аспекте существуют различия в причинах и времени возникновения данных концепций. Считается, что концепция контроллинга возникла на платформе государственного управления, по причине промышленного роста в США в конце XIX – начале XX вв.

На рисунке представлены функции контроллинга и стратегического учета.

Цели, стоящие перед организацией, определяют функции контроллинга и включают те виды управленческой деятельности, которые обеспечивают их достижение: учет, помощь в планировании, контроль планов, оценка бизнес-процессов, анализ причин отклонений и предложения по устранению причин отклонений (см. рис.). Все перечисленное в рамках контроллинга обеспечивает выполнение следующих функций:

- 1) снабжение управления необходимой информацией (сервисная);
- 2) принятие обоснованных решений (управляющая);
- 3) организация внутреннего контроля (контрольная).



**Функции контроллинга и стратегического управленческого учета**

Сервисная функция заключается в предоставлении информации системе контроллинга через подсистемы планирования, нормирования и учета.

Реализация управляющей функции контроллинга происходит с помощью выполнения анализа отклонений, также частных и общих финансовых результатов деятельности.

С помощью функции внутреннего контроля происходит контроль работы организации в целом и ее отдельных сегментов.

В общем виде стратегический управленческий учет выполняет четыре функции. Функции стратегического анализа приписывается подготовка учетной и аналитической информации. Функция разработки и поддержки ССП (Сбалансированная система показателей) – это инструмент стратегического управления, измеряющий и оценивающий эффективность деятельности, посредством набора показателей, позволяющих связать операционную деятельность со стратегией организации.

Финансовая функция являет собой долгосрочную финансовую парадигму, которая соединяет воедино долговременные прогнозы макроэкономических и рыночных показателей, стратегий и поведения конкурентов. Таким образом, в рамках стратегического управленческого учета оценивается влияние вероятных перемен в макроэкономике, финансовых параметров макросреды, политической ситуации на претворение в жизнь стратегии отдельных экономических субъектов.

Функция проектного управления базируется на предварительно разработанной комплексно-системной модели действий по достижению главной цели, позволяет экономить ресурсы, наращивать темпы роста в бизнесе, снижать издержки производства, повышать конкурентоспособность товаров и услуг. Проектное управление обеспечивает: 1) оценку рентабельности проекта; 2) планирование и расчет объемов работ по проекту, их стоимость; 3) учет количества измеряемых привлеченных ресурсов, участников и структурных подразделений; 4) организацию всех работ по проекту; 5) расчет и контроль требований к срокам проекта, бюджету реализации и качеству результатов [15, с. 299]. Поэтому функция проектного управления очень важна.

Исходя из рассмотренных нами функций контроллинга и стратегического учета мы видим, что между ними много общего. Различие выражается в том, что контроллинг формирует и обосновывает рекомендации о внесении необходимых изменений стратегических и текущих планов в соответствии с неустойчивыми условиями, также использование новых средств и приемов анализа и планирования. В стратегическом управлен-

ческом учете важно учесть финансовый результат отдельных подразделений и их ориентированность на успех в стратегической перспективе в условиях неопределенности и нестабильности рыночной среды. Его важной функцией является обеспечение менеджмента и отдельных служб текущей внутренней и внешней информацией.

Как известно, функции анализа и контроля невозможно выполнять без соответствующего информационного обеспечения. Одним из возможных путей развития, на взгляд автора, является такая концепция, в соответствии с которой информационной базой стратегического контроллинга должна стать система стратегического учета.

Для целей контроля и анализа деятельности любая организация создает информационное поле, где важным и определяющим обстоятельством является зависимость информации от стратегических целей, а следовательно, периодичность составления и степень аналитичности информации. В любой системе, будь то в системе контроллинга, либо стратегического управленческого учета, должна быть использована сжатая информация, что поможет сэкономить время и принять оперативное решение. Создание компьютерных информационных баз, отражающих большой массив информации, поможет решить эту проблему. Информационные потоки требуют хранения, структуризации и преобразования, после чего информация будет полезна для целей принятия стратегических управленческих решений.

Информация структурируется в нормативном, технологическом и финансовом аспектах для соответствующих уровней управления: низшего, среднего и высшего.

Таким образом, систему контроллинга со встроенной системой стратегического управленческого учета можно определить как интегрированную учетно-аналитическую систему информационного обеспечения стратегического управления институциональным субъектом, предназначенную для выработки и реализации стратегии и стратегических решений.

Контроллинг, имея информационную направленность поддержки стратегических решений, прогнозирования и организации контроля, выходит за рамки учета и ориентирован на:

- поставку учетной информации для стратегического управления;
- выполнение намеченных стратегических целей и задач;
- достижение наибольшей прибыли финансово-хозяйственной деятельности;
- наращивание конкурентных преимуществ.

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы. В некоторых исследованиях в качестве составных частей контроллинга указываются управленческий учет (в стратегическом аспекте), планирование и контроль, используемые в целях координации и разработки необходимых рекомендаций для принятия эффективных стратегических решений. Подобная трактовка, сужая понятие «стратегический учет», выделяя его наравне с другими самостоятельными функциями планирования и контроля, ограничивает область применения стратегического учета предоставлением необходимой информации для контроллинга. Очень часто в большинстве исследований контроллинг рассматривается как нечто целое, и не приводится анализ его содержательных и временных уровней функционирования. Было бы не совсем верно рассматривать контроллинг как нечто неразделимо целое, без разложения его на составные части, поскольку с учетом отмеченных факторов роль и место контроллинга в системе управления может существенно варьироваться, а его взаимосвязи с различными функциями управления (и стратегическим учетом) претерпевать значительные изменения. В современной парадигме понятие контроллинга эволюционировало от контрольной функции управления до его инструмента.

Существуют две альтернативные точки зрения относительно данного вопроса. Первая трактует термины «контроллинг» и «контроль», как отражающие одно и то же

явление, в то время как исследователи, придерживающиеся другого мнения, видят необходимость разграничения этих понятий. Первая точка зрения встречается среди специалистов в области управления, скептиков понятия «контроллинг», считающих что внедрение контроллинга усилит функцию контроля. Второе мнение сформировалось на почве предположения сторонников теории контроллинга о том, что он «может быть в неполной мере воспринят приверженцами классического менеджмента, которые будут не в состоянии усмотреть в нем нечто большее, чем просто контроль». Думается, что оба приведенных мнения экстремальны, необъективно показывают реальность и не являются собой логически обоснованной концепции.

Трактовка сущности контроллинга, включающей все функции управления, в свойственной ей специфической интерпретации, с выявлением причин и инициаторов отклонений, с ее влиянием на решение проблем, не является верной. Причина этого в том, что контроль фактически теряет свою сущность без выявления отклонений по отдельным бизнес-единицам и проведения план-фактного анализа показателей. Данное обстоятельство подтверждает, что эффективное управление невозможно обеспечить без соответствующей организационной структуры, с выделением бизнес-единиц, как необходимого условия организации эффективной системы контроллинга. Для устранения рассмотренных противоречий требуется изучение и понимание их сущности, а решение проблем требует целевого и рационального использования всех имеющихся ресурсов.

Цифровизация экономики, развитие компьютерных технологий обосновывают рост производства и потребления информации, приобретая все более информационно-ориентированный характер, что способствует созданию новых инструментов управления, реагирующих на новые требования к эффективному менеджменту. К таким инструментам в полной мере можно отнести контроллинг, который, несмотря на давние корни возникновения, довольно часто относят к новым. Платформой контроллинга считается желание гарантировать долговременную результативную жизнедеятельность и управление хозяйствующим субъектом.

Наряду с вышесказанным некоторые исследователи считают, что стратегический управленческий учет обеспечивает информацией принятие стратегических решений. Учет должен быть обращен в будущее, «ибо предвидеть – значит предупреждать». Авторское представление стратегического управленческого учета заключается в том, что его можно понимать как информационную технологию отождествления, систематизации и преобразования сведений о направлениях развития макро- и микросреды, позволяющую реально позиционировать возможности и риски реализации стратегии, принимать управленческие решения по ее оптимизации. Основными технологиями стратегического управленческого учета являются стратегический анализ, постановка целей, определение основной стратегии, бюджетирование, направленное на стратегию, формирование нефинансовой отчетности, постановка процедур контроля и мотивации персонала.

Институциональный субъект сам должен решить вопрос, как назвать систему, которую он создаст для решения вопросов стратегического управления в условиях цифровизации и глобализации экономики. Главная особенность системы (контроллинга или стратегического учета) заключается в построении стратегии не на рутинных процедурах, а на творческом подходе, поскольку на основе унифицированных рецептов создать систему, помогающую в стратегическом управлении, невозможно. Необходимы инструменты стратегического менеджмента, дающие возможность применить аналитические процедуры и приемы, обеспечивающие формирование релевантной информации для обоснования стратегических решений. Содержание любой системы, будь то контроллинг или стратегический учет, должно определяться целями управления. Успех деятельности хозяйствующих субъектов зависит от качества предоставленной информа-



ции, используемой менеджментом для составления долгосрочных планов, проведения анализа, процедур контроля, эффективного управления и своевременного принятия управленческих решений стратегического характера.

### Библиографический список

1. Воронова Е.Ю. Методы стратегического управленческого учета и стратегия развития компании / Е.Ю. Воронова // Аудитор. – 2019. – № 1. – С. 25–30.
2. Друри К. Управленческий и производственный учет : учебный комплекс для студентов вузов / К. Друри ; пер. с англ. 6-е изд. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 1423 с.
3. Контроллинг как инструмент управления предприятием / Е.А. Ананькина, С.В. Данилочкин, Н.Г. Данилочкина и др. ; под общ. ред. Н.Г. Данилочкиной. – Москва : ЮНИТИ, 2003. – 279 с.
4. Контроллинг в бизнесе. Методические и практические основы построения контроллинга в организациях / А.М. Карминский и др. ; под ред. А.М. Карминского. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 256 с.
5. Конюхов В.И. Путь инноваций в поисково-разведочных работах / В.И. Конюхов // Нефтегазовая вертикаль. – 2011. – № 09. – С. 80–84.
6. Кораблева А.А. Контроллинг на понятийном уровне: почему мы употребляем те или иные понятия и как определить, что такое «контроллинг» / А.А. Кораблева // Омский научный вестник. – 2004. – № 2 (27). – С. 154–158.
7. Куница Я.Н. Сущность стратегического учета как исследовательской категории / Я.Н. Куница // Международный бухгалтерский учет. – 2011. – № 32 (182). – С. 17–22.
8. Лаенко О.А. Стратегический контроллинг / О.А. Лаенко, К.Е. Денисова // Международный журнал социальных и гуманитарных наук. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 232–236.
9. Мицкевич А.А. Функциональные методы калькуляции полной себестоимости: основы ABC-costing / А.А. Мицкевич // Экономика и жизнь. – 2007. – № 07 (9169) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/58000/> (дата обращения: 15.03.2019).
10. Нечуехина Л.С. Контроллинг как инструмент управления в строительных холдингах / Л.С. Нечуехина, Н.А. Полозова // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 20 (218). – С. 17–23.
11. Смирнов С.А. Контроллинг : учебно-практическое пособие / С.А. Смирнов. – Москва : МЭСИ, 2001. – 197 с.
12. Уорд К. Стратегический управленческий учет / К. Уорд. – Москва : Олимп-Бизнес, 2002. – 448 с.
13. Фалько С.Г. Перспективы развития контроллинга / С.Г. Фалько, Р.А. Асадуллин // Контроллинг: технологии управления. – 2006. – № 3 (19). – С. 10–13.
14. Хорват П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием / П. Хорват // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – № 4. – С. 78–85.
15. Чурилов А.А. Понятие, роль и актуальность проектного управления в России / А.А. Чурилов // Молодой ученый. – 2013. – № 3. – С. 299–301.
16. Küpper H.-U. Controlling: Konzeption, Aufgaben und Instrumente / H.-U. Kupper. – 3, überarb. und erw. Aufl. – Stuttgart : Schaffer-Poeschel Verlag, 2001. – 559 s.
17. Novianty I. Strategic Management Accounting: Challenges in Accounting Practices / I. Novianty // Research Journal of Finance and Accounting. – 2015. – Vol. 6, No. 9. – P. 7–13.
18. Simmonds K. Strategic Management Accounting / K. Simmonds // Management Accounting (UK). – 1981. – Vol. 59 (4). – Pp. 26–29.
19. The New Palgrave: A Dictionary of Economics (first edition in 4 volumes) ; editors J. Eatwell, M. Milgate, P. Newman. – London : Macmillan, 1987. – Vol. 4. – 1044 p.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Аминат Хабибуллаевна Ибрагимова – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета ГАОУ ВО «Дагестанский государственный университет народного хозяйства», Россия, г. Махачкала, e-mail: a.h.ibragimova@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 19.07.2019

Дата принятия к печати 27.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Aminat Kh. Ibragimova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Accounting, Dagestan State University of National Economy, Russia, Makhachkala, e-mail: a.h.ibragimova@mail.ru.

Received July 19, 2019

Accepted August 27, 2019

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР НАЛОГОВОГО АНАЛИЗА

**Роман Викторович Нуждин<sup>1</sup>**  
**Лариса Викторовна Брянцева<sup>2</sup>**  
**Ирина Михайловна Подмолодина<sup>1</sup>**  
**Наталья Игоревна Пономарева<sup>1</sup>**  
**Марина Михайловна Пухова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий

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

Функционирование и развитие перерабатывающих организаций-налогоплательщиков АПК в изменчивой и малопредсказуемой среде требует обновления подходов к оценке их налоговой безопасности, в том числе – познания содержания методов и инструментов налогового анализа. Авторами изучен существующий порядок реализации процессов налогового менеджмента в перерабатывающих организациях АПК. Опираясь на диалектический методологический подход перехода количества в качество и принимая во внимание системную природу объекта анализа, разработана алгоритмизация аналитических процедур оценки налоговых отношений и их результатов применительно к перерабатывающим организациям АПК; обоснована необходимость использования преимуществ алгоритмизации в налоговом анализе; установлена связь между атрибутивными свойствами алгоритмов и наглядными возможностями использования графических блок-схем изложения процедур. Используя продекларированную целевую установку, разработан четырехстадийный алгоритм налогового анализа, учитывающий специфические особенности организаций АПК, перерабатывающих сырье, полученное из сферы сельскохозяйственного производства. Выявлена рекомендуемая последовательность алгоритмизации аналитических процедур налогового анализа, а именно: условия среды → итоги экономической деятельности → тенденции экономического состояния → налоговое бремя и нагрузка → отклонения налоговых обязательств. Рекомендованные процедурные стадии впервые системно охватывают весь процесс налоговых правоотношений и возникающих в связи с этим последствий – оценки налоговой безопасности экономической деятельности. Установлено, что предложенные методические процедуры налогового анализа дают перерабатывающим организациям АПК возможность превентивно планировать направления движения собственных оборотных средств, что является гарантом их налоговой безопасности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** налоговый анализ, налоговые обязательства, перерабатывающие организации АПК, налоговая нагрузка, алгоритмизация аналитических процедур.

## THEORETICAL ASPECTS OF ALGORITHMIZATION OF TAX ANALYSIS PROCEDURES

**Roman V. Nuzhdin<sup>1</sup>**  
**Larisa V. Bryantseva<sup>2</sup>**  
**Irina M. Podmolodina<sup>1</sup>**  
**Natalia I. Ponomareva<sup>1</sup>**  
**Marina M. Pukhova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies

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

The functioning and development of taxpaying processing organizations of the Agro-Industrial Complex (AIC) in modern volatile and hardly predictable environment require updating the approaches to assessing their tax security, including the knowledge of methods and tools of tax analysis. The authors have studied the existing procedure for implementing the tax management in the processing enterprises of the AIC. Based on the dialectical methodological approach of transformation of quantity into quality and taking into account the system nature of the object of analysis, the authors have developed an algorithmization of analytical procedures for assessing the tax relations and their results in the context of processing enterprises of the AIC. The necessity of using the advantages of algorithmization in tax analysis has been substantiated. A connection has been established between the attribute properties of algorithms and the

visual possibilities of using graphic flowcharts of the procedures. Using the declared setting of objectives the authors have developed a four-stage tax analysis algorithm, which takes into account the specific features of the enterprises that process raw materials obtained from agricultural production. The authors have also identified the recommended sequence of algorithmization of analytical procedures for tax analysis, namely: environmental conditions → economic performance → economic trends → tax burden and load → deviations of tax liabilities. For the first time the recommended procedural stages systematically cover the entire process of tax legal relations and consequences arising therefrom, i.e. the assessment of tax security of economic activities. It is established that the proposed methodological procedures for tax analysis give the processing enterprises of AIC an opportunity to preventively plan the directions of movement of their own working capital, which guarantees their tax security.

KEYWORDS: tax analysis, tax liabilities, Agro-Industrial Complex (AIC), processing enterprises, tax burden, algorithmization of analytical procedures.

**З**начимым процессом налогового управления является анализ отношений, складывающихся в ходе исчисления, учета и анализа налоговых обязательств. Перерабатывающие организации АПК ведут бизнес-деятельность в жестких условиях конкуренции и по этой причине с недостаточной доходностью [15]. Однако налоговые обязательства, обременяющие экономическую деятельность организаций и сокращающие возможности финансирования их основной деятельности, должны быть исполнены в надлежащем порядке. Между тем нормативная налоговая нагрузка на перерабатывающие организации АПК за последние годы резко возросла, опережая ее уровень по всем обрабатывающим производствам в 3 раза. Налоговый анализ как элемент системы менеджмента организаций является основным процессом управления налогообложением. Изучение существующего порядка реализации процессов налогового менеджмента в перерабатывающих организациях АПК, в частности сахарном, мясоперерабатывающем, молокоперерабатывающем производствах, дает основания говорить о том, что некоторые из них нуждаются в совершенствовании, поскольку:

- налоговое планирование включает лишь некоторые, не всегда достаточные мероприятия по оптимизации;
- существующие полезные и важные льготы по налогообложению используются не в полной мере;
- налоговые риски в необходимом объеме не определяются;
- налоговый анализ осуществляется довольно ограниченными средствами, ориентируясь на рекомендуемые фискальными органами методики.

Такое состояние системы налогового менеджмента может приводить к снижению уровня налоговой безопасности бизнеса.

Организации, постоянно и разноаспектно анализирующие свои налоговые обязательства и принимающие определенные меры по обеспечению их обоснованной оптимизации, получают возможность на этой основе выстраивать продуктивную экономическую деятельность, обеспечивая налоговые поступления в государственные бюджеты без возникновения препятствий для своего развития [7]. Поэтому существенность методов и инструментов налогового анализа в современных сложных и волатильных условиях возрастает и становится атрибутивным элементом системы налогового менеджмента перерабатывающих организаций АПК.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к анализу налоговых обязательств хозяйствующих субъектов в контексте:

- налогового планирования [18];
- оптимизации налогообложения [12];
- налогового риска [6];
- методологических и методических подходов к оценке налогового бремени и налоговой нагрузки организаций [3, 5, 9, 19, 20].

Особое значение приобретают аналитические процедуры в условиях, когда на итоги экономической деятельности перерабатывающих организаций-налогоплательщиков АПК оказывают влияние негативные факторы среды, особенно внешней и сопряженной.

Кроме того, пороговые значения налоговой нагрузки, устанавливаемые МФ РФ в целях анализа и контроля уровня системы налогообложения организаций пищевых производств, значительно превышают аналогичные величины показателей по другим видам экономической деятельности (см. табл.).

**Средняя налоговая нагрузка по отдельным видам экономической деятельности, %**

Виды экономической деятельности	Годы						Темпы изменения за период, %
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Всего, в том числе:	9,9	9,8	9,7	9,6	10,8	11,0	102,26
сельское хозяйство	2,9	3,4	3,5	3,5	4,3	4,1	99,19
обрабатывающие производства – всего	7,2	7,1	7,1	7,9	8,2	7,1	100,06
в том числе: производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	19,1	19,4	18,2	19,7	28,2	21,7	104,73

Перечисленные оценочные аспекты в разной степени затрагивают конкретные стороны обеспечения налоговой безопасности организаций, поэтому в составе технологии налогового анализа необходимо рассматривать методы и инструментарий, включающий в том числе алгоритмизацию процедур, их информационное и методическое сопровождение. При этом возникают определенные сложности при выборе методов, применяемых в конкретных аналитических процедурах, и инструментарного сопровождения.

Как утверждают Л.А. Горшкова, А.И. Рузанов и С.П. Салмин, чье мнение мы разделяем, на выбор методов, адекватных ситуации (в нашем случае это налоговый анализ), влияют следующие факторы:

- цель, глубина анализа;
- сущность проблемы, особенности объекта;
- разновидность и характер применяемой информации;
- требования к результатам;
- возможности выполнения расчетов и др. [5, с. 64].

В ходе выбора методов для решения конкретной аналитической задачи необходимо опираться на их объективную классификацию, иметь четкое представление о целесообразности использования конкретных методов, а также иметь детальное описание каждой конкретной процедуры.

Рассмотрим, какие аналитические методы используются в отечественной практике. При этом мы понимаем анализ, во-первых, как процесс управления, во-вторых, как средство познания причинно-следственных связей и, в-третьих, как средство идентификации уровня какого-либо явления и его соответствия целевому ориентиру.

Описывая аналитические методы, А.Н. Полозова и Л.В. Брянцева подразделяют их на следующие группы:

- 1) экономические;
- 2) экономико-статистические;
- 3) экономико-математические;
- 4) математические;
- 5) имитационные;
- 6) эвристические [14, с. 14].

Мы считаем, что для целей налогового анализа будет оправданным использование из приведенного выше списка таких методов, как:

- 1) сравнение, индексный, интегральный, параметрический;
- 2) средних величин, относительных величин, группировки;
- 3) матричный;
- 4) графический;
- 5) ситуационный;
- 6) ранжирование, балловый, экспертный.

Л.А. Горшкова, А.И. Рузанов, С.П. Салмин подразделяют аналитические методы на более укрупненные группы:

- 1) расчетные;
- 2) эвристические;
- 3) расчетно-эвристические [6].

Для целей налогового анализа, по нашему мнению, можно применить следующие (из предложенных авторами):

- 1) сравнение, моделирование, в т. ч. балансировки, цепных подстановок, абсолютных разниц, относительных разниц, интегрирования;
- 2) оценочные;
- 3) модулирование по заданному алгоритму [5, с. 64].

П.Л. Гарманюк предложил несколько иной, наоборот, более детализированный подход к классификации аналитических методов [4], выделив следующие:

- 1) традиционные;
- 2) неформализованные;
- 3) экспертные;
- 4) морфологические;
- 5) рейтинговые;
- 6) логическое моделирование;
- 7) факторные;
- 8) статистические.

В ходе налогового анализа из этого списка целесообразно использовать следующие методы:

- 1) свод, сравнение, абсолютных величин, графические;
- 3) экспертных оценок;
- 5) ранжирование;
- 6) выявление и оценка влияния факторов;
- 7) средних величин, относительных величин, группировки, графический, индексный и др. [4, с. 113].

А.А. Ситнов подразделяет методы на три большие группы:

- 1) общенаучные;
- 2) частнонаучные;
- 3) специальные.

Из приведенных А.А. Ситновым методов мы считаем возможным для целей налогового анализа использовать:

- 1) эксперимент, моделирование, наблюдение, абстрагирование;
- 2) структурирование [16, с. 16].

Существует еще один метод, который применяется редко, хотя его преимущества очевидны. Это метод ассоциаций, или ассоциативный аналитический метод. Данный метод применяется, как правило, с целью выявления бизнес-связей в отношении с поставщиками, покупателями, работниками, инвесторами, конкурентами, оказывающими или способными оказать влияние на организацию [19, с. 111]. Безусловно, что среди сторон,

причастных к бизнес-деятельности, будут находиться и налоговые службы как контролирующие организацию-налогоплательщика органы. В качестве применяемых подходов по этому методу могут быть интересными для целей налогового анализа такие, как поддержка ассоциативного правила, обеспечение его достоверности, улучшение.

Инструментарий налогового анализа – это обоснованная совокупность инструментов, то есть способов и приемов, применяемых аналитиком. Чтобы осуществить подбор необходимых для анализа системы налогообложения организаций способов, нужно в первую очередь разработать алгоритм аналитических процедур.

Наши последующие рассуждения об алгоритмизации опираются на известные и традиционно понимаемые категории, описываемые в работах И.В. Винокуровой [2], Л.В. Брянцевой [1], А.Н. Полозовой [13], И.В. Шамриной, Р.В. Нуждина [19] и др.

В ходе решения аналитических задач используются определенные правила, описывающие последовательность действий. Обычно такие правила представляют собой очередность определенных шагов, которые необходимо осуществить в заданном порядке. Кроме того, необходимо знать, что дано (начальный отправной момент) и что следует получить (искомый результат). Поэтому предписание, определяющее порядок выполнения действий для достижения поставленной цели, и есть алгоритм.

Алгоритм с позиции налогового анализа – это заранее заданное, четко сформулированное и понятное предписание совершить определенную последовательность действий для получения целевого результата за конечное число шагов.

Существует понятие «исполнитель алгоритма», то есть некоторая абстрактная или реальная система, способная выполнить действия, предписываемые алгоритмом [8]. Его, как правило, характеризуют: среда, элементарные действия, система команд, отказы. Среда – это место действия исполнителя, то есть положение исполнителя задается конкретным состоянием среды. Система команд предполагает, что каждый исполнитель должен выполнять команды только из некоторого строго заданного перечня, причем для каждой команды должны быть заданы условия применимости и описаны результаты выполнения команды. После вызова команды исполнитель совершает соответствующие элементарные действия в зависимости от содержания конкретной аналитической процедуры.

Основными свойствами алгоритмов, как нами установлено, являются следующие:

- понятность для выполнения, то есть аналитик должен понимать, как его выполнить;
- дискретность, означающая, что алгоритм должен представлять процесс решения задачи как последовательность доступных обоснованных шагов (этапов);
- определенность, предполагающая, что всякое правило алгоритма должно быть однозначным;
- результативность, подразумевающая, что за определенное число шагов алгоритм должен приводить к достижению целевого результата либо закончиться из-за невозможности получения решения;
- массовость, предусматривающая применимость для некоторого класса задач с различием только в части исходной информации.

Алгоритмы, как правило, представляют в следующих формах:

- 1) словесной;
- 2) графической;
- 3) программной [8].

Первый способ представляет собой описание последовательных этапов обработки информации письменно на естественном языке (русском). Словесное представление не получило широкого распространения, так как строго не формализовано, обладает многослойностью записей, а также допускает неоднозначность толкования отдельных положений.

Графический способ является более наглядным, так как в этом случае алгоритм изображается в виде последовательности взаимосвязанных между собой блоков, каждый из которых соответствует осуществлению одной или нескольких процедур и называется блок-схемой.

Для налогового анализа, как мы считаем, в силу существенной специфичности предмета его применения наибольшую полезность имеет графический метод, позволяющий наглядно структурировать аналитические процессы и, самое важное, показать иерархию смыслового содержания. Однако поскольку формулы в словесном или графическом способах могут быть громоздкими, то применяется программный способ, при этом алгоритм записывается на языке программирования.

Главным положительным свойством алгоритма, по нашему мнению, является то, что алгоритм заключается в последовательном исключении неизвестных, то есть каждый блок (этап) алгоритма посвящается решению определенной локальной задачи. Если задача не решена, необходимо осуществить возврат к какому-либо предыдущему блоку (этапу), и так, пока не будут последовательно решены все задачи и достигнута искомая цель, ради которой был составлен алгоритм.

Применительно к поставленной нами цели – описать процедуры налогового анализа в перерабатывающих организациях АПК – разработана специальная блок-схема алгоритма, состоящая из четырех взаимосвязанных стадий:

- 1) оценка параметров среды, в которой ведется экономическая деятельность;
- 2) оценка итогов и тенденций экономической деятельности;
- 3) оценка абсолютных и относительных показателей налоговых обязательств;
- 4) оценка отклонений налоговых обязательств;

Алгоритмизация аналитических процедур выполнена нами в следующей последовательности:

условия среды → итоги экономической деятельности → тенденции экономического состояния → налоговое бремя и нагрузка → отклонения налоговых обязательств.

Такой подход может быть оправдан, поскольку он дает возможность решить несколько важных задач по методологическому принципу: от общего к ключевому частному. При этом мы учитываем мнения таких специалистов-аналитиков, как А.Ю. Усанов [17], З.А. Круш, Ю.В. Ткачева [10], Л.В. Брянцева, А.Н. Полозова [14]. А.Ю. Усанов считает, что алгоритм аналитических процедур включает такие этапы, как сбор необходимой информации, оценка достоверности информации, обработка информации с составлением аналитических таблиц [17, с. 62]. Точка зрения автора явно тяготеет к информационной составляющей алгоритма, что заслуживает внимания. Однако этого явно недостаточно, поскольку автор не дает описания самих методик, включающих конкретные аналитические процедуры, а рассматривает далее методики различных видов анализа известных авторов – Р.С. Сайфуллина, Е.В. Негашева, А.Д. Шеремета, Л.В. Донцовой, И.Т. Балабанова, О.В. Ефимовой, В.В. Ковалева, Н.П. Любушина, Г.А. Савицкой и др., которые не уделяли внимания налоговому анализу.

Более предпочтительной является идея З.А. Круш и Ю.В. Ткачевой, которые предложили алгоритм диагностики финансовой несостоятельности, состоящий из шести этапов:

- 1) идентификация влияния внутренней и внешней среды;
- 2) определение системы индикаторов и показателей;
- 3) выявление признаков несостоятельности и критериев;
- 4) определение уровня финансовой состоятельности;
- 5) комплексная оценка финансового состояния;
- 6) отчет и диагноз [10, с. 70].

В данном алгоритме авторы явно учитывают налоговую составляющую, хотя прямо об этом не заявляли. Кроме того, мы считаем, что такой подход наиболее целесообразен для налогового анализа, поскольку авторский алгоритм включает изначальное изучение параметров среды, в которой организация осуществляет жизнедеятельность, затем на основе системного подхода предлагается выбирать соответствующие аналитические единицы.

А.Н. Полозова также придерживается мнения, что любые оценочные процедуры необходимо начинать с анализа факторов среды. Кроме того, автор связывает их с условиями, которые формируют тенденции экономического состояния, в том числе налоговую состоятельность организаций-налогоплательщиков [19, с. 52]. Иначе говоря, автор разграничивает понятия «факторы» и «условия», с чем мы согласны.

Таким образом, можно резюмировать:

1) функционирование и развитие перерабатывающих организаций-налогоплательщиков АПК в изменчивой и малопредсказуемой среде требует обновления подходов к оценке их налоговой безопасности, в том числе – познания содержания методов и инструментов налогового анализа;

2) сущность налогового анализа в организациях-налогоплательщиках АПК как элемента системы налогового менеджмента заключается в применении параметров, показателей и отклонений в соответствующем процедурном пространстве для изучения состояния субъекта хозяйствования как добросовестного налогоплательщика;

3) технология налогового анализа предусматривает наличие специального инструментария, включающего алгоритмизацию процедур, их информационно-методическое сопровождение; рекомендуемая блок-схема алгоритма технологических процедур налогового анализа обладает правом на существование, поскольку имеет сторонников с точки зрения методологического обоснования, соответствует основным требованиям, предъявляемым к алгоритмизации, и позволяет решать задачи, соответствующие искомой цели; в ходе осуществления процедур налогового анализа целесообразным является использование таких методов, как сравнение, интегральный, параметрический, индикативный, матричный, графический, ситуационный, ранжирования, балловый;

4) предложенные методические процедуры налогового анализа дают перерабатывающим организациям АПК возможность превентивно планировать направления движения собственных оборотных средств, что является гарантом их налоговой безопасности.

---

### Библиографический список

1. Брянцева Л.В. Системная методология технологических процедур сбалансированного управления развитием перерабатывающих организаций / Л.В. Брянцева // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. – 2008. – № 3 (22). – С. 22–32.
2. Винокурова И.В. Основы алгоритмизации и программирования на VISUAL BASIC FOR APPLICATION (VBA) / И.В. Винокурова. – Воронеж : АОНО ВПО ИММИФ, 2013. – 108 с.
3. Галкина Е.В. Ассоциативные правила в бизнес-анализе и контроле / Е.В. Галкина // Российское предпринимательство. – 2013. – № 9. – С. 111–117.
4. Гарманюк П.Л. Теоретические аспекты анализа деятельности строительной компании / П.Л. Гарманюк // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 6. – С. 113–117.
5. Горшкова Л.А. Математическое и программное обеспечение бизнес-анализа / Л.А. Горшкова, А.И. Рузанов, С.П. Салмин // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2. – С. 63–66.
6. Гудков А.А. Разработка методики расчета налоговой нагрузки экономических субъектов / А.А. Гудков // Управленческий учет. – 2013. – № 2. – С. 72–77.
7. Запорожцева Л.А. Стратегия устойчивого развития предприятия с учетом уровня его экономической безопасности / Л.А. Запорожцева // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – Т. 9, № 10. – С. 47–54.
8. Информатика : учеб. пособие / А.П. Курносков, А.В. Улезько, С.А. Кулев, С.М. Кусмагамбетов, Е.Ю. Горюхина, В.П. Рябов, С.В. Ломакин, Н.А. Кульнева, А.В. Агибалов, А.Н. Черных, И.М. Семенова. – Воронеж : ВГАУ, 2007. – 107 с.



9. Коростелкина И.А. Методика расчета налоговой нагрузки экономических субъектов / И.А. Коростелкина // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – № 32 (326). – С. 41–51.
10. Круш З.А. Диагностика финансовой несостоятельности сельскохозяйственных предприятий / З.А. Круш, Ю.В. Ткачева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2010. – № 2. – С. 69–75.
11. Маслова И.Н. Проблемы оценки и применения налогового потенциала региона / И.Н. Маслова, О.В. Улезько // Финансы и кредит. – 2015. – № 45 (669). – С. 35–43.
12. Оробинская И.В. Методические рекомендации по оптимизации налогообложения горизонтально-интегрированных объединений АПК / И.В. Оробинская // Налоги и налогообложение. – 2013. – № 10 (112). – С. 730–741.
13. Оценка налоговой состоятельности организации: методические процедуры / А.Н. Полозова, Р.В. Нуждин, Ж.В. Рубцова, М.А. Пустовалова // Сахар. – 2017. – № 2. – С. 50–53.
14. Полозова А.Н. Учётная политика организации для целей налогообложения: особенности формирования / А.Н. Полозова, Л.В. Брянцева // Сахар. – 2014. – № 9. – С. 28–31.
15. Сабетова Т.В. Оценка конкурентоспособности аграрного предприятия на различных рынках / Т.В. Сабетова, И.Ю. Федулова // Инновационное развитие как фактор конкурентоспособности национальной экономики : коллективная монография. – Уфа : ООО «Омега Сайнс», 2018. – С. 128–145.
16. Ситнов А.А. Метод аудита бизнеса / А.А. Ситнов // Аудит. – 2017. – № 1. – С. 13–22.
17. Усанов А.Ю. Методики экономического анализа, используемые для оценки финансового состояния предприятия / А.Ю. Усанов // Управленческий учет. – 2015. – № 5. – С. 61–75.
18. Шадрина М.А. Правовые границы налогового планирования и должная осмотрительность / М.А. Шадрина // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2016. – № 2. – С. 27–39.
19. Шамрина И.В. Экономический мониторинг развития организации: концепция, инструментарий / И.В. Шамрина, А.Н. Полозова, Р.В. Нуждин. – Липецк : Гравис, 2015. – 196 с.
20. Zaporozhtseva L.A. Developing and testing model for investment risk assessment in agriculture / L.A. Zaporozhtseva, T.V. Sabetova, Yu.V. Tkacheva // Advances in Engineering Research : International Scientific & Practical Conference «AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture (AgroSMART – 2018)». Tyumen, July 16–20, 2018. – Atlantis Press, 2018. – Pp. 802–806.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Роман Викторович Нуждин – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: rv.voronezh@gmail.com.

Лариса Викторовна Брянцева – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: blv2466@mail.ru.

Ирина Михайловна Подмолодина – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической безопасности и финансового мониторинга ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: podmin@mail.ru.

Наталья Игоревна Пономарева – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: ponomareva220387@yandex.ru.

Марина Михайловна Пухова – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: pumochka19@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 25.07.2019

Дата принятия к печати 30.08.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Roman V. Nuzhdin, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: rv.voronezh@gmail.com.

Larisa V. Bryantseva, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: irimslv@mail.ru.

Irina M. Podmolodina, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economic Security and Financial Monitoring, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: podmin@mail.ru.

Natalia I. Ponomareva, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: ponomareva220387@yandex.ru.

Marina M. Pukhova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: pumochka19@mail.ru.

Received July 25, 2019

Accepted August 30, 2019

## ЧИСЛЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

Александр Михайлович Слиденко<sup>1</sup>  
Елена Анатольевна Агапова<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Представлены формулировки и методы приближенного решения задач оптимизации микроэкономической системы – предприятия сельскохозяйственного типа. Экономика предприятия представлена в форме двух-секторной математической модели. Для решения задач оптимизации предлагаются итерационные методы на основе градиентных методов. При решении задач оптимального управления используется принцип максимума Понтрягина. Целью работы является сравнение итерационных алгоритмов решения задач оптимизации и выбор наиболее эффективных. В качестве примера формулируется задача оптимального управления экономикой предприятия сельскохозяйственного типа. Экономика предприятия представлена в виде двух взаимодействующих секторов, то есть используется двухсекторная модель. Предлагается проводить два этапа оптимизации экономики предприятия: первый этап – начальная оценка оптимального распределения трудовых ресурсов и внутренних инвестиций по секторам для обеспечения планируемой траектории роста основных фондов секторов (или объема произведенной продукции), второй – формулировка задачи оптимального управления с фиксированными начальными и конечными значениями основных параметров. В качестве управляющих параметров предложено использовать трудовые ресурсы и внешние инвестиции. Задача на условный экстремум интегрального функционала решается с помощью функции Гамильтона. С использованием статистических данных найдены оценки параметров производственных функций, которые предполагаются степенными (т. е. функциями типа Кобба-Дугласа). Разработан алгоритм метода ускоренного спуска с оптимальным выбором шага в итерационном процессе, показана эффективность метода ускоренного спуска для поиска минимума специально введенной целевой функции для задач первого и второго этапа оптимизации. Предложенные методы оптимизации в сочетании с методами ускоренного градиентного спуска реализованы в системе Mathcad с целевыми функциями различного типа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономика предприятия, двухсекторная модель, производственная функция, инвестиции, оптимальное управление, функция Гамильтона, итерационный процесс.

## NUMERICAL ALGORITHMS FOR OPTIMIZATION OF MANAGEMENT MODELS OF ENTERPRISE ECONOMICS

Alexandr M. Slidenko<sup>1</sup>  
Elena A. Agapova<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article presents the formulations and methods for approximate solving problems of microeconomic system optimization – agricultural enterprises. The enterprise economy is presented in the form of a two-sector mathematical model. Iterative methods based on gradient methods are proposed for solving optimization problems. Pontryagin's maximum principle is used to solve optimal control problems. The aim of the work is to compare the iterative algorithms for solving optimization problems and select the most efficient ones. As an example, the task of optimal management of an agricultural enterprise is formulated. The enterprise economy is represented in the form of two interacting sectors, that is, a two-sector model is used. It is proposed to carry out two stages of the enterprise economy optimization. The first stage of optimization is that in order to ensure the planned growth trajectory of the fixed assets of the sectors (or the volume of output), an initial assessment of the optimal distribution of labor resources and domestic investment by sectors is carried out. The second stage of optimization consists in the formulation of an optimal control problem with fixed initial and final values of the main parameters. It is proposed to use labor resources and external investments as control parameters. The problem of the conditional extremum of an integral functional is solved using the Hamilton function. Using statistical data, estimates of the parameters of production functions that are assumed to be power-law (that is, Cobb-Douglas-type functions) are found. The algorithm of the method of accelerated descent with the optimal choice of step in

the iterative process was developed. The effectiveness of the accelerated descent method for finding the minimum of a specially introduced objective function for the problems of the first and second optimization stages is shown. The proposed optimization methods in combination with the methods of accelerated gradient descent are implemented in the Mathcad system with objective functions of various types.

KEYWORDS: enterprise economy, two-sector model, production function, investment, optimal control, Hamilton function, iterative process.

## **В**ведение

В работах В.А. Колемаева [7], В.А. Охорзина [9] и ряда других авторов [3, 16, 21, 26] изучаются секторные модели микроэкономических систем и методы оптимального управления такими системами. В этих моделях дифференциальные уравнения относительно основных фондов записываются в форме, предложенной Солоу [25]. Производственные функции часто имеют вид степенных функций Кобба-Дугласа [16]. Исследованию экономических систем методом производственных функций посвящены работы [1–4, 18–20, 24–26]. Особое внимание уделяется методам оценки параметров производственных функций по статистическим данным. Главное требование, которое сложно обеспечить, заключается в однородности используемых статистических выборок. Наличие выборок небольшого объема, в силу длительного производственного цикла предприятий сельскохозяйственного типа, предполагает проведение подробного статистического анализа данных для получения оценок параметров производственных функций. В работах [3, 4, 6–12] используются данные для однотипных предприятий, например фермерских хозяйств определенного региона за короткий временной период (3–4 года).

Практическое исследование таких моделей стало возможным и эффективным с появлением мощных вычислительных систем и доступного программного обеспечения. Применение численных методов предполагает проведение исследований свойств алгоритмов оптимизации на практических примерах.

В работах [7, 9, 10–12] исследовались методы оптимизации с помощью фиксированного распределения трудовых ресурсов и внутренних инвестиций по секторам для двухсекторной и трехсекторной моделей экономики. Оптимальное распределение ресурсов обеспечивает траекторию роста основных фондов или объема выпуска продукции, близкой к заданной. Следует отметить, что задачи подобного типа можно считать первым этапом оптимизации, так как в них оцениваются диапазоны допустимых значений параметров для корректной постановки задач оптимального управления. Эти диапазоны зависят от эффективности производственных функций, то есть от рациональной организации производства, а также от производственной мощности конкретного предприятия.

В предложенной работе авторы рассматривают два основных этапа оптимизации на примере предприятия сельскохозяйственного типа. Первый этап заключается в выборе распределения инвестиций и трудовых ресурсов по секторам, обеспечивающих рост основных параметров, близкий к заданной динамике роста. Второй этап заключается в постановке и решении конкретных задач оптимального управления.

Применение численных методов для решения начальных задач с нелинейными системами дифференциальных уравнений, или уравнений с запаздывающим аргументом, предполагает получение решения в виде дискретных функций, определенных на дискретном множестве. По этой причине целевая функция (функция дискретного аргумента) минимизируется с помощью метода, аналогичного методу градиентного спуска [5, 11–14], в котором частные производные аппроксимируются, с приемлемой точностью, разностными отношениями. В предложенной работе проводится сравнение методов простого спуска (с фиксированным шагом) и ускоренного спуска (с оптимальным шагом). Показаны преимущества метода разностного ускоренного спуска.

В задачах оптимального управления используется необходимое условие экстремума в форме принципа максимума Понтрягина. На примере двухсекторной модели экономики найдены соотношения между параметрами, которые обеспечивают выполнение достаточных условий максимума функции Гамильтона. Выполнение этих условий подтверждается численными расчетами.

С использованием статистических оценок параметров производственных функций проведены численные эксперименты. Получены зависимости параметров управления от времени.

**1. Математическая модель**

Для примера рассматривается модель экономики, аналогичная модели, предложенной в работах [10, 12]. В представленной модели дополнительно учитываются внешние инвестиции, направленные на развитие основных фондов секторов предприятия. Приведем коротко описание этой модели, следуя [10]. Схема финансовых и материальных потоков представлена на рисунке 1.

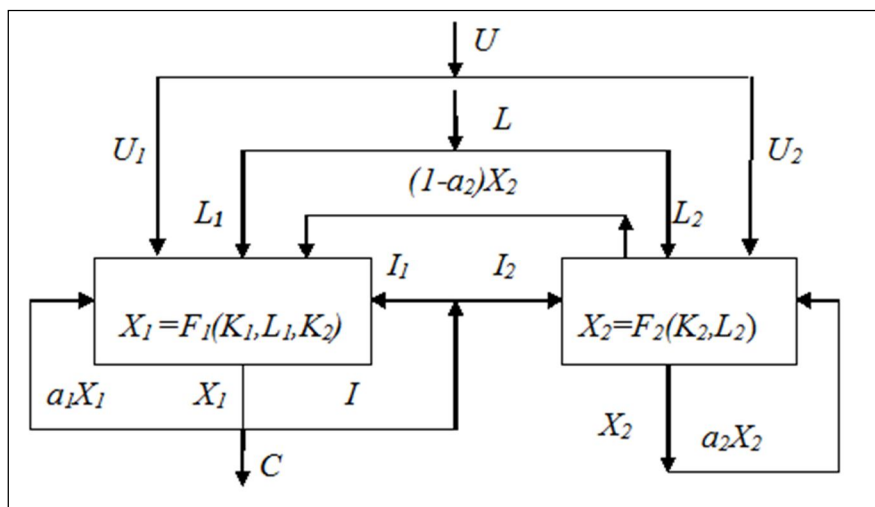


Рис. 1. Схема финансовых и материальных потоков

На приведенной схеме  $F_1(K_1, L_1, K_2)$  и  $F_2(K_2, L_2)$  – производственные функции секторов.

В работе [12] предложена модель экономики предприятия сельскохозяйственного типа, состоящая из двух секторов: основного (технического) и вспомогательного (земельного). Главные финансы сосредоточены в техническом секторе, причем земельный фонд также является ресурсом этого сектора.

Особенность предприятия сельскохозяйственного типа состоит в том, что земельный фонд участвует как фактор производства в первом и втором секторе. По этой причине производственная функция технического сектора в качестве аргумента содержит также объем земельных ресурсов, то есть в модели это функция трех переменных. В модели учитывается необходимость инвестиций для восстановления продуктивности земельного фонда. Для производственных функций такой модели в [10] получены оценки основных параметров, которые используются в вычислительном эксперименте.

Рассмотрим основные переменные и уравнения, их связывающие.

Распределение внутренних инвестиций и трудовых ресурсов по секторам определяется уравнениями:

$$L(t) = L_1(t) + L_2(t); \quad \varepsilon = \frac{L_1(t)}{L_2(t)}; \quad L_2(t) = \frac{L(t)}{1 + \varepsilon}; \quad L_1(t) = \frac{L(t)\varepsilon}{1 + \varepsilon}; \quad (1)$$

$$I(t) = I_1(t) + I_2(t); \quad \delta = \frac{I_1(t)}{I_2(t)}; \quad I_2 = \frac{I(t)}{1 + \delta}; \quad I_1 = \frac{I(t)\delta}{1 + \delta}. \quad (2)$$

Производственные функции первого и второго секторов рассматривались соответственно как функции двух и трех переменных:

$$F_1(K_1, L_1, K_2); \quad F_2(K_2, L_2). \quad (3)$$

Распределение объемов продукции первого сектора, в соответствии со схемой (рис. 1), определяется соотношением

$$X_1(t) = a_1 X_1(t) + I_1(t) + I_2(t) + C(t), \quad (4)$$

откуда следует

$$I(t) = (1 - a_1) X_1(t) - C(t) = \sigma_1 X_1(t) - \sigma_2 X_1(t) = \sigma X_1(t), \quad (5)$$

где  $C(t) = \sigma_2 X_1(t)$ ,

$$\sigma = \sigma_1 - \sigma_2.$$

При наличии внешних инвестиций  $U(t) = U_1(t) + U_2(t)$  дифференциальные уравнения (типа уравнений Солоу) относительно основных фондов секторов предлагается рассматривать в виде:

$$\frac{d}{dt} K_1(t) = \left( \frac{\delta}{1 + \delta} \right) \sigma F_1(K_1(t), L_1(t), K_2(t)) + \gamma_1 U(t) - \mu_1 K_1(t), \quad (6)$$

$$\frac{d}{dt} K_2(t) = \left( \frac{\sigma}{1 + \delta} \right) F_1(K_1(t), L_1(t), K_2(t)) + \gamma_2 U(t) - \mu_2 K_2(t). \quad (7)$$

Приведем обозначения основных характеристик первого и второго сектора:

$X_i(t)$  – объемы выпуска продукции;

$K_i(t)$  – основные фонды;

$L_i(t)$  – трудовые ресурсы;

$I_i(t)$  – внутренние инвестиции;

$U(t)$  – внешние инвестиции;

$\mu_i, \gamma_i$  – положительные постоянные, характеризующие темп убытия основных фондов и эффективность внешних инвестиций;

$a_i$  – коэффициенты прямых затрат ( $i = 1, 2$ );

$C$  – объем реализованной продукции первого сектора,

$t$  – время.

## 2. Алгоритмы оптимизации

### 2.1. Рациональное распределение ресурсов

На первом этапе оцениваются значения  $\varepsilon$  и  $\delta$  (фиксированное распределение ресурсов по секторам), которые обеспечивают траекторию роста основных фондов или объема выпускаемой продукции, близкую к заданной. На рисунке 2 представлены планируемая  $X_1^*(t_i)$  и расчетная  $X_1(t_i)$  траектории изменения величин.

Близость этих кривых характеризует функция

$$S(\varepsilon, \delta) = \omega \sum_{i=0}^m (X_{1i}^* - X_1(t_i))^2, \quad (8)$$

где  $\omega$  – весовой коэффициент.

Величина  $X_1(t_i)$  определяется по формуле

$$X_1(t_i) = F_1(K_1(t_i), L(t_i), K_2(t_i)).$$

Таким образом, формулируется задача: найти такое решение системы (1) – (7) с заданными начальными условиями, при котором функция (8) принимает наименьшее значение.

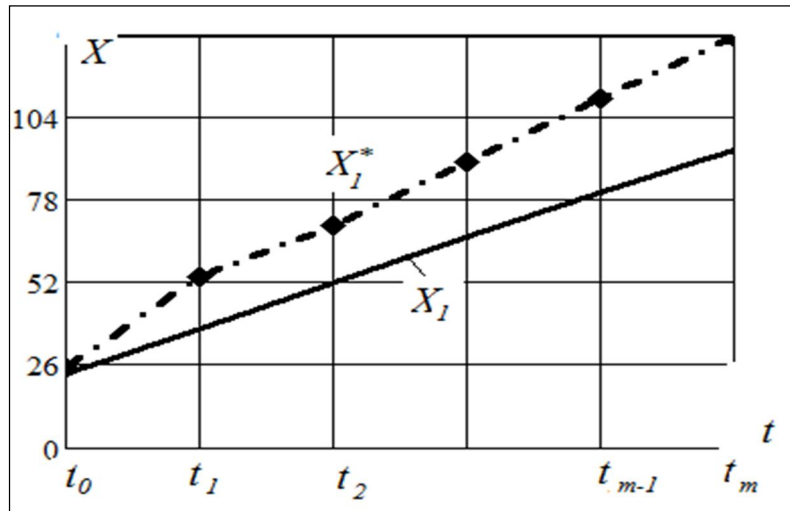


Рис. 2. Планируемые  $X_1^*(t_i)$  и расчетные  $X_1(t_i)$  значения величин

Приближенное решение этой задачи находится методом градиентного спуска, то есть итерационный процесс имеет, например, следующий вид:

$$\delta_i = \delta_{i-1} - h \cdot \frac{\Delta_\delta S(\varepsilon_{i-1}, \delta_{i-1})}{\Delta \delta}; \quad \varepsilon_i = \varepsilon_{i-1} - h \cdot \frac{\Delta_\varepsilon S(\varepsilon_{i-1}, \delta_{i-1})}{\Delta \varepsilon}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (9)$$

где  $\frac{\Delta_\delta S(\varepsilon_{i-1}, \delta_{i-1})}{\Delta \delta}$ ,  $\frac{\Delta_\varepsilon S(\varepsilon_{i-1}, \delta_{i-1})}{\Delta \varepsilon}$  – разностные отношения, аппроксимирующие частные производные;

$h$  – параметр, определяющий шаг итерационного процесса (может выбираться оптимальным на каждом шаге итерационного процесса).

Аналогично формулируются задачи относительно обеспечения планируемого роста основных фондов секторов.

### 2.2. Второй этап оптимизации

Обеспечение трудовых ресурсов и внедрение внешних инвестиций требуют затрат, значения которых можно определить в виде квадратичного интегрального функционала

$$V(L, U) = \int_0^T [L(t)^2 + U(t)^2] dt. \quad (10)$$

Приведем примеры рассмотренных задач оптимального управления.

**Задача 1.** Необходимо определить управление  $\{L(t), U(t)\}$ , которое обеспечивает рост объема производства первого сектора за период времени  $[0, T]$  от значения  $X_{10} = X_1(0)$  до значения  $\bar{X}_1 = X_1(T)$  при минимальных затратах на содержание трудовых ресурсов и внедрение внешних инвестиций (10).

Объем производства первого сектора  $X_1(t)$  определяется по формуле

$$X_1(t) = F_1(K_1(t), L(t), K_2(t)). \quad (11)$$

В формулах (10), (11) функции  $K_1(t)$ ,  $K_2(t)$ ,  $L(t)$ ,  $U(t)$  удовлетворяют системе (1) – (7) и краевым условиям:  $K_1(0) = \bar{K}_1$ ;  $K_2(0) = \bar{K}_2$ ;  $X_1(T) = \bar{X}_1$ .

**Задача 2.** Необходимо определить управление  $\{L(t), U(t)\}$ , которое обеспечивает рост основных фондов за период времени  $[0, T]$  первого и второго сектора от значений  $K_{10} = K_1(0)$ ,  $K_{20} = K_2(0)$  соответственно до значений  $\bar{K}_1 = K_1(T)$  и  $\bar{K}_2 = K_2(T)$  при минимальных затратах на содержание трудовых ресурсов и внедрение внешних инвестиций (10).

Поиск решения приведенных задач на условный минимум интегрального функционала (10) будем осуществлять в форме условий Гамильтона-Якоби (уравнений Эйлера в канонической форме) [9, 14]. Такая форма позволяет исследовать сформулированные задачи также с применением принципа максимума Понтрягина.

Введем обозначения правых частей дифференциальных уравнений:

$$f_1(K_1, K_2, L, U) = \frac{\delta}{1 + \delta} \sigma F_1(K_1(t), L(t), K_2(t)) + \gamma_1 U(t) - \mu_1 K_1(t), \quad (12)$$

$$f_2(K_1, K_2, L, U) = \frac{1}{1 + \delta} \sigma F_1(K_1(t), L(t), K_2(t)) + \gamma_2 U(t) - \mu_2 K_2(t), \quad (13)$$

$$f_0(L, U) = L(t)^2 + U(t)^2. \quad (14)$$

Систему ограничений запишем в виде:

$$\frac{dK_1(t)}{dt} = f_1(K_1, K_2, L, U), \quad (15)$$

$$\frac{dK_2(t)}{dt} = f_2(K_1, K_2, L, U), \quad (16)$$

$$\frac{dK_0(t)}{dt} = f_0(L, U). \quad (17)$$

Дополнительная переменная  $K_0(t)$  определяется по формуле

$$K_0(t) = \int_0^t f_0(L(\tau), U(\tau)) d\tau,$$

откуда следует равенство  $K_0(0) = \int_0^0 f_0(L(\tau), U(\tau)) d\tau = 0$ .

Вводим вектор сопряженных переменных  $p = (p_0(t), p_1(t), p_2(t))$  и принимаем  $p_0(t) = -1$ . Составляем функцию Гамильтона

$$H(K_1, K_2, L, U, p_1, p_2) = -f_0(L, U) + p_1 f_1(K_1, K_2, L, U) + p_2 f_2(K_1, K_2, L, U). \quad (18)$$

Система уравнений Гамильтона-Якоби, дополненная условиями стационарности гамильтониана, имеет вид:

$$\frac{dK_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_1}, \quad \frac{dK_2}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_2}, \quad (19)$$

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial K_1}, \quad \frac{dp_2}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial K_2}, \quad \frac{dp_0}{dt} = 0 = -\frac{\partial H}{\partial K_0}, \quad (20)$$

$$\frac{\partial H}{\partial L} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial U} = 0. \quad (21)$$

Запишем систему уравнений в явном виде, вычислив частные производные:

$$-\frac{\partial f_0}{\partial L} + p_1 \frac{\partial F_1}{\partial L} + p_2 \frac{\partial F_1}{\partial L} = 0, \quad (22)$$

$$-\frac{\partial f_0}{\partial U} + \gamma_1 p_1 + \gamma_2 p_2 = 0, \quad (23)$$

$$\frac{d}{dt}K_1(t) = \left(\frac{\delta}{1+\delta}\right)\sigma F_1(K_1(t), L(t), K_2(t)) + \gamma_1 U(t) - \mu_1 K_1(t), \quad (24)$$

$$\frac{d}{dt}K_2(t) = \left(\frac{1}{1+\delta}\right)\sigma F_1(K_1(t), L(t), K_2(t)) + \gamma_2 U(t) - \mu_2 K_2(t), \quad (25)$$

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{\sigma}{1+\delta} \cdot \frac{\partial F_1(K_1, L, K_2)}{\partial K_1} (\delta p_1(t) + p_2(t)) + \mu_1 p_1(t), \quad (26)$$

$$\frac{dp_2}{dt} = -\frac{\sigma}{1+\delta} \frac{\partial F_1(K_1, L, K_2)}{\partial K_2} (\delta p_1(t) + p_2(t)) + \mu_2 p_2(t). \quad (27)$$

Проведем анализ выполнения достаточных условий максимума функции Гамильтона (18).

При каждом фиксированном  $t$  это функция двух независимых переменных  $U$  и  $L$ :

$$H(L, U) = -L^2 - U^2 + p_1 \left( \frac{\delta}{1+\delta} \sigma F_1(K_1, L, K_2) + \gamma_1 U - \mu_1 K_1 \right) + \\ + p_2 \left( \frac{\sigma}{1+\delta} F_1(K_1, L, K_2) + \gamma_2 U - \mu_2 K_2 \right).$$

Частные производные первого и второго порядков имеют вид:

$$\frac{\partial H}{\partial U} = -2U + p_1 \gamma_1 + p_2 \gamma_2, \quad \frac{\partial^2 H}{\partial U^2} = -2, \quad \frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} = 0,$$

$$\frac{\partial H}{\partial L} = -2L + \frac{\sigma}{1+\delta} (p_1 \delta + p_2) \frac{\partial F_1}{\partial L}(K_1, L, K_2),$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial L^2} = -2 + \frac{\sigma}{1+\delta} (p_1 \delta + p_2) \frac{\partial^2 F_1}{\partial L^2}(K_1, L, K_2).$$

При условиях  $p_1 \delta + p_2 > 0$  и  $\frac{\partial^2 H}{\partial L^2} < 0$ , с учетом  $\frac{\partial^2 H}{\partial U^2} = -2$ ,  $\frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} = 0$ , получаем

$$\Delta = \frac{\partial^2 H}{\partial L^2} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial U^2} - \frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} > 0.$$

Определенные условия при каждом  $t$  обеспечивают максимум функции Гамильтона.

Для поиска приближенного решения системы уравнений (22) – (27) с условиями

$$K_1(0) = \bar{K}_1, \quad K_2(0) = \bar{K}_2, \quad X_1(T) = \bar{X}_1$$

применяется квадратичный функционал

$$S(p_1(0), p_2(0), K_1(t), K_2(t), X_1(t)) = \omega (X_1(T) - \bar{X}_1)^2. \quad (28)$$

Для поиска приближенного решения системы уравнений (22) – (27) с условиями

$$K_1(0) = K_{10}, \quad K_2(0) = K_{20}, \quad K_1(T) = \bar{K}_1, \quad K_2(T) = \bar{K}_2$$

функционал имеет более сложный вид

$$S(p_1(0), p_2(0), K_1(t), K_2(t), X_1(t)) = \omega_1 (K_1(T) - \bar{K}_1)^2 + \omega_2 (K_2(T) - \bar{K}_2)^2. \quad (29)$$

Выбор весовых коэффициенты  $\omega$ ,  $\omega_1$  и  $\omega_2$  определяется содержанием задачи оптимального управления.

Для введенных функционалов задачи оптимизации 1 и 2 будут формулироваться следующим образом: *необходимо найти такие начальные значения сопряженных переменных  $p_1(0)$  и  $p_2(0)$ , при которых функционал (28) (задача 1) или (29) (задача 2) принимает наименьшее значение.*



Применение аналитических методов для поиска точных решений сформулированных задач является проблематичным, поэтому для поиска приближенных решений применяются численные методы.

2.3. Метод разностного градиентного спуска

Приближенное решение системы уравнений (22) – (27) при заданных краевых условиях находится одним из численных методов (например, методом Рунге-Кутты или методом Эйлера). Минимум функционалов (28), (29) необходимо искать на множестве дискретных функций. Для этой цели применяются методы разностного градиентного спуска.

Рассмотрим подробно метод ускоренного спуска для поиска приближенного решения более сложной задачи 2 (для задачи 1 этот метод применяется аналогично).

Численным методом получены сеточные функции:

$$K_1 = \{K_{10}, K_{11}, \dots, K_{1N}\},$$

$$K_2 = \{K_{20}, K_{21}, \dots, K_{2N}\}.$$

Составляющие этих функций зависят от начальных значений сопряженных переменных, в частности  $K_{1N}(p_{10}^i, p_{20}^i)$  и  $K_{2N}(p_{10}^i, p_{20}^i)$  (здесь  $i$  – номер итерации).

Итерационный процесс метода разностного градиентного спуска применялся в виде:

$$p_{10}^i = p_{10}^{i-1} - h \frac{\Delta_1 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{10}}, \tag{30}$$

$$p_{20}^i = p_{20}^{i-1} - h \frac{\Delta_2 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{20}}, \quad i = 1, 2, \dots, M. \tag{31}$$

В приведенных формулах приняты следующие обозначения приращений дискретных функций и их аргументов:

$$\Delta_1 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N}) = S(p_{10}^{i-1} + \Delta p_{10}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N}) - S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N}),$$

$$\Delta_2 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N}) = S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1} + \Delta p_{20}, K_{1N}, K_{2N}) - S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N}).$$

Здесь  $\Delta p_{10}$ ,  $\Delta p_{20}$  – приращения начальных значений сопряженных переменных.

После подстановки в целевую функцию этих приращений приходим к функции только одной переменной  $h$  на каждом итерационном шаге

$$\varphi(h) = S(K_{1N}(p_{10}^i, p_{20}^i), K_{2N}(p_{10}^i, p_{20}^i)) = \omega_1 (K_{1N}(p_{10}^i, p_{20}^i) - \bar{K}_1)^2 + \omega_2 (K_{2N}(p_{10}^i, p_{20}^i) - \bar{K}_2)^2.$$

Параметр  $h$  содержится неявно в зависимостях:

$$K_{1N}(p_{10}^i, p_{20}^i) = K_{1N}\left(p_{10}^{i-1} - h \frac{\Delta_1 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{10}}, p_{20}^{i-1} - h \frac{\Delta_2 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{20}}\right),$$

$$K_{2N}(p_{10}^i, p_{20}^i) = K_{2N}\left(p_{10}^{i-1} - h \frac{\Delta_1 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{10}}, p_{20}^{i-1} - h \frac{\Delta_2 S(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}, K_{1N}, K_{2N})}{\Delta p_{20}}\right).$$

Для получения явной функции от параметра  $h$  эти зависимости аппроксимируем явными линейными зависимостями с помощью формулы Тейлора в разностной форме:

$$K_{1N}(p_{10}^i, p_{20}^i) = K_{1N}(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}) - h \left( \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{10}} \cdot \frac{\Delta_1 S}{\Delta p_{10}} + \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{20}} \cdot \frac{\Delta_2 S}{\Delta p_{20}} \right), \tag{32}$$

$$K_{2N}(p_{10}^i, p_{20}^i) = K_{2N}(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}) - h \left( \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{10}} \cdot \frac{\Delta_1 S}{\Delta p_{10}} + \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{20}} \cdot \frac{\Delta_2 S}{\Delta p_{20}} \right). \tag{33}$$

После подстановки полученных выражений в целевой функционал (29), который аппроксимирован на дискретном множестве, приходим к функции одной переменной – параметра  $h$ , определяющего шаг итерационного процесса

$$\begin{aligned} \varphi(h) = S(p_{10}^i, p_{20}^i) = & \omega_1 \left[ K_{1N}(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}) - \bar{K}_1 - h \left( \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{10}} \cdot \frac{\Delta_1 S}{\Delta p_{10}} + \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{20}} \cdot \frac{\Delta_2 S}{\Delta p_{20}} \right) \right]^2 + \\ & + \omega_2 \left[ K_{2N}(p_{10}^{i-1}, p_{20}^{i-1}) - \bar{K}_2 - h \left( \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{10}} \cdot \frac{\Delta_1 S}{\Delta p_{10}} + \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{20}} \cdot \frac{\Delta_2 S}{\Delta p_{20}} \right) \right]^2. \end{aligned} \quad (34)$$

Из условия  $\varphi'(h) = \frac{d\varphi}{dh} = 0$  получаем оптимальное значение  $h$

$$h = \frac{\omega_1 (K_{1N} - \bar{K}_1) \sum_{i=1}^2 \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{i0}} \cdot \frac{\Delta_i S}{\Delta p_{i0}} + \omega_2 (K_{2N} - \bar{K}_2) \sum_{i=1}^2 \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{i0}} \cdot \frac{\Delta_i S}{\Delta p_{i0}}}{\omega_1 \left( \sum_{i=1}^2 \frac{\Delta K_{1N}}{\Delta p_{i0}} \cdot \frac{\Delta_i S}{\Delta p_{i0}} \right)^2 + \omega_2 \left( \sum_{i=1}^2 \frac{\Delta K_{2N}}{\Delta p_{i0}} \cdot \frac{\Delta_i S}{\Delta p_{i0}} \right)^2}. \quad (35)$$

Для подробного описания алгоритма приведем условную блок-схему, состоящую из автономных функциональных блоков (каждый из них решает определенную задачу) и связей между ними (то есть направление потока вычислительных данных). Приведем также наименование этих блоков и их назначение в вычислительном процессе. Основные программные блоки и их связи представлены на рисунке 3.

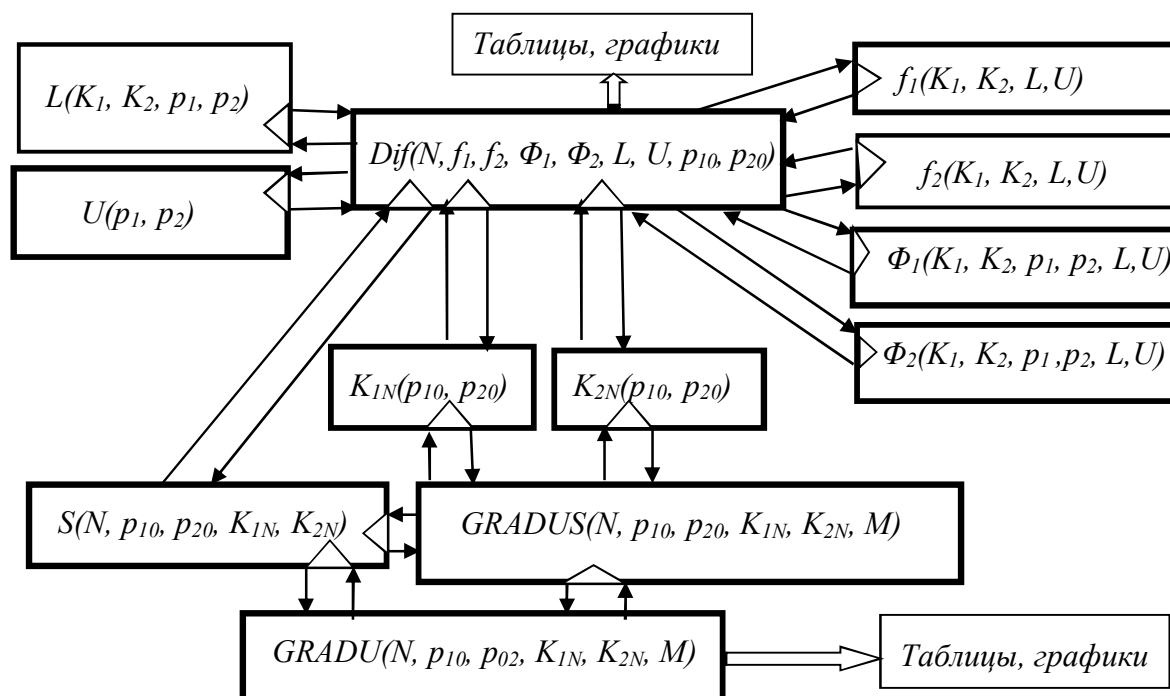


Рис. 3. Основные программные блоки и их связи

Программные блоки  $f_1(K_1, K_2, L, U)$ ,  $f_2(K_1, K_2, L, U)$ ,  $\Phi_1(K_1, K_2, p_1, p_2, L, U)$  и  $\Phi_2(K_1, K_2, p_1, p_2, L, U)$  определяют вид правых частей системы дифференциальных уравнений (24) – (27). При конкретных значениях аргументов, которые указаны в скобках, вычисляются значения функций. Оптимальные зависимости  $L$  и  $U$  от остальных параметров (22), (23) определяются блоками  $L(K_1, K_2, p_1, p_2)$  и  $U(p_1, p_2)$ .

Функциональный блок  $Dif(N, f_1, f_2, \Phi_1, \Phi_2, L, U, p_{10}, p_{20})$  служит для приближенного решения численным методом начальной задачи с уравнениями (24) – (27). С помощью этого блока определяются функции  $K_{1N}(p_{10}, p_{20})$  и  $K_{2N}(p_{10}, p_{20})$ , то есть зависимости конечных значений  $K_{1N}$  и  $K_{2N}$  от начальных значений сопряженных переменных.

Отклонение расчетных значений  $K_{1N}$  и  $K_{2N}$  на конце временного отрезка от заданных значений вычисляется в функциональном блоке  $S(N, p_{10}, p_{20}, K_{1N}, K_{2N})$ . Функциональный блок  $GRADUS(N, p_{10}, p_{20}, K_{1N}, K_{2N}, M)$  служит для вычисления разностного градиента функций (28), (29) в заданной точке, оптимальный шаг итерации и координаты новой точки.

Координация между приведенными функциональными блоками в итерационном процессе осуществляется с помощью программного блока  $GRADU(N, p_{10}, p_{20}, K_{1N}, K_{2N}, M)$ . Здесь  $M$  – число итераций, которое определяется требованием точности решения задачи. Приведенный алгоритм реализован в системе Mathcad [9, 22].

### 3. Вычислительный эксперимент

В качестве примера рассматривались предприятия Воронежской и Белгородской областей за трехлетний период работы [10, 12].

Производственные функции принимались в виде функций Кобба-Дугласа:

$$F_1(K_1, L_1, K_2) = A_1 K_1^{\alpha_1} L_1^{\alpha_2} K_2^{\alpha_3}, \quad F_2(K_2, L_2) = A_2 K_2^{\alpha_4} L_2^{\alpha_5}.$$

Статистические оценки параметров производственной функции первого сектора определялись с помощью метода наименьших квадратов [15, 17, 18, 19, 22, 23].

Получены следующие значения статистических оценок параметров:

$$A_1 = 1,34, \quad \alpha_1 = 0,209, \quad \alpha_2 = 0,361, \quad \alpha_3 = 0,409.$$

Интервальные оценки этих параметров составили:  $0,66 < A_1 < 2,74$ ;  $0,13 < \alpha_1 < 0,29$ ;  $0,11 < \alpha_2 < 0,612$ ;  $0,18 < \alpha_3 < 0,63$  при надежности  $\gamma = 0,9$ .

При оптимизации следует учитывать диапазоны изменения основных параметров предприятий, данные которых использованы для получения статистических оценок. Приведем эти данные, следуя [10, 12].

Основные ресурсы принимали значения:  $L = 54 - 242$  (чел.),  $K = 1,6 - 85$  млн руб.; площадь сельскохозяйственных угодий  $2800 - 13\ 800$  га; стоимость валовой продукции  $26 - 210$  млн руб.

Необходимо подчеркнуть, что в вычислительном эксперименте основные параметры производственной функции второго сектора принимались в достаточно широком диапазоне с использованием данных работы [12]. Для постановки корректных задач оптимального управления, в силу ограниченности ресурсов предприятия, проводился оценочный расчет возможности динамики роста основных фондов предприятия. Результаты оценочных расчетов динамики роста основных фондов секторов приведены на рисунке 4.

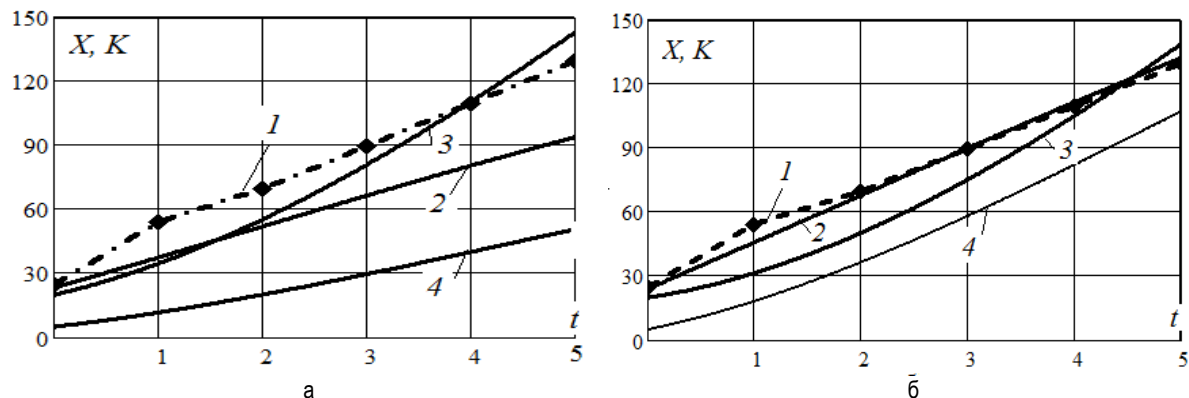


Рис. 4. Результаты первого этапа оптимизации: 1 –  $X_1^*(t_i)$ ; 2 –  $X_1(t)$ ; 3 –  $K_1(t)$ ; 4 –  $K_2(t)$ ;

а – рост параметров при начальном распределении ресурсов; б – результат итерационного процесса.

Исходные данные:  $L(0) = L_0 = 100$  (чел.);  $K_1(0) = K_{10} = 20$  (усл. ед.);  $K_2(0) = K_{20} = 5$  (усл. ед.)

Рассмотрим решение задачи 2. Исходные данные для расчетов, с целью сравнения результатов, приняты такими же, как и в работе [10]:  $\alpha_1 = 0,21$ ;  $\alpha_2 = 0,36$ ;  $\alpha_3 = 0,41$ ;  $\alpha_4 = 0,3$ ;  $\alpha_5 = 0,7$ ;  $A_1 = 1,34$ ;  $A_2 = 1,34$ ;  $K_1(T) = 150$ ;  $K_2(T) = 50$ ;  $T = 5$ .

На рисунке 5 представлены значения целевой функции в итерационном процессе при простом и ускоренном методах градиентного спуска, а также оптимальное решение задачи 2.

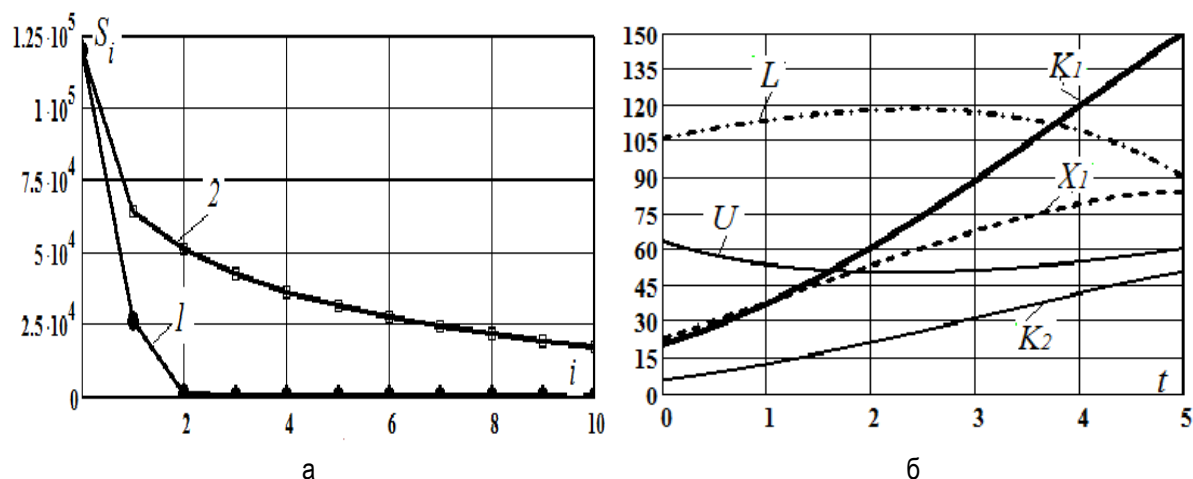


Рис. 5. а – зависимость функции  $S$  от числа итераций: 1 – метод ускоренного спуска; 2 – простой метод спуска; б – оптимальное решение задачи 2

Результаты решения задачи 1 представлены на рисунке 6. Графики на рисунках 4 и 5 демонстрируют принципиальные достоинства метода ускоренного градиентного спуска (существенное уменьшение числа итераций при автоматическом выборе шага) и достижимость конечных значений переменных при оптимальном управлении.

При реализации предложенного алгоритма на практике неизбежно возникают определенные трудности. Это связано со сложностью обеспечения непрерывного изменения таких величин, как инвестиции и трудовые ресурсы. Полученные результаты можно рассматривать как оценочные на пути перехода к аналогичным задачам дискретного управления. При некотором рациональном выборе временного шага такой алгоритм можно рассматривать как дискретное управление, и тогда его реализация для решения практических задач подобного типа становится возможной.

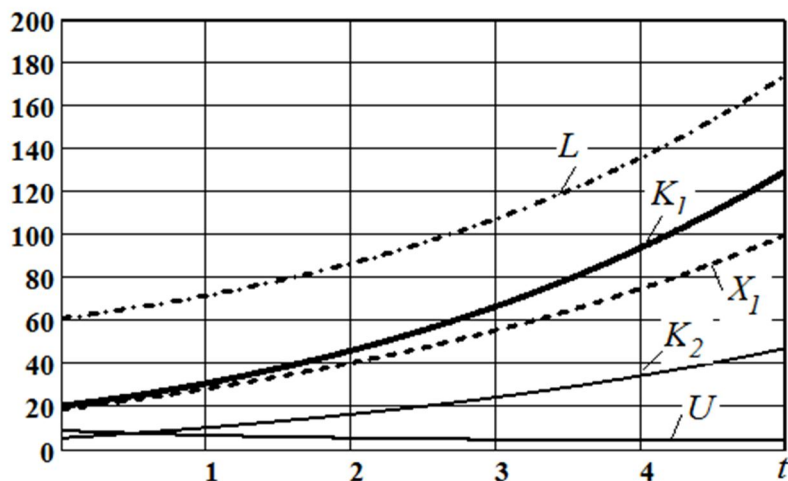


Рис. 6. Оптимальное решение задачи 1 ( $X_1(T) = 100$ )

Проведем анализ выполнения достаточных условий максимума функции Гамильтона с учетом конкретного вида производственных функций. При каждом фиксированном  $t$  это функция двух переменных  $U$  и  $L$

$$H(L,U) = -L^2 - U^2 + p_1 \left( \frac{\delta}{1+\delta} \left( \sigma A_1 K_1^{\alpha_1} \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right)^{\alpha_2} L^{\alpha_2} K_2^{\alpha_3} \right) + \gamma_1 U - \mu_1 K_1 \right) + p_2 \left( \frac{1}{1+\delta} \left( \sigma A_1 K_1^{\alpha_1} \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right)^{\alpha_2} L^{\alpha_2} K_2^{\alpha_3} \right) + \gamma_2 U - \mu_2 K_2 \right). \quad (36)$$

Частные производные первого и второго порядков, а также стационарные зависимости управляющих параметров от остальных переменных имеют вид:

$$\frac{\partial H}{\partial U} = -2U + p_1 \gamma_1 + p_2 \gamma_2, \quad U(t) = 0,5(\gamma_1 p_1(t) + \gamma_2 p_2(t)), \quad (37)$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial U^2} = -2, \quad \frac{\partial H}{\partial L} = -2L + \frac{\sigma}{1+\delta} (p_1 \delta + p_2) \left( A_1 K_1^{\alpha_1} \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right)^{\alpha_2} \alpha_2 L^{\alpha_2-1} K_2^{\alpha_3} \right), \quad (38)$$

$$L(t) = \left[ \frac{1}{2} A_1 \frac{\sigma}{1+\delta} K_1(t)^{\alpha_1} \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right)^{\alpha_2} \alpha_2 K_2(t)^{\alpha_3} (\delta p_1(t) + p_2(t)) \right]^{\frac{1}{2-\alpha_2}}, \quad (39)$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial L^2} = -2 + \frac{\sigma}{1+\delta} (p_1 \delta + p_2) \left( A_1 K_1^{\alpha_1} \left( \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right)^{\alpha_2} \alpha_2 (\alpha_2 - 1) L^{\alpha_2-2} K_2^{\alpha_3} \right), \quad (40)$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} = 0. \quad (41)$$

При условиях  $p_1 \delta + p_2 > 0$  и  $\alpha_2 < 1$  получаем  $\frac{\partial^2 H}{\partial L^2} < 0$  и с учетом  $\frac{\partial^2 H}{\partial U^2} = -2$ ,  $\frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} = 0$  приходим к достаточному условию максимума функции Гамильтона

$$\Delta = \frac{\partial^2 H}{\partial L^2} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial U^2} - \left( \frac{\partial^2 H}{\partial L \partial U} \right)^2 > 0. \quad (42)$$

С помощью разработанной программы численно получены частные зависимости функции Гамильтона  $H(L,U)$  от  $L$  и  $U$ , соответственно при фиксированных значениях  $U$  и  $L$  в заданные моменты времени. Эти зависимости представлены на рисунке 7.

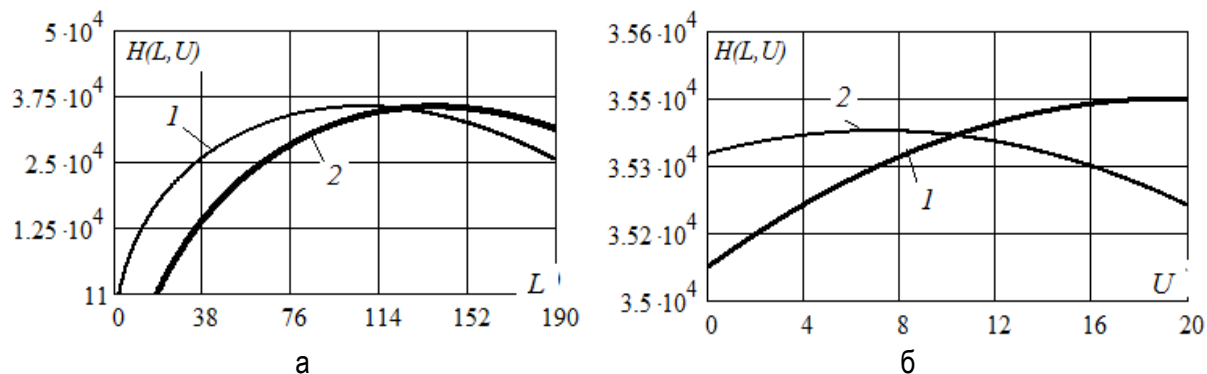


Рис. 7. Зависимость функции Гамильтона от управляющих переменных в фиксированные моменты времени:  $t_1 = 10\tau$ ;  $t_2 = 1000\tau$  ( $\tau$  – шаг интегрирования);  
а: 1 –  $U(t_1)$ ; 2 –  $U(t_2)$ ; б: 1 –  $L(t_1)$ ; 2 –  $L(t_2)$

Приведенные на рисунке 7 зависимости подтверждают наличие максимума функции Гамильтона.

### **Заключение**

Результаты проведенных исследований служат основой для реализации следующих итерационных алгоритмов, состоящих из двух этапов оптимизации экономики предприятия сельскохозяйственного типа, при условии использования секторных моделей экономики.

1. При использовании данных функционирования подобных, однородных предприятий за короткий период работы, для оценки основных параметров производственных функций (например, типа функций Кобба-Дугласа) необходимо рационально подбирать размерности переменных, то есть использовать индексные переменные. Эти размерности должны обеспечивать соизмеримые значения переменных. Такой выбор позволяет обеспечить экономичность и устойчивость применяемых численных методов.

2. Определяются границы (верхняя и нижняя) динамики возможного роста основных фондов секторов и объемов выпуска продукции, которые обеспечиваются ограниченными ресурсами предприятия. Полученные границы позволяют формулировать корректные задачи оптимального управления, то есть достижение заданных значений переменных в течение заданного промежутка времени. На этом этапе целесообразно провести оптимизацию по распределению ресурсов между секторами для обеспечения заданной траектории роста основных переменных (основных фондов или объема продукции).

3. Формулируются задачи оптимального управления изменением трудовых ресурсов и внешних инвестиций. Выбирается вид интегрального функционала, который характеризует затраты на обеспечение трудовых ресурсов и внедрение внешних инвестиций. Задачи на условный экстремум функционала формулируются в форме Гамильтона-Якоби (каноническая форма уравнений Эйлера). Для приближенного решения полученной системы дифференциальных уравнений при заданных краевых условиях применяется численный метод, который реализуется в автономном функциональном блоке системы Mathcad.

4. Поиск приближенного решения краевых задач осуществляется с помощью специального целевого функционала, приближенное минимальное значение которого можно найти одним из методов покоординатного спуска. Применение метода ускоренного градиентного спуска позволяет существенно уменьшить число итераций и практически исключить необходимость экспериментального подбора шага итерационного процесса, то есть повысить эффективность и экономичность расчетов.

5. Реализация предложенного алгоритма осуществляется в системе Mathcad. Программа в виде автономных функциональных блоков позволяет с минимальной корректировкой переходить к решению задач оптимизации подобного типа, изменяя параметры целевых функций, правые части дифференциальных уравнений, вид интегральных функционалов.

---

### **Библиографический список**

1. Буценко Е.В. Оптимизация управления инвестиционным проектированием на основе теоретико-игрового подхода / Е.В. Буценко // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, № 1. – С. 270–280.
2. Васильев Е.П. Агрегированная производственная функция / Е.П. Васильев // Дайджест-Финансы. – 2006. – № 6 (138). – С. 26–31.
3. Горбунов В.К. Эффективные производственные фонды и производственные функции малого предпринимательства регионов / В.К. Горбунов, А.Г. Львов // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 502–515.
4. Горидько Н.И. Регрессионное моделирование и прогнозирование экономического роста на примере Архангельской области / Н.И. Горидько, Р.М. Нижегородцев // Экономика региона. – 2012. – № 4. – С. 122–130.
5. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики : учебник для вузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – Москва : Наука, 1970. – 664 с.
6. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение / Г.Б. Клейнер. – Москва : Финансы и статистика, 1986. – 240 с.

7. Колемаев В.А. Математическая экономика : учебник для вузов / В.А. Колемаев. – 3-е изд., стер. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 399 с.
8. Математическая экономика на персональном компьютере / М. Кубонива, М. Табата, С. Табата, Ю. Хасэбэ ; под ред. М. Кубонива ; пер. с японского Д.М. Демченко, И.В. Белова ; под ред. и с предисл. Е.З. Демиденко. – Москва : Финансы и статистика, 1991. – 303 с.
9. Охорзин В.А. Прикладная математика в системе Mathcad : учеб. пособие / В.А. Охорзин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 352 с.
10. Слиденко А.М. Оптимальное управление экономикой предприятия с помощью двухсекторной модели / А.М. Слиденко, Е.А. Агапова // Управление экономическими системами. Электронный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 26 (1–16).
11. Слиденко А.М. Сравнение итерационных методов в задачах поиска оптимального управления экономикой / А.М. Слиденко, Е.А. Агапова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 3 (58). – С. 219–229.
12. Терновых К.С. Сравнительный анализ показателей эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе модели двухсекторной экономики / К.С. Терновых, А.М. Слиденко, Д.В. Чернов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3 (26). – С. 79–84.
13. Токарев В.В. Методы оптимальных решений : учеб. пособие / В.В. Токарев. – 2-е изд., испр. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 420 с.
14. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Л.Э. Эльсгольц. – Москва : Наука, 1969. – 424 с.
15. Arrow K.J. Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency / K.J. Arrow, H.B. Chenery, B.S. Minhas, R.M. Solow // Review of Economics and Statistics. – 1961. – Vol. 43, No. 3. – Pp. 225–250. DOI: 10.2307/1927286.
16. Cobb C.W. A theory of production / C.W. Cobb, P.H. Douglas // American Economic Review. – 1928. – Iss. 18 (1). Supplement. – Pp. 139–165.
17. De la Fuente A. Mathematical Methods and Models for Economists. The Mathematical Textbook for Economists / A. de la Fuente. – Cambridge, UK, NY : Cambridge University Press, 2009. – 836 p.
18. Doms Mark E. Estimating Capital Efficiency Schedules within Production Functions / Mark E. Doms // Economic Inquiry, 1996. – Vol. 34 (1). – Pp. 78–92.
19. Felipe J. The Aggregate Production Function and the Measurement of Technical Change: 'Not Even Wrong' / J. Felipe, J.S.L. McCombie. – Cheltenham, UK : Edward Elgar Publishing Ltd., 2015. – 400 p.
20. Just Richard E. Mathematical Modeling in Agricultural Economics. Encyclopedia of Life Support Systems, Vol. 2 / Richard E. Just. – USA : University of Maryland, 2009. – Pp. 1–45.
21. Kotulič R. The application of the Cobb-Douglas production function in analyzing the effectiveness of productive resources in agricultural enterprises of primary production / R. Kotulič, J. Pavelkova // Journal of Central European Agriculture. – 2014. – Vol. 15 (3). – Pp. 284–301. DOI: 10.5513/JCEA01/15.3.1489.
22. Maxfield B. Essential Mathcad for Engineering, Science, and Math / B. Maxfield. – 2nd edition. – New York : Academic Press, 2009. – 528 p.
23. Morris C.C. Fundamentals of Calculus / Carla C. Morris, Robert M. Stark. – New Jersey, UK : Wiley & Sons, 2015. – 496 p.
24. Leonard D. Optimal Control Theory and Static Optimization in Economics / D. Leonard, N. Van Long. – Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2012. – 368 p.
25. Solow R.M. Technical Change and the Aggregate Production Function / R.M. Solow // Review of Economics and Statistics. – 1957. – Vol. 39, No. 3. – Pp. 312–320. DOI: 10.2307/1926047.
26. Vali S. Principles of Mathematical Economics (Series: Mathematics Textbooks for Science and Engineering. Book 3) / S. Vali. – USA, New York : Atlantis Press, 2014. – 491 p.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Михайлович Слиденко – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экономического анализа, статистики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: alexandr.slidenko@yandex.ru.

Елена Анатольевна Агапова – кандидат экономических наук, доцент кафедры высшей математики и механики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Россия, г. Санкт-Петербург, e-mail: elenagapova603@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 20.08.2019

Дата принятия к печати 26.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexandr M. Slidenko, Candidate of Physics-Math. Sciences, Docent, the Dept. of Economic Analysis, Statistics and Applied Mathematics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: alexandr.slidenko@yandex.ru.

Elena A. Agapova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Higher Mathematics and Mechanics, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Russia, St. Petersburg, e-mail: elenagapova603@mail.ru.

Received August 20, 2019

Accepted September 26, 2019

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

---

**Наталья Владимировна Ефанова**  
**Валерия Романовна Ващенко**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

Рассматривается проблема финансовой устойчивости предприятия как одного из самых важных параметров нормального функционирования. Финансовая устойчивость является основой конкурентоспособности и фундаментом для стабильного положения предприятия в рыночных условиях. Если компания финансово устойчива, платежеспособна, то она имеет ряд преимуществ перед другими предприятиями аналогичного профиля для получения кредитов, привлечения инвестиций, в выборе поставщиков и в подборе квалифицированных кадров. Чем выше устойчивость предприятия, тем оно более независимо от резкого изменения рыночной конъюнктуры и, следовательно, тем меньше риск оказаться на краю банкротства. Для определения уровня финансовой устойчивости предложен способ оценки на основе математического аппарата теории нечетких множеств, которая позволяет рассмотреть каждый показатель, характеризующий финансовую устойчивость, как лингвистическую переменную. Совокупность показателей сводится к определению единого показателя для определения уровня финансовой устойчивости организации. Это дает ряд преимуществ по сравнению с традиционными числовыми методами расчетов. Предложена методика оценки финансовой устойчивости, которая включает в себя следующие этапы: определение входных лингвистических переменных; определение выходных лингвистических переменных; определение системы показателей весов; построение функции принадлежности для выбранных показателей; определение значений функций принадлежности для заданных входных параметров; вычисление агрегированного показателя; перевод степени финансовой устойчивости в лингвистическую переменную; оценка состояния предприятия на основе полученных результатов (степени финансовой устойчивости предприятия). Для проверки адекватности методики проведен анализ устойчивости АО «МХК «ЕвроХим». Проанализирована динамика показателей, выявлено нестабильное финансовое состояние исследуемого объекта, даны рекомендации, направленные на улучшение финансового состояния с целью сохранения конкурентоспособности предприятия в целевом сегменте рынка.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** финансовая устойчивость, коэффициент автономии, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент текущей ликвидности, коэффициент платежеспособности, коэффициент финансовой устойчивости.

## ENTERPRISE FINANCIAL STABILITY EVALUATION USING FUZZY LOGIC METHODS

**Natalia V. Efanova**  
**Valeria R. Vashchenko**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

The authors highlight the problem of financial sustainability of an enterprise, as one of the most important parameters of the normal functioning of any organization. Financial sustainability is the basis of competitiveness and the foundation for a stable position of an enterprise in market conditions. If a company is financially stable, solvent, then it has a number of advantages over other enterprises of a similar profile in obtaining loans, attracting investments, choosing suppliers and selecting qualified personnel. The higher the stability of an enterprise, the more it is independent of the abrupt change in market conditions and, consequently, the lower is the risk of being on the edge of bankruptcy. To determine the level of financial sustainability a method of estimation is proposed based on the mathematical apparatus of the fuzzy sets theory that allows considering each indicator characterizing financial sustainability as a linguistic variable. The set of indicators is reduced to the definition of a single indicator to determine the level of financial sustainability of an enterprise. This gives a number of advantages in comparison with traditional numerical methods of calculations. The



authors propose and describe the model for assessing financial sustainability including the following stages: determining the input linguistic variables; determining the output linguistic variables; determining the system of importance weight indicators; plotting a membership function for the selected indicators; determining values of membership functions for the given input parameters; calculating the aggregated indicator; conversion the degree of financial sustainability into the linguistic variable; corporate evaluation on the basis of the obtained results (degree of financial sustainability of an enterprise). To verify the adequacy of the methodology, the analysis of the AO «MKhK «EvroKhim» sustainability was carried out. The results of indicators dynamics analysis revealed the unstable financial condition of the object under study. Recommendations aimed at improving the financial condition in order to maintain the competitiveness of the enterprise in the target market segment were given.

KEYWORDS: financial sustainability, equity to total assets ratio, current assets coverage ratio, current liquidity ratio, debt ratio, financial stability index.

**Ф**инансовая устойчивость является основным параметром стабильной деятельности предприятия. Финансово устойчивое предприятие может покрывать вложенные активы, нематериальные активы, оборотные средства, не допускает дебиторской и кредиторской задолженностей, а также рассчитывается в срок по своим обязательствам.

На сегодняшний день нет общепринятого регламента, иного обязательного нормативного документа или стандарта для определения финансовой устойчивости, поэтому руководство каждой организации (предприятия) выбирает способ самостоятельно. Отсюда наличие большого количества различных методик оценки, например:

- метод с использованием абсолютных показателей;
- метод оценки чистых активов;
- коэффициентный метод и т. д.

В статье рассматривается способ оценки финансовой устойчивости на основе математического аппарата теории нечетких множеств, темпы прикладного применения которого постоянно растут [3, 9].

Предприятие характеризуется набором финансовых показателей бухгалтерской отчетности за определенный период. Возьмем пять основных показателей (критериев) для анализа финансовой устойчивости и введем их краткие обозначения:

- 1) коэффициент автономии –  $X_1$ ;
- 2) коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами –  $X_2$ ;
- 3) коэффициент текущей ликвидности –  $X_3$ ;
- 4) коэффициент платежеспособности –  $X_4$ ;
- 5) коэффициент финансовой устойчивости –  $X_5$ .

Для оценки финансовой устойчивости предприятия авторы предлагают использовать методику, разработанную с учетом опубликованных результатов исследований Н.А. Карповой, В.И. Лойко, А.О. Недосекина и др. [4, 7, 9].

Предлагаемая методика состоит из следующих этапов.

1. Определить входные лингвистические переменные.
2. Определить выходные лингвистические переменные.
3. Определить систему показателей весов.
4. Построить функции принадлежности для выбранных показателей.
5. Определить значения функций принадлежности для заданных входных параметров.
6. Вычислить агрегированный показатель.
7. Перевести степень финансовой устойчивости в лингвистическую переменную.
8. Оценить состояние предприятия на основе полученных результатов.

Для эффективного использования разработанной методики целесообразна разработка специального программного продукта с использованием принципов ООП и баз данных [8, 11], также важно определиться с исходными данными и методами их первичной обработки [6]. Пример подобной системы описан в [2]. Однако существуют ин-

струментальные средства, в частности Matlab или SciLab, которые имеют встроенные средства работы с лингвистическими переменными. Тогда возможна реализация на встроенном языке макросов без привязки к конкретному языку программирования, ООП и базам данных. Это более быстрый вариант процесса автоматизации методики.

Апробация методики проводилась на данных ОАО «МХК «ЕвроХим» за 2013 г. Также проведен ретроспективный анализ состояния за 2014, 2016 и 2017 г. [5].

Вышеперечисленные коэффициенты для определения финансовой устойчивости ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ ) можно представить в виде входных лингвистических переменных, терм-множества которых обозначим через понятие «уровень показателя».

Уровень показателя может принимать значения «низкий», «средний», «высокий», формализовать которые возможно с использованием трапециевидных функций принадлежности:

$$f_T(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (1)$$

В таблице 1 представлены диапазоны значений нечетких переменных, характеризующие термы «низкий», «средний», «высокий». Значения интервалов были определены на основе ранее опубликованных [1, 10]. Также введем лингвистическую переменную, которая будет характеризовать финансовое состояние предприятия. Терм-множество этой переменной включает следующие значения:

- $A_1$  – неблагоприятное состояние предприятия;
- $A_2$  – среднее состояние предприятия;
- $A_3$  – благоприятное состояние предприятия.

**Таблица 1. Диапазоны значений нечетких переменных**

Показатель	Уровень показателя		
	Низкий	Средний	Высокий
$X_1$	[0; 0,4]	[0,3; 0,7]	[0,6; 1]
$X_2$	[-2; 0,1]	[0,09; 0,4]	[0,35; 1]
$X_3$	[0; 1,15]	[1,1; 2,3]	[2,25; 3]
$X_4$	[0; 0,55]	[0,5; 0,85]	[0,8; 3]
$X_5$	[0; 0,6]	[0,55; 0,75]	[0,7; 1]

Смысловое значение для  $A_1, A_2, A_3$  также формализуется трапециевидной функцией принадлежности (численные значения представлены в табл. 5).

Для определения системы весов показателей нужно сопоставить каждый показатель с уровнем его значимости. Принимаем все показатели как равнозначные, тогда коэффициент равен  $1/N$ , где  $N$  количество показателей.

Далее необходимо построить функции принадлежности для каждого лингвистического термина из базового терм-множества («низкий», «средний», «высокий») для всех введенных входных лингвистических переменных. Параметры соответствующих функций принадлежности представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Параметры трапециевидной функции принадлежности коэффициентов для определения финансовой устойчивости**

Показатель		Низкий	Средний	Высокий
X <sub>1</sub>	a	0	0,3	0,6
	b	0,15	0,4	0,75
	c	0,25	0,6	0,85
	d	0,4	0,7	1
X <sub>2</sub>	a	-2	0,09	0,35
	b	-1,2	0,2	0,5
	c	-0,7	0,3	0,8
	d	0,1	0,4	1
X <sub>3</sub>	a	0	1,1	2,25
	b	0,4	1,5	2,5
	c	0,8	1,9	2,75
	d	1,15	2,3	3
X <sub>4</sub>	a	0	0,5	0,8
	b	0,25	0,6	1,5
	c	0,4	0,7	2,3
	d	0,55	0,85	3
X <sub>5</sub>	a	0	0,55	0,7
	b	0,2	0,6	0,8
	c	0,4	0,65	0,9
	d	0,6	0,75	1

Теперь вычислим уровни принадлежности  $\lambda$  нечетким подмножествам, формализующим термы входных лингвистических переменных. Построим матрицу, в которой столбцы – качественные уровни  $\lambda_i$  («низкий», «средний», «высокий»), строки – коэффициенты, а на пересечении строк и столбцов – числовое значение уровня  $\lambda$ , полученное при подстановке в формулу (1) числовых значений коэффициентов из таблицы 1 за 2013 г. и значение параметров из таблицы 2 (табл. 3).

**Таблица 3. Уровни принадлежности  $\lambda$**

Показатель	Значения в 2013 г.		
	Низкий ( $\lambda_1$ )	Средний ( $\lambda_2$ )	Высокий ( $\lambda_3$ )
X <sub>1</sub>	0,000	1,000	0,000
X <sub>2</sub>	0,950	0,000	0,000
X <sub>3</sub>	0,000	0,299	0,000
X <sub>4</sub>	0,000	0,000	0,096
X <sub>5</sub>	0,000	0,000	1,000

Следующим шагом является вычисление агрегированного показателя  $g(FS)$ , который нужен для определения окончательного значения, характеризующего финансовое положение предприятия. Агрегированный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$g(FS) = \sum_{j=1}^3 g_i \sum_{i=1}^5 r_i \lambda_{ij}, \quad (2)$$

- где  $g(FS)$  – степень финансовой устойчивости;
- $g_i$  – узловые точки стандартного трехуровневого 01-классификатора [7];
- $\lambda_{ij}$  – значение уровня принадлежности  $j$ -го уровня относительно текущего значения  $i$ -го показателя;
- $r_i$  – уровень значимости показателя ( $r_i = 0,33$ );
- $j$  – количество уровней классификатора.

В таблице 4 представлены результаты вычислений значения агрегированного показателя  $g(FS)$ .

**Таблица 4. Результаты вычислений значения агрегированного показателя  $g(FS)$**

$j$	$g_i$	$\sum(\lambda)$	$g(FS)$
1	0,5	0,950	0,397474405
2	0,35	1,299	
3	0,2	1,096	

Последним этапом является перевод степени финансовой устойчивости в лингвистическую переменную. Для этого воспользуемся таблицей 5.

**Таблица 5. Терм-множество лингвистической переменной «Финансовая устойчивость»**

Численное значение	Лингвистическое значение	
[0; 0,4]	$A_1$	Неблагополучное состояние предприятия
[0,4; 0,6]	$A_2$	Нормальное состояние предприятия
[0,6; 1]	$A_3$	Благополучное состояние предприятия

Исходя из проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что состояние предприятия ОАО «МХК «ЕвроХим» колеблется между нормальным и неблагоприятным. Это можно объяснить тем, что у каждого предприятия разное отношение к стратегии управления рисками, к понятию финансовой устойчивости, стабильности положения на рынке и т. д. Таким образом, диапазоны численных значений лингвистических переменных из таблицы 5 могут быть сдвинуты относительно границ. Руководитель вправе принять решение относительно нормального положения в случае более рискованной политики и неблагоприятного положения в противной ситуации.

Также можно сказать, что на данную ситуацию повлиял низкий коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами. Отрицательное значение коэффициента говорит о том, что все оборотные средства организации были сформированы за счет заемных источников. Кроме того, оказало влияние неоднозначное значение коэффициента платежеспособности, которое находится между средним и высоким. Это свидетельствует о том, что предприятие не может покрывать свои обязательства в полной мере.

По рассмотренной методике были рассчитаны показатели финансовой устойчивости ОАО «МХК «ЕвроХим» за 2014, 2016 и 2017 гг. Итоги сведены в таблицу 6.

**Таблица 6. Показатели ОАО «МХК «ЕвроХим» относительно рассчитанного значения агрегированного показателя, характеризующего финансовое положение предприятия**

	2013 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.
$g(FS)$	0,397474405	0,502445635	0,598866767	0,338439286

На основании значений интегрированного показателя  $g(FS)$  можно сказать, что финансовое положение ОАО «МХК «ЕвроХим» улучшалось с каждым годом и показало рост с 2013 по 2016 г. Данный период характеризовался нормальным и благополучным состоянием (табл. 6).

Проанализируем, что повлияло на значения, представленные в таблице 6. В частности, в числе факторов, оказавших влияние на показатель  $g(FS)$ , можно назвать значительное увеличение коэффициента платежеспособности (табл. 7). Данный коэффициент является основным показателем устойчивости предприятия в финансовом

плане. Он отражает возможности фирмы погашать обязательства. Также в динамике наблюдается рост коэффициента автономии, который показывает долю собственности предприятия в общей сумме средств. В рассматриваемом периоде 2013–2017 гг. доля собственности увеличилась на 8%.

В 2017 г. наблюдалось ухудшение финансового положения ОАО «МХК «ЕвроХим» (табл. 6), несмотря на рост показателей текущей ликвидности ( $X_3$ ) и платежеспособности ( $X_4$ ) (табл. 7).

**Таблица 7. Значения основных показателей (критериев) для анализа финансовой устойчивости ОАО «МХК «ЕвроХим»**

Показатель	2013 г.	2014 г.	2016 г.	2017 г.
$X_1$	0,4643	0,4352	0,585	0,5746
$X_2$	-1,2404	-0,6738	-1,6388	-1,743
$X_3$	2,1803	1,0125	0,5914	2,1578
$X_4$	0,8669	0,7704	1,4786	2,7632
$X_5$	0,8903	0,6667	0,585	0,5746

Отмечено незначительное снижение значений коэффициента автономии ( $X_1$ ), что также говорит о том, что финансовая устойчивость предприятия пошатнулась и в дальнейшем возможны финансовые риски (табл. 7). Снизились значения коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами ( $X_2$ ). Следовательно, уменьшается финансовая устойчивость предприятия, уменьшается собственный капитал, и все оборотные средства организации сформированы за счет заемных источников и полностью зависят от них.

Действительно, если мы обратимся к таблице 8, то увидим, что долгосрочные обязательства увеличились почти в 3 раза, а следовательно, увеличились и пассивы.

**Таблица 8. Показатели финансового положения ОАО «МХК «ЕвроХим»**

Показатели	2016 г.	2017 г.
Внеоборотные активы	354 608	406 460
Оборотные активы	66 167	62 209
Активы	420 775	468 669
Капитал	246 172	269 288
Долгосрочные обязательства	62 716	170 551
Краткосрочные обязательства	111 887	28 830
Выпущенные облигации	19 644	5016
Кредиторская задолженность поставщикам и подрядчикам	5280	5483
Обязательства по прочим налогам	1432	1073
Пассивы	420 775	468 669

### **Выводы**

Для улучшения финансового состояния и сохранения устойчивого положения на рынке ОАО «МХК «ЕвроХим» необходимо снизить уровень обязательств, запасов и затрат, изменить структуру баланса в сторону увеличения доли собственного капитала, а также выявить причины увеличения материальных оборотных средств (производственных запасов, незавершенного производства, готовой продукции).

## Библиографический список

1. Анализ финансовой устойчивости : сайт Audit-it.ru (финансовый анализ по данным отчетности) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/terms/solvency/> (дата обращения: 01.05.2019).
2. Барановская Т.П. Разработка системы поддержки принятия решений для оценки устойчивости предприятия / Т.П. Барановская, Е.А. Иванова, А.А. Канатов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 05 (129). – С. 1090–1110 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/05/pdf/78.pdf> (дата обращения: 18.07.2019).
3. Блок нечетких моделей для расчета экономических параметров технологически интегрированной производственной системы / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Н.В. Ефанова, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 06 (100). – С. 338–355 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/18.pdf> (дата обращения: 18.07.2019).
4. Карпова Н.А. Инструментарий анализа финансовой устойчивости консолидированной группы компаний : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.12 / Н.А. Карпова. – Москва, 2015. – 241 с.
5. Консолидированная финансовая отчетность и аудиторское заключение независимого аудитора. 31 декабря 2017 г. Группа «МХК "Еврохим"» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcc.eurochem.ru/wp-content/uploads/2016/03/MCC-EuroChem-12m2017-SIGNED.pdf> (дата обращения: 20.06.2019).
6. Костенко И.В. Выбор методов анализа при обработке данных в научных исследованиях / И.В. Костенко, Т.А. Крамаренко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сб. статей по материалам X Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко (Россия, г. Краснодар, 26–30 ноября 2016 г.). Отв. за вып. А.Г. Коцаев. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 428–429.
7. Лойко В.И. Использование лингвистических переменных и матричных схем агрегирования для оценки риска интегрированных производственных систем АПК / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социоэкономического развития : сб. статей международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Сочи, 05–09 октября 2016 г.). – Москва : АНО «Научно-исследовательский институт истории, экономики и права», 2016. – С. 123–128.
8. Лукьяненко Т.В. Базы и банки данных : учеб. пособие / Т.В. Лукьяненко, Т.А. Крамаренко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 91 с.
9. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний / А.О. Недосекин // Персональная страница Алексея Недосекина : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://sedok.narod.ru/s\\_files/2003/Art\\_280503.doc](http://sedok.narod.ru/s_files/2003/Art_280503.doc) (дата обращения: 15.06.2019).
10. Финансовый анализ (все о финансовом анализе) : сайт ООО «Южная аналитическая компания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1fin.ru/?id=310> (дата обращения: 05.07.2019).
11. Фирсова И.Д. Компьютерные технологии оформления результатов научных исследований: визуализация в научных исследованиях / И.Д. Фирсова, И.М. Яхонтова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сб. материалов VIII Международного форума (Россия, г. Краснодар, 26–30 декабря 2016 г.). – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 225–227.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Владимировна Ефанова – кандидат экономических наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: [efanova.nv@gmail.com](mailto:efanova.nv@gmail.com).

Валерия Романовна Ващенко – студент факультета прикладной информатики, направление 38.03.05 «Бизнес-информатика» (бакалавриат) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: [vashenkolera@mail.ru](mailto:vashenkolera@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 20.07.2019

Дата принятия к печати 28.08.2019

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia V. Efanova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: [efanova.nv@gmail.com](mailto:efanova.nv@gmail.com).

Valeria R. Vashchenko, Student of the Faculty of Applied Informatics, Pursuing a Bachelor's Degree in Business Informatics, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: [vashenkolera@mail.ru](mailto:vashenkolera@mail.ru).

Received July 20, 2019

Accepted August 28, 2019

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА НАЛОГОВОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

**Ирина Николаевна Маслова<sup>1</sup>**  
**Анна Николаевна Полозова<sup>2</sup>**  
**Роман Викторович Нуждин<sup>3</sup>**  
**Галина Викторовна Беляева<sup>3</sup>**  
**Екатерина Андреевна Саввина<sup>3</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

Существенным процессом налогового менеджмента является обеспечение налоговой состоятельности организаций на основе познания экономической природы этой категории. Восприятие категорийного аппарата налоговой состоятельности предусматривает постулирование сущности и содержания этого понятия в контексте взаимосвязей основных аспектов состоятельности (экономической, финансовой и налоговой). В качестве значимого критерия необходимости рассмотрения категории «налоговая состоятельность» применительно к перерабатывающим организациям АПК использована информация о величине и динамике налоговой нагрузки организаций по видам экономической деятельности. Установлено, что за последние 9 лет налоговая нагрузка организаций пищевых производств выросла в 1,9 раза, опережая темпы ее роста по организациям сельскохозяйственного производства в 6,6 раза, по остальным организациям – в 2,6 раза. Такие соотношения являются аргументами в пользу изучения экономической природы налоговой состоятельности как атрибутивного состояния экономической деятельности организаций-налогоплательщиков. Применение знаний о выявленных взаимосвязях и особенностях основных составляющих экономической, финансовой и налоговой состоятельности, о месте и роли последней в жизнедеятельности организаций-налогоплательщиков дало возможность обосновать определенные принципы налогообложения по трем направлениям (экономическим, юридическим, организационным), выделены и обоснованы базовые правила обеспечения налоговой состоятельности (принципы справедливости, эффективности, должной осмотрительности, непрерывности деятельности, законодательного покоя налоговой нормы), описаны их свойства и целепригодность для использования в качестве предметной базы обеспечения налоговой состоятельности организаций. Представлена характеристика сущности налоговой состоятельности, а также ее роли в обеспечении конкурентно-успешной деятельности перерабатывающих организаций АПК на основе сбалансированности налоговых интересов государства и субъектов хозяйствования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** перерабатывающие организации, АПК, налоговая состоятельность, экономическая природа, принципы.

## ECONOMIC NATURE OF TAX SOLVENCY OF PROCESSING ENTERPRISES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Irina N. Maslova<sup>1</sup>**  
**Anna N. Polozova<sup>2</sup>**  
**Roman V. Nuzhdin<sup>3</sup>**  
**Galina V. Belyaeva<sup>3</sup>**  
**Ekaterina A. Savvina<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup>ООО «EkoNivaTehnika-Holding»

<sup>3</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies

The essential process of tax management is to ensure the tax solvency of organizations on the basis of knowledge of economic nature of this category. The understanding of the categorical apparatus of tax solvency involves postulating the essence and content of this concept in the context of interrelationships of the main aspects of

sustainability (economic, financial and tax). Information on the magnitude and dynamics of the tax burden of organizations by types of economic activity is used as a significant criterion necessary for consideration the category «tax solvency» in relation to processing organizations of Agro-Industrial Complex. It was established that over the last 9 years the tax burden of food processing enterprises increased by 1.9 times, forging ahead of the growth rate of agricultural production organizations by 6.6 times, and of the other organizations by 2.6 times. Such ratios stick up for studying the economic nature of tax solvency as an attributive status of economic activity of taxpayer organizations. The application of knowledge on the identified interrelationships and features of the main components of economic, financial and tax solvency, on the place and role of the latter in taxpayer organizations functioning made it possible to justify certain principles of tax maintenance by three directions (economic, legal, organizational), to define basic rules for ensuring tax solvency (principles of equity, efficiency, due diligence, going concern, legislative rest of tax rule), as well as to describe their properties and suitability for use as an enterprise database of ensuring the tax solvency of organizations. The authors presented characteristic of the essence of tax solvency, as well as its role in ensuring the competitive successful functioning of the processing organizations of AIC on the basis of a balance of tax interests of the state and business entities.

KEYWORDS: processing enterprises, Agro-Industrial Complex (AIC), tax solvency, economic nature, principles.

**Ф**ункционирование и развитие перерабатывающих организаций АПК в быстроме-няющейся среде с обеспечением конкурентоспособности требует новых подхо-дов к оценке их состоятельности в системе налогового менеджмента. Поэтому относительно организаций-налогоплательщиков, в особенности таких, которые перера-батывают сырье сельскохозяйственного происхождения, требуются познания природы (сути и содержания) и характера, принципов оценки их налоговой состоятельности. В современных условиях хозяйствования, когда обновляются инструменты менеджмента бизнеса, прекращаются малоэффективные бизнес-отношения, однако недостаточно быстро создаются приемлемые условия взаимодействия государственных налоговых служб и налогоплательщиков, недоучет отдельных составляющих налоговой состоя-тельности, факторов, на них воздействующих, и источников оценочной информации может существенно снизить уровень состоятельности организации-налогоплательщика.

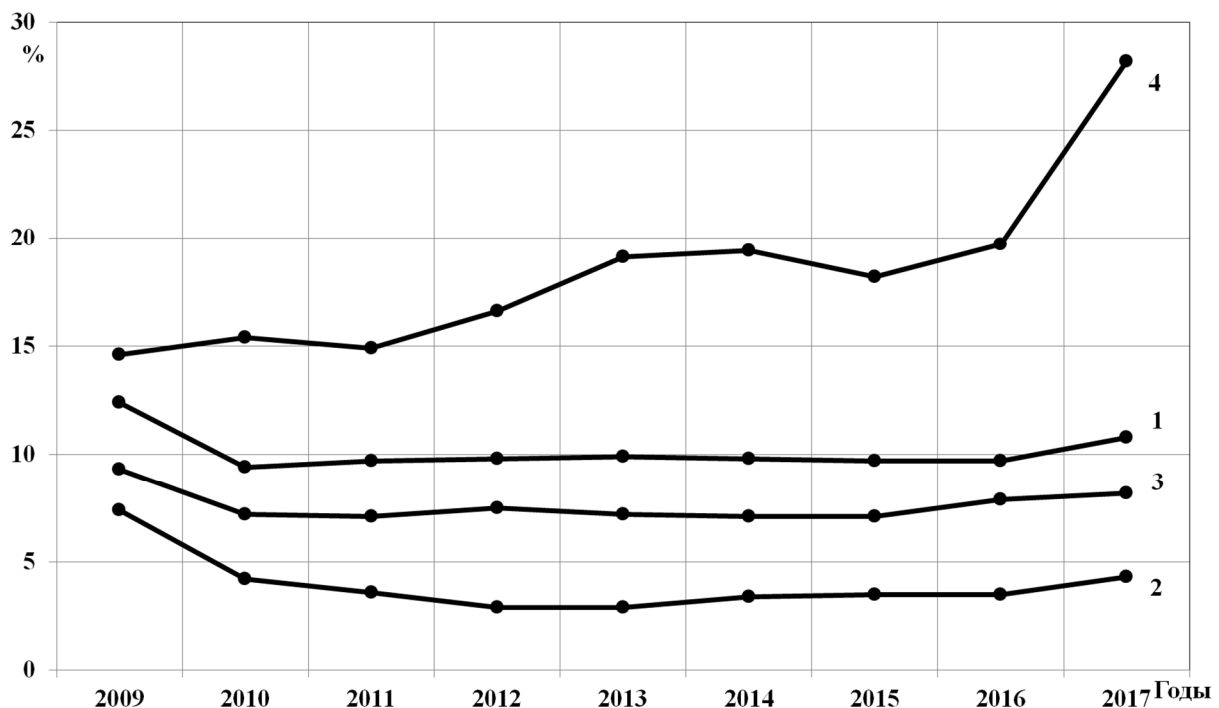


Рис. 1. Налоговая нагрузка по видам экономической деятельности в РФ (2009–2017 гг.):  
1 – всего по видам экономической деятельности; 2 – сельское хозяйство; 3 – обрабатывающие производства; 4 – производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий



За последние годы налоговая нагрузка на экономическую деятельность перерабатывающих организаций АПК существенно возросла, а по своей величине значительно превышает величину этого показателя по другим видам экономической деятельности, что наглядно демонстрируют данные рисунка 1 [24]. Поэтому возникает насущная потребность изучения экономической природы такой категории, как «налоговая состоятельность» в контексте других сторон состоятельности.

В настоящее время вопросы, связанные с налоговой состоятельностью, являются малоизученными и недостаточно проработанными. Так, рассуждая о тех или иных сторонах состоятельности организаций, авторы рассматривают в основном такие категории, как:

- экономическая состоятельность;
- экономическая обоснованность [20, с. 489];
- экономическая устойчивость;
- экономическая безопасность;
- финансовая состоятельность;
- финансовая безопасность;
- финансовая устойчивость;
- налоговая устойчивость [1, с. 168];
- налоговая безопасность;
- налоговая культура.

Рассмотрим сущность вышеперечисленных категорий детальнее.

Понятие экономической состоятельности организаций достаточно разносторонне представлено в публикациях многих специалистов. Так, Г.С. Мерзликина и П.С. Шаховская определяют экономическую состоятельность на микроуровне как такой «...уровень управления предприятием, который позволяет ему функционировать в бизнесе, как совокупность качественных и количественных характеристик, обеспечивающих ему устойчивую жизнеспособность» [12, с. 42]. Авторы, чье мнение мы разделяем, признают ее функциональными составляющими рыночную, производственную и финансовую области. Очевидно, что область налогообложения является частью финансовой в силу природы и характера этой категории.

М.С. Власова, Н.Н. Погостинская, С.А. Васильев связывают экономическую устойчивость со способностью субъекта хозяйствования сохранять равновесие и баланс всех экономических ресурсов, необходимых для бесперебойной и безубыточной работы, отдавая предпочтение стратегической устойчивости [3, с. 56]. Мы отмечаем здесь явную связь устойчивости с налоговыми рисками, поскольку поддерживать конкурентные преимущества организация должна вопреки влиянию факторов риска и неопределенности.

Э.Р. Мисхожев связывает экономическую устойчивость с достижением гармонии или согласованности внутренней среды, параметры которой определяют режим функционирования предприятия, и внешней среды, параметры которой определяют режим воздействия внешнего окружения на предприятие [13, с. 54]. Нами обращено внимание на оригинальность данной трактовки. С другой стороны, следует отметить, что влияние среды на налоговую систему организации вполне очевидно.

Е.В. Негашев считает, что понятие финансовой устойчивости компании отличается от понятия устойчивости равновесного состояния в ряде моментов, но в рамках общенаучного контекста нужно рассматривать ее как характеристику степени равновесия финансового состояния [14, с. 231]. Именно так автор рассматривает эту категорию с позиции аналитического подхода, которую мы разделяем.

В.В. Рокотянская и А.Н. Герасимов под финансовой устойчивостью понимают один из важнейших показателей финансового состояния предприятия, отражающий сте-

пень безопасности вложения в это предприятие [17, с. 34]; то есть авторы рассматривают эту категорию как платежеспособность, которая сопровождается экономическим ростом, выполнением требований банка, предъявляемых к заемщику кредитных ресурсов, когда собственных средств достаточно для погашения долгов и обязательств для последующего роста и развития. Как мы видим, авторы учитывают и налоговые обязательства, связывая их исполнение с финансовой устойчивостью, если они осуществляются за счет собственных средств.

Н.А. Казакова и А.Н. Иванова трактуют понятие финансовой безопасности (важнейшей экономической категории) как такое состояние ее финансовой среды, при котором компания имеет возможность эффективно функционировать в соответствии с целями, установленными собственником бизнеса, оперативно и адекватно реагировать на изменения во внутренней и внешней среде, а также адаптироваться к ним без потери автономности и снижения результативности [6, с. 21–22]. Мы согласны с авторами, которые считают некорректным отождествление понятий «финансовая безопасность» и «экономическая безопасность», поскольку первая представляет собой лишь одну из составляющих второй [7, с. 94].

А.Ю. Переверзенцевой, М.С. Зуевой и М.К. Аристарховой под налоговой устойчивостью понимается способность предприятия отвечать по своим налоговым обязательствам, несмотря на воздействующие на него экономические возмущения внешней и внутренней среды, поддерживая при этом намеченный режим функционирования [16, с. 17]. Мы поддерживаем данную точку зрения, несмотря на то, что авторы игнорируют такое понятие, как «сопряженная среда», имеющее весьма существенное значение для перерабатывающих организаций АПК, поскольку авторы акцентируют внимание на дефицитном и профицитном состоянии налоговой устойчивости.

М.Ф. Сафонова уделила внимание налоговой безопасности организации как составной части экономической безопасности, под которой понимает «реализацию законодательно утвержденных норм и правил налогообложения, налогового планирования и прогноза, а также контроля за соблюдением налогового законодательства» [19, с. 228]. С другой стороны, автор представляет налоговую безопасность как налоговую оптимизацию с управляемыми рисками, которая рассматривается с позиции правового и экономического аспекта. Мы считаем не совсем корректным такое определение, поскольку налоговая оптимизация – это элемент системы налогового планирования, а поэтому налоговая безопасность является следствием налоговой оптимизации.

Среди распространенных налоговых правонарушений, создающих угрозу налоговой безопасности, нами выделены такие, которые оказывают особое влияние на налоговую состоятельность организации-налогоплательщика. К ним относятся:

- непредставление налоговой декларации;
- грубое нарушение правил учета доходов и расходов, объектов налогообложения;
- неуплата или неполная уплата сумм налога;
- непредоставление налоговому органу сведений, необходимых для осуществления налогового контроля;
- неуплата налога в результате применения нерыночных цен и другие.

Поэтому правомерной является точка зрения Т.А. Ефремовой, утверждающей, что «...сущность налоговой безопасности реализуется в системе критериев и индикаторов, которые оценивают состояние хозяйствующего субъекта с точки зрения исполнения налоговых обязательств и налоговых последствий при осуществлении всей совокупности финансово-хозяйственной деятельности» [5, с. 14].

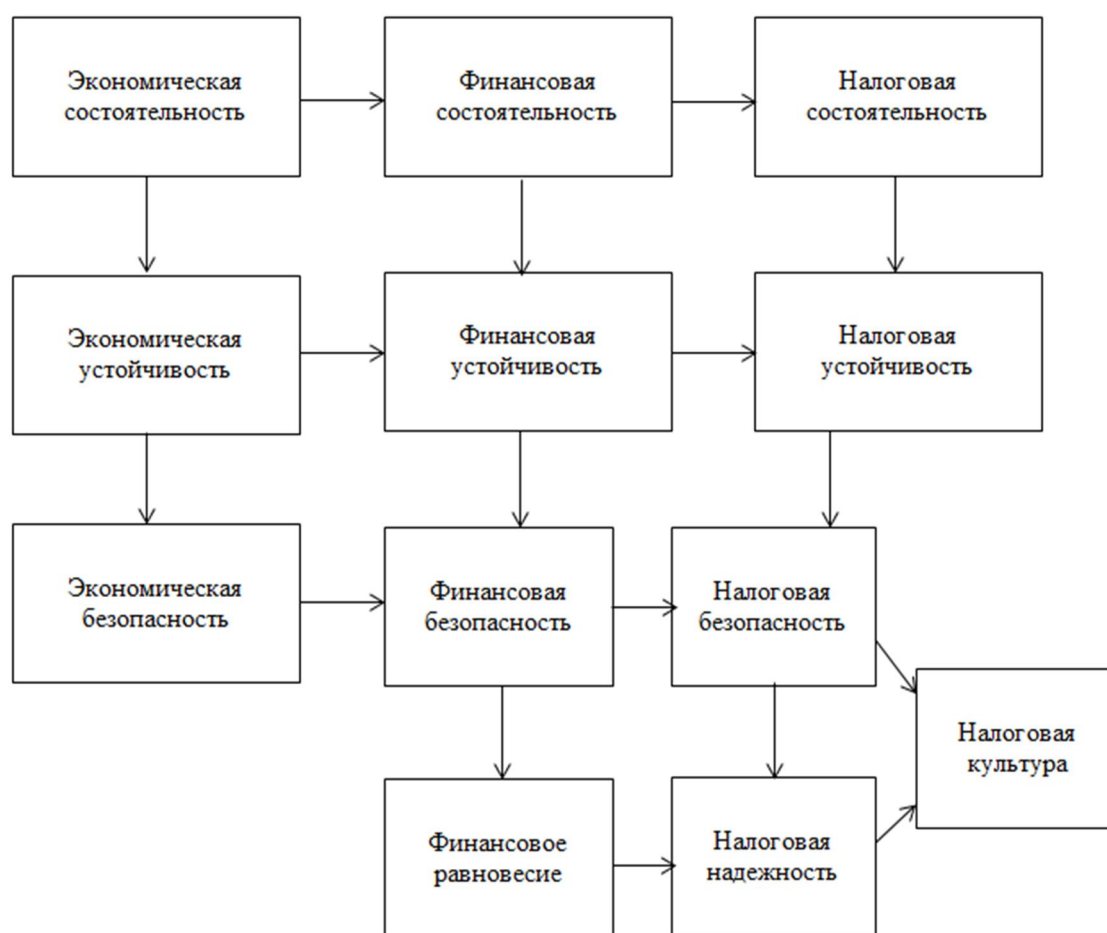
Представляет интерес мнение О.А. Тушевой [22] и И.А. Масловой [10], которые рассматривают еще одну сторону налоговой состоятельности, не менее важную, на наш взгляд, чем налоговая безопасность, – это налоговая культура. Так, О.А. Тушева отме-

чает двусторонность налоговой культуры: во-первых – как часть экономической культуры и массового сознания она формируется из осмысления всей значимости для государства и общества необходимости уплаты налогов – это проявление политической стороны; во-вторых, как знание налогоплательщиков их прав и обязанностей по уплате налогов – это проявление правовой культуры [22, с. 13].

И.А. Маслова выделяет в структуре налоговой культуры поведенческие, ценностные и когнитивные элементы и характеризует ее как:

- 1) осознанность уплаты налогов, практик ухода от налогообложения, а также участие налогоплательщиков в работе различных государственных и общественных органов и организаций, связанных с налоговыми отношениями;
- 2) отношение налогоплательщиков и общества в целом к процессам уплаты налогов или уклонения от них, а также собственной налоговой деятельности;
- 3) знание и понимание налогового законодательства [10, с. 80].

Рассмотренные нами составляющие, как явствует из изложенных положений их сущности и характера, тесно переплетены и обладают определенными взаимосвязями (рис. 2).



**Рис. 2. Взаимосвязи основных составляющих экономической, финансовой и налоговой состоятельности организаций-налогоплательщиков**

Далее стоило бы отметить, что должная налоговая состоятельность организации, в том числе той, которая перерабатывает сырье сельскохозяйственного происхождения, может быть обеспечена только при соблюдении определенных принципов налогового ведения. Воспринимая категорию «принцип» как «фундаментальное положение чего-либо», мы считаем целесообразным рассмотреть их применительно к изучаемому понятию

«налоговая состоятельность» в следующем контексте: принципы налогового менеджмента → принципы налоговой политики → принципы состоятельности налогообложения организации-налогоплательщика.

Отечественными специалистами по налоговому менеджменту описанию и значимости его принципов уделяется особое внимание.

Так, М.В. Васильевой [2] и И.А. Коростелкиной [9] выделено 5 методологических подходов в отношении озвучивания принципов налоговой политики.

Приверженцы первого подхода трактуют принципы налоговой политики по трем направлениям – экономическим, юридическим, организационным, не смешивая их друг с другом:

- экономические раскрываются через справедливость, соразмерность, экономичность, учет интересов налогоплательщика, хозяйственную независимость, эффективность, равенство, множественность, всеобщность;

- юридические раскрываются через согласованность интересов субъектов налоговых отношений, законность, нейтральность, отрицание обратной силы действия налогового закона, равенство налоговой нагрузки, приоритетность налогового законодательства над неналоговым, согласование интересов федерального, регионального, местного уровней управления и организаций-налогоплательщиков;

- организационные раскрываются через единство национальной налоговой системы, эластичность, стабильность, направленность на гармонизацию в соответствии с международными нормами, единство, неизменность структуры (стабильность), множественность налогов, универсальность, простота и удобство взимания налогов, открытость, определенность, целостность, единство и одновременность налогообложения.

В соответствии со вторым подходом принципы построения налоговой системы отождествляются с принципом налогообложения и раскрываются через экономико-функциональные и организационно-правовые.

Третий подход, наоборот, основан на разделении принципов построения налоговой системы и принципов налогообложения и раскрывается через простоту алгоритма расчетов налогов, отсутствие дублирования, простоту и экономичность процесса сбора налогов, стабильность, законодательное регламентирование, приемлемый размер налогового бремени, справедливость (относительно построения налоговой системы); равенство, справедливость, эффективность, универсализацию, одновременность, стабильность и дифференциацию налоговых ставок, удобство и время взимания налогов, разумного их сочетания.

В четвертом подходе отождествляются принципы построения налоговой системы с принципами налоговой политики и раскрываются через развитие производительных сил; однако данный принцип в настоящее время возможен только гипотетически – в период начального строительства налоговой системы, сейчас он уже малопродуктивен.

Пятый подход основан на выделении самостоятельных принципов, не отождествляемых ни с какими другими принципами, и раскрывается через научную обоснованность, снижение влияния субъективных факторов на характер формируемой политики, восприимчивость, понятность.

Следует отметить, что впервые принципы налогообложения были сформулированы в XVIII в. А. Смитом: принцип пропорциональности налогообложения, принцип определенности налогообложения, принцип удобства налогообложения, принцип экономии. Эти принципы называют классическими, поскольку они являются четкими, доходчивыми, простыми и явно учитывают интересы налогоплательщика. Именно на этих классических принципах основываются озвученные нами выше принципы.

С учетом перечисленных особенностей классических принципов для целей постулирования сущности налоговой состоятельности организаций-налогоплательщиков нами приняты как базовые правила и рассмотрены следующие виды принципов: спра-

ведливости, эффективности, должной осмотрительности, непрерывности деятельности, законодательного покоя налоговой нормы.

### 1. Принцип справедливости.

А. Смит понимал под справедливостью налогообложения равную обязанность всех налогоплательщиков уплачивать налоги, исходя из реальной платежеспособности [21]. И.А. Коростелкина считает, что этот принцип предполагает равное распределение налогового бремени [9, с. 88]. Можно согласиться с В.Г. Пансковым, называющим этот принцип основополагающим в системе налогообложения и предлагающим рассматривать справедливое налогообложения с трех позиций: равенства налогоплательщиков при уплате налогов, получаемой ими от государства выгоды, соблюдения прав и обязанностей налогоплательщиков и государства при защите своих интересов [15, с. 26–27].

### 2. Принцип эффективности.

О.В. Гордеевой сформулированы достаточно полные требования как необходимые составляющие этого принципа: сбалансированность всех участников налоговых отношений, точечный характер налогового воздействия, превалирование регулирующей функции налогообложения над фискальной [4, с. 33].

И.А. Коростелкиной принцип эффективности определен как совокупность мероприятий по формированию эффективной системы налогообложения; всего автором их выделено шесть, среди них, по нашему мнению, главными можно считать: независимость налогов от принимаемых управленческих решений, непротиворечивость системы налогообложения государства, непереносимость налога, то есть пресечение возможности экспорта налогов, оптимальность, то есть низкий уровень государственных издержек по содержанию административного налогового аппарата и сбору данного налога [9, с. 87].

### 3. Принцип должной осмотрительности.

Д.И. Ряховским и В.И. Крицким был рассмотрен этот принцип относительно подтверждения реальности сделок в современных условиях. Опираясь на определение, данное в Постановлении Пленума ВАС РФ от 25.05.2010 № 15658/09, авторы обратили особое внимание на то, что проявление осмотрительности предполагает проведение комплекса мероприятий: проверку и оценку деловой репутации, платежеспособности контрагента, наличия основных средств и материалов для выполнения работ, наличия квалифицированных специалистов в соответствующей области [18, с. 141–142]. Иначе говоря, косвенные доказательства недобросовестности о том, что налогоплательщик действовал без должной осмотрительности (показания свидетелей, экспертиза, результаты встречных проверок), менее значимы, чем реальные факты.

### 4. Принцип непрерывности деятельности.

Н.Н. Карзаева и О.В. Соколова называют этот принцип одним из фундаментальных, так как он предполагает отсутствие у хозяйствующего субъекта намерения и необходимости ликвидации или существенного сокращения деятельности, что обуславливает погашение обязательств в установленном порядке [8, с. 71]. К названным обстоятельствам, по нашему мнению, относятся и налоговые платежи фискальным органам. Т.А. Мартыновой и А.В. Греховодовой сформулированы доказательства, свидетельствующие о непрерывности деятельности организации в виде совокупности финансовых показателей [11, с. 80–81].

### 5. Принцип законодательного покоя налоговой нормы.

Учитывая реалии современной российской действительности, представляется целесообразным включение в систему принципов и этого, введенного Н.А. Фальшиной принципа. По мнению автора, которое мы разделяем, этот принцип, во-первых, должен будет обеспечить организации-налогоплательщику, осуществляющему экономическую деятельность, некоторые гарантии запрета на внесение изменений и дополнений в

налоговое законодательство в период экономического кризиса; во-вторых, поскольку существует латентная угроза увеличения налогового бремени, что сказывается на качестве продукции, ее цене и объемах, особое внимание законодателю будет необходимо обратить на увеличение налоговых ставок [23, с. 7]. Последнее особенно важно, поскольку в настоящее время в экономике России имеют место кризисные явления.

Учитывая выявленные принципы и взаимосвязи, налоговую состоятельность организации-налогоплательщика можно охарактеризовать следующим образом:

1) налоговая состоятельность является элементом системы экономической, в том числе финансовой состоятельности, поскольку организация-налогоплательщик функционирует и развивается в экономической, в том числе финансовой и налоговой среде;

2) налоговая состоятельность организации-налогоплательщика может быть обеспечена только при соблюдении определенных принципов – справедливости, эффективности, должной осмотрительности, непрерывности деятельности, законодательного покая налоговой нормы;

3) основой налоговой состоятельности является налоговая устойчивость организации-налогоплательщика, выражающаяся в безопасности, надежности и соответствующей культуре налоговых отношений;

4) оценить налоговую состоятельность организации-налогоплательщика необходимо, используя специальные аналитические инструменты, позволяющие должным образом определить ее уровень.

Таким образом, налоговая состоятельность организации-налогоплательщика является значимым параметром субъектов хозяйствования и выражается в сбалансированности: устойчивости, безопасности, культуры и надежности системы налогообложения.

Перерабатывающие организации, постоянно анализирующие свою налоговую состоятельность и принимающие определенные меры по обеспечению ее контроля, получают дополнительные возможности на этой основе выстраивать свою конкурентоуспешную экономическую деятельность, обеспечивая рост налоговых поступлений в бюджеты различных уровней без препятствий для своего развития. Поэтому значимость такой экономической категории, как налоговая состоятельность, в современных волатильных условиях возрастает и становится атрибутивным процессом налогового менеджмента.

### Библиографический список

1. Аристархова М.К. Оценка налогообложения предприятия / М.К. Аристархова, М.С. Зуева // Вестник УГАТУ. – 2014. – Т. 18, № 1. – С. 167–173.
2. Васильева М.В. Принцип многоуровневой налоговой политики / М.В. Васильева // Управленческий учет. – 2013. – № 1. – С. 64–71.
3. Власова М.С. Налоговый риск и устойчивость / М.С. Власова, Н.Н. Погостинская, С.А. Васильев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Экономика. Социология. Менеджмент. – 2015. – № 4. – С. 55–65.
4. Гордеева О.В. Необоснованная налоговая выгода: отличительные признаки и практика применения / О.В. Гордеева // Финансы. – 2010. – № 3. – С. 37–41.
5. Ефремова Т.А. Развитие предпроверочного анализа при планировании выездных налоговых проверок в контексте риск-ориентированных подходов / Т.А. Ефремова // Налоги. – 2015. – № 4. – С. 14–18.
6. Казакова Н.А. Диагностика и контроль финансовой безопасности компании: управленческий аспект / Н.А. Казакова, А.Н. Иванова // Управленческий учет. – 2016. – № 5. – С. 20–32.
7. Казакова Н.А. Финансовая безопасность компании: аналитический аспект / Н.А. Казакова, А.Н. Иванова // Экономический анализ: теория и практика. – 2016. – № 10. – С. 93–105.
8. Карзаева Н.Н. Оценка непрерывности деятельности хозяйствующего субъекта / Н.Н. Карзаева, О.В. Соколова // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2017. – № 4. – С. 70–77.
9. Коростелкина И.А. Использование принципов многоуровневой налоговой политики / И.А. Коростелкина // Управленческий учет. – 2015. – № 5. – С. 81–90.
10. Маслова И.А. Налоговая культура: содержание, структура и механизм формирования / И.А. Маслова // Управленческий учет. – 2015. – № 3. – С. 78–84.
11. Мартынова Т.А. Методика применения экономического анализа в аудите на основе оценки числовых активов / Т.А. Мартынова, А.В. Греховодова // Аудиторские ведомости. – 2014. – № 3. – С. 79–82.
12. Мерззликина Г.С. Экономическая состоятельность предприятия : монография / Г.С. Мерззликина, П.С. Шаховская. – Волгоград : ВолгГТУ, 1998. – 265 с.

13. Мисхожев Э.Р. Вопросы формирования и реализации концептуальной модели диагностики экономической устойчивости промышленного предприятия / Э.Р. Мисхожев // Менеджмент в России и за рубежом. – 2011. – № 4. – С. 53–61.
14. Негашев Е.В. Логические проблемы построения теории анализа финансовой устойчивости компании / Е.В. Негашев // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – № 1. – С. 228–240.
15. Пансков В.Г. Принцип справедливости в налогообложении: вопросы теории и практики / В.Г. Пансков // Финансы. – 2015. – № 2. – С. 26–30.
16. Перевезенцева А.Ю. Концептуальные и методологические основы оценивания налоговой устойчивости предприятия / А.Ю. Перевезенцева, М.К. Аристархова // Совершенствование налогового администрирования : матер. Первой науч.-практ. конф. (Россия, г. Уфа, 06 октября 2016 г.). – Уфа : Изд-во Уфимского государственного авиационного технического университета, 2016. – С. 17–27.
17. Рокотянская В.В. Развитие инструментальных методов анализа финансовой устойчивости промышленного предприятия / В.В. Рокотянская, А.Н. Герасимов // Пищевая промышленность. – 2015. – № 7. – С. 34–38.
18. Ряховский Д.И. Разработка комплекса мер по проявлению должной осмотрительности и подтверждение реальности сделок в современных условиях / Д.И. Ряховский, В.И. Крицкий // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2017. – № 7. – С. 38–51.
19. Сафонова М.Ф. Развитие теории и методологии внутреннего налогового контроля и аудита как элемента экономической безопасности организации / М.Ф. Сафонова // Инновационное развитие экономики. – 2016. – № 1 (31). – С. 227–234.
20. Середа Г.Б. Принцип экономической обоснованности налога / Г.Б. Середа // Налоги и налогообложение. – 2013. – № 7. – С. 483–490.
21. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – Москва : Памартис, 2006. – 488 с.
22. Тушева О.А. Основы формирования налоговой культуры / О.А. Тушева // Аудит и финансовый анализ. – 2013. – № 5. – С. 12–15.
23. Фальшина Н.А. К вопросу о принципах налогового права / Н.А. Фальшина // Налоги. – 2015. – № 5. – С. 5–8.
24. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальная статистика (информационно-аналитические материалы) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru/compendium> (дата обращения: 29.04.2019).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ирина Николаевна Маслова – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [irimslv@mail.ru](mailto:irimslv@mail.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).

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).

Галина Викторовна Беляева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kafbuchet@yandex.ru](mailto:kafbuchet@yandex.ru).

Екатерина Андреевна Саввина – кандидат технических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [katnok2207@yandex.ru](mailto:katnok2207@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 15.08.2019

Дата принятия к печати 28.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Irina N. Maslova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of the Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [irimslv@mail.ru](mailto:irimslv@mail.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).

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).

Galina V. Belyaeva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [kafbuchet@yandex.ru](mailto:kafbuchet@yandex.ru).

Ekaterina A. Savvina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [katnok2207@yandex.ru](mailto:katnok2207@yandex.ru).

Received August 15, 2019

Accepted September 28, 2019

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КАДАСТРОВОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Наталья Викторовна Ершова<sup>1</sup>  
Валерий Николаевич Баринов<sup>2</sup>  
Наталья Игоревна Трухина<sup>2</sup>  
Геннадий Алексеевич Калабухов<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Воронежской области (Росреестр)

Для решения вопросов эффективного управления, учета и регистрации объектов недвижимости в Российской Федерации создана новая информационная система кадастра недвижимости, которая объединила в себе сразу несколько реестров: реестра прав и сделок с объектами недвижимости, реестра объектов недвижимости и реестра границ. В процессе интеграции и создания сложной и многоуровневой системы не удалось избежать проблем, которые привели к тому, что созданный реестр не отвечает принципам достоверности и полноты информационных данных. Среди известных исследователям проблем можно отметить наличие реестровых и технических ошибок, проблему гармонизации и нормализации основных сведений при интеграции данных из различных реестров. Существенна также проблема ранее учтенных объектов недвижимости, зарегистрированных в реестре без привязки границ к координатам. Данные публичной кадастровой карты, которые отражают состояние кадастрового учета земельных участков в Воронежской области в целом и в разрезе кадастровых районов, позволяют сделать вывод о том, что только порядка 50% земельных участков поставлены на кадастровый учет с занесением сведений о границах. Проблема неустановленных границ земельных участков характерна не только для нашего региона, но отмечается и в целом по Российской Федерации. Однако основной проблемой, по мнению авторов, является отсутствие полноты сведений кадастра недвижимости как следствие заявочного принципа учета и регистрации недвижимости. Для решения этой проблемы предлагается ввести процедуру кадастрового учета в качестве обязательной, а в целях обеспечения достоверности сведений об объектах недвижимости комплексные кадастровые работы проводить на принципе государственного и муниципального софинансирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регистрация прав, кадастровый учет, реестр объектов недвижимости, кадастр, информационная система.

## FEATURES OF DEVELOPMENT OF CADASTRAL SYSTEM OF THE RUSSIAN FEDERATION

Natalia V. Ershova<sup>1</sup>  
Valeriy N. Barinov<sup>2</sup>  
Natalia I. Trukhina<sup>2</sup>  
Gennadiy A. Kalabukhov<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

<sup>3</sup>Department of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography for Voronezh Oblast

In order to address the issues of effective management and registration of real estate objects in the Russian Federation a new real estate cadastre information system has been created. It combines several registers, i.e. the register of rights and transactions with real estate, the real estate register and the register of borders and boundaries. In the process of integration and creation of a complex multi-level system it was impossible to avoid problems that led to the fact that the created register did not conform to the principles of data reliability and completeness. The problems known to researchers include the presence of register and technical errors, and the problem of harmonization and normalization of basic information when the data from various registers is integrated. Another significant problem is the absence of



geo-reference of boundaries of previously registered real estate objects. The data of the public cadastral map that reflects the state of cadastral registration of land plots in Voronezh Oblast in general and by certain cadastral regions allows concluding that only about 50% of land plots are cadastrally registered with the information about their boundaries recorded. The problem of undefined boundaries of land plots is typical not only for our region, but for the whole Russian Federation. However, the authors believe that the main problem is the lack of completeness of real estate cadastral information as a consequence of the application-based principle of real estate registration. In order to solve this problem it is proposed to introduce a mandatory procedure of cadastral registration, and to perform comprehensive cadastral works basing on the principle of state and municipal co-financing in order to ensure the reliability of information about real estate objects.

KEYWORDS: registration of rights, cadastral registration, real estate register, cadastre, information system.

**В** настоящее время в системе управления земельными ресурсами ведущая роль принадлежит информации и информационным ресурсам, при этом государство, понимая важность развития информационных технологий, активно участвует в их создании и совершенствовании [1]. На сегодняшний момент создана система единой нормативно-правовой базы, которая призвана регулировать отношения в данной области (основным нормативным актом принято считать федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [7]), а также принят ряд подзаконных актов и целевых программ, позволяющих эффективно контролировать сбор, обработку, хранение и предоставление информации, которая генерируется в ходе деятельности различных ведомств. Кроме того, разработана и функционирует система межведомственного электронного взаимодействия держателей информации, определены основные технологические стандарты и схемы, приняты классификаторы и описания структур пространственных данных.

Основными принципами построения единого информационного пространства, в том числе в области управления объектами недвижимости, являются достоверность информации и своевременность ее предоставления. Кроме того, информационные данные должны обладать такими свойствами, как полнота, актуальность, защищенность, доступность и др. [15].

Отсюда очевидна одна из основных задач, которая стоит перед государством и другими владельцами информационных ресурсов. Она заключается в повышении качества данных, поскольку именно качество влияет на функциональность информационной системы в целом. Создаваемое государством информационное пространство будет в обозримом будущем объединять различные государственные и информационные ресурсы посредством нормализации информации по единым стандартам. Для достижения этой цели еще в 2014 г. Председателем Правительства РФ Д.И. Медведевым было подписано распоряжение Правительства Российской Федерации № 793-р «Об утверждении Концепции методологии систематизации и кодирования информации, а также совершенствования и актуализации общероссийских классификаторов, реестров и информационных ресурсов» и в 2016 г. – Постановление Правительства Российской Федерации № 487 «О первоочередных мерах, направленных на создание государственной информационной системы "Единая информационная среда в сфере систематизации и кодирования информации"» [9, 11].

Проанализировав историю создания современной кадастровой системы, можно сделать вывод, что сложность технологии формирования кадастра существенно повлияла на качество и достоверность кадастровой информации. Сведения об объектах недвижимости до 2008 г. формировались различными подведомственными организациями: Кадастровая палата осуществляла кадастровый учет земельных участков и ведение ЕГРЗ (единого государственного реестра земель); бюро технической инвентаризации (БТИ) проводили техническую инвентаризацию и технический учет объектов капитального строительства; регистрационная палата осуществляла регистрацию прав и сделок с объектами недвижимости и вела ЕГРП (Единый государственный реестр прав

на недвижимое имущество и сделок с ним). Отсутствовало понятие «единства истории» земельного участка и объекта недвижимости, то есть регистрация прав на ОКС могла осуществляться без предварительного учета материнского земельного участка в едином государственном реестре земель [5].

Следует отметить, что ведение Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним (ЕГРП), в отличие от централизованного ведения Государственного кадастра недвижимости (ГКН), осуществляли территориальные отделы органов юстиции. Кроме того, в базах данных информационных ресурсов была выявлена значительная доля ошибок и пробелов, особенно это касалось системы ГКН. Так, некоторая часть объектов недвижимости не была внесена в реестр при передаче данных архивов Министерства сельского хозяйства в 1991 г., часть утеряна при передаче перечней ранее учтенных земельных участков в 2000 г., а также часть некорректно отразилась при передаче данных по ОКС из архивов БТИ в 2013 г. [2].

До 2017 г. государственная регистрация прав на недвижимое имущество регламентировалась Федеральным законом от 21.07.1997 г. № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним». Работы по регистрации прав осуществлялись в АИС «Юстиция» посредством программного комплекса ЕГРП, кадастровый учет технологически осуществлялся в АИС ГКН (государственный кадастр недвижимости). С 01.01.2017 г. вступил в силу Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», результатом которого стало объединение систем реестра прав и объектов кадастра недвижимости в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). Для ведения информационного обеспечения ЕГРН внедрена и функционирует Федеральная государственная информационная система единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН), направленная не только на регистрацию объектов недвижимости, но и на взаимодействие с внешними ведомствами и системами [10, 16].

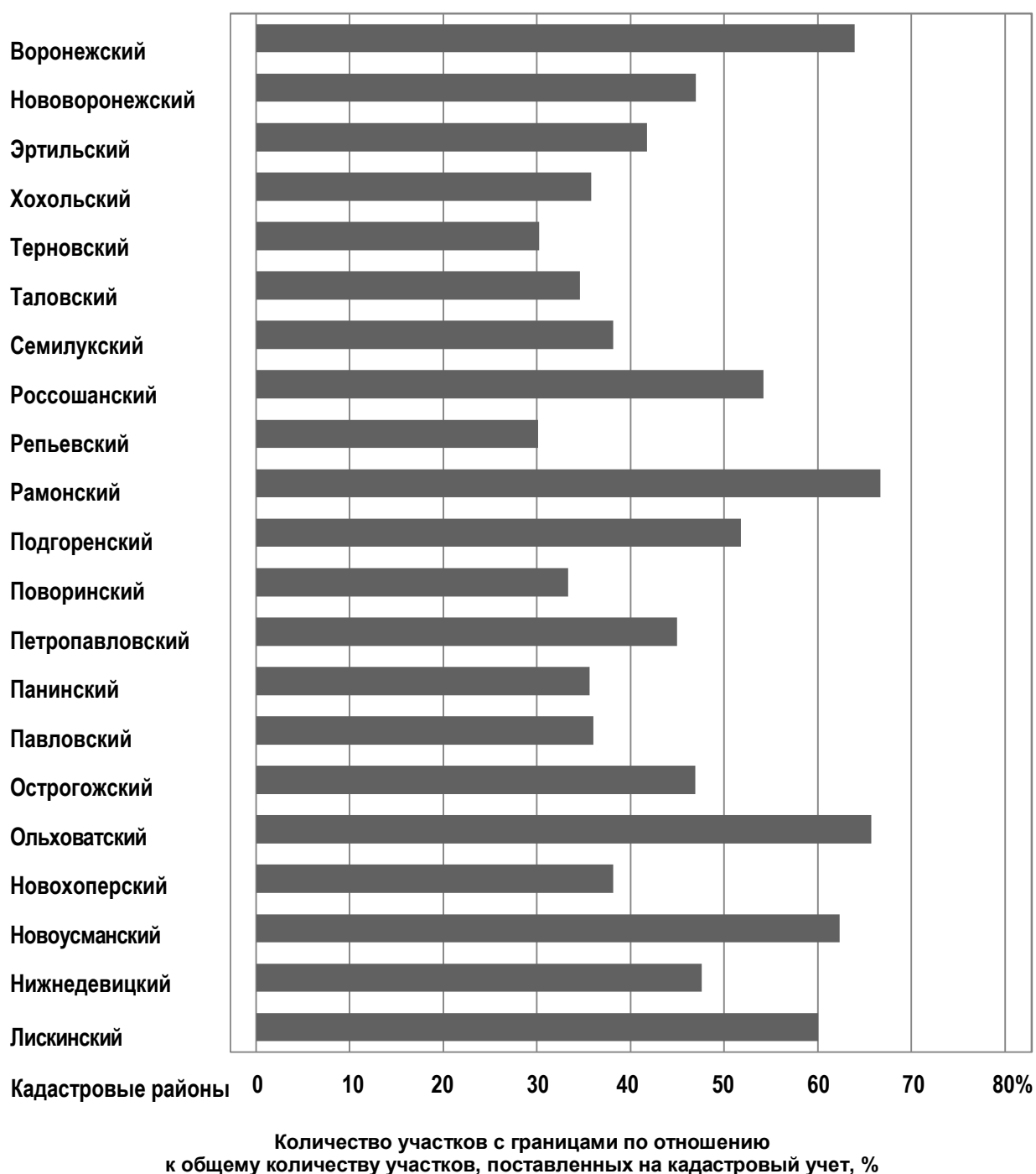
Так, взаимодействие с информационной системой СНИЛС, которую ведет Пенсионный фонд Российской Федерации, позволило автоматизированной информационной системе ФНС России избежать дублирования субъектов правоотношений по поводу объектов недвижимости и некорректных описаний адресов объектов недвижимости в Едином государственном реестре недвижимости. Использование в ФГИС ЕГРН такого идентификатора объектов недвижимости, как кадастровый номер, позволяет не только в полном объеме формировать список объектов для проведения государственной кадастровой оценки, но и впоследствии формировать достоверную налогооблагаемую базу [8, 17].

В процессе осуществления верификации и гармонизации данных об объектах недвижимости самой распространенной ошибкой стало несоответствие сведений, содержащихся в разделах ЕГРН, кадастра недвижимости и реестра прав, как друг другу, так и материалам реестрового дела. Например, многочисленные разночтения в части указания вида объекта недвижимости, его площади, категории земель, вида разрешенного использования, отсутствие описания местоположения (координат) и другие. Следует принять во внимание, что речь идет о различных уникальных характеристиках, которые определяют объект недвижимости в качестве индивидуально определенной вещи. За 2017 и 2018 гг. были проведены работы по повышению качества и гармонизации данных ЕГРН, однако в полной мере эти работы не завершены, поскольку каждый случай требует от государственного регистратора прав индивидуального подхода к проведению тщательного анализа и актуализации сведений о конкретном участке. В наследуемых данных ГКН и ЕГРП содержались не только технические, но и кадастровые ошибки, многие из которых невозможно исправить без непосредственного участия

собственника недвижимости, поскольку только заявление собственника инициирует процедуру учета изменений сведений об объекте недвижимости [3, 15].

Кроме того, в период 2000–2006 гг. кадастровый учет земельных участков осуществлялся без привязки к опорно-межевой сети, в 2007 г. было принято нормативное решение о запрете проведения межевания земельного участка без определения координат. В информационной системе кадастра появляется и до настоящего времени существует понятие о «ранее учтенных» земельных участках, то есть участках, которые невозможно идентифицировать на местности с достаточной точностью [4, 19].

На рисунке представлены данные публичной кадастровой карты, которые отражают состояние кадастрового учета земельных участков в Воронежской области в целом и в разрезе кадастровых районов.



Как следует из представленных данных, в Воронежской области только порядка 40–50% земельных участков поставлены на кадастровый учет с занесением сведений о границах [13,14].

Анализируя наличие сведений о местоположении границ участков в Воронежской области, надо отметить, что проблема неустановленных границ земельных участков характерна не только для Воронежской области, но отмечается в целом по Российской Федерации и ЦФО. Данные, представленные в таблице, отражают сведения по РФ и ЦФО.

**Земельные участки, поставленные на кадастровый учет,  
местоположение которых не установлено, %**

Регион	Земли сельскохозяйственного назначения	Земли населенных пунктов	Земли особо охраняемых территорий и объектов	Земли лесного фонда	Земли промышленности и иного специального назначения	Земли запаса	Земли водного фонда	Земли, сведения о категории которых отсутствуют
Российская Федерация	53,4	50,5	14,8	22,9	21,4	70,3	36,0	76,6
в т. ч. по Центральному ФО	46,5	48,5	8,6	26,1	19,1	46,3	61,8	69,0
Белгородская обл.	47,4	46,8	-	100,0	98,4	-	-	76,3
Брянская обл.	27,1	24,3	0,0	-	0,0	-	-	98,7
Владимирская обл.	59,7	52,0	10,6	31,2	22,6	83,7	100,0	88,4
Воронежская обл.	57,5	51,2	9,9	65,6	11,1	5,5	61,4	89,2
Ивановская обл.	10,8	13,6	0,0	-	23,5	0,0	-	-
Калужская обл.	3,6	3,5	11,1	73,1	12,9	-	-	53,6
Костромская обл.	81,2	73,9	12,3	60,2	30,1	54,9	44,4	34,0
Курская обл.	59,3	62,8	18,5	69,7	6,4	58,6	45,8	88,9
Липецкая обл.	57,9	45,5	9,3	34,1	27,5	93,3	28,6	31,3
Московская обл.	38,7	37,2	9,3	26,1	6,6	86,6	71,5	69,2
Орловская обл.	78,7	68,2	-	-	94,9	-	-	86,3
Рязанская обл.	5,9	14,7	-	0,0	0,0	0,0	-	100,0
Смоленская обл.	60,3	53,1	3,5	1,0	22,9	3,6	25,0	70,3
Тамбовская обл.	57,2	58,0	12,0	45,2	18,6	75,7	62,1	81,4
Тверская обл.	49,0	47,2	12,5	13,7	59,0	69,8	60,3	64,7
Тульская обл.	54,4	50,3	5,7	7,6	11,9	2,1	0,0	91,6
Ярославская обл.	29,9	49,3	8,2	20,1	21,0	33,3	30,8	34,9
Москва	50,9	48,2	100,0	0,0	6,3	-	-	100,0

Сложившаяся к настоящему времени ситуация порождает множественные пересечения земельных участков с границами других земельных участков и границами элементов кадастрового деления.

Заявительный порядок ведения кадастра недвижимости не позволяет обеспечить учет объектов недвижимости и регистрацию их прав одновременно и на всей территории РФ, что приводит к созданию фрагментарного кадастра недвижимости. Мировой опыт создания кадастровых систем позволяет делать вывод о том, что создание кадастра на основе заявительного порядка, даже в течение длительного времени, формирует кадастр недвижимости, который содержит информацию не более чем о 30% объектов.

Правительство Российской Федерации для решения проблемы наполняемости информационной базы ЕГРН приняло Постановление от 10 октября 2013 г. № 903 «О федеральной целевой программе "Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2020 годы)"» [12]. Данной про-

граммой определено, что кадастровые работы по поводу разграничения федеральной собственности в экономически развитых регионах будут проводиться за счет государственных средств. Общий объем финансирования составит 27100,65 млн руб. Ожидается, что реализация программы позволит довести долю объектов недвижимости федеральной собственности, сведения о которой содержатся в ЕГРН, до 58% [18].

Среди существенных недостатков данной программы можно указать на тот факт, что она распространяется только на объекты федеральной собственности и ограниченный перечень территорий, на которых предусмотрено проведение комплексных кадастровых работ (в этот перечень Воронежская область не входит).

Анализируя вышеизложенное, необходимо отметить следующее: вступление в силу закона о государственной регистрации недвижимости значительно упростило и ускорило процедуру регистрации прав и позволило создать общую информационную базу объектов недвижимости. Однако в настоящее время сведения об объектах, внесенных в систему единого государственного реестра недвижимости, нельзя считать полными и актуальными.

Принятые нормативные акты не могут обеспечить полноту информации и необходимую актуализацию сведений обо всех объектах недвижимости на территории РФ. Для устранения проблемы необходимо внести изменение в действующее законодательство в части обязательности кадастрового учета для всех объектов недвижимости, независимо от формы собственности. В целях обеспечения полноты сведений реестра недвижимости в части определения местоположения границ объектов планируется проведение комплексных кадастровых работ. Считаю необходимым согласиться с рядом авторов [2, 6], что такие работы необходимо проводить в рамках территорий муниципальных образований, при этом землеустроительным и кадастровым работам необходимо придать государственный статус. Желательным шагом в решении проблемы полноты и достоверности базы данных ЕГРН является разработка схемы софинансирования проведения комплексных кадастровых работ и обязательного кадастрового учета субъектами РФ.

### Библиографический список

1. Бухтояров Н.И. К вопросу оформления права собственности на недвижимость в современных условиях / Н.И. Бухтояров, Б.Е. Князев, В.В. Гладнев // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2017. – № 6 (149). – С. 27–31.
2. Варламов А.А. Проблемы развития современных российских кадастровых систем в сфере недвижимости / А.А. Варламов, С.А. Гальченко, Д.В. Антропов // *Имущественные отношения в РФ*. – 2017. – № 6 (189) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-sovremennyh-rossijskih-kadastrovyh-sistem-v-sfere-nedvizhimosti> (дата обращения: 30.06.2019).
3. Дорош М.П. Результаты работ по повышению качества данных в Едином государственном реестре недвижимости на территории Новосибирской области / М.П. Дорош // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 107–116.
4. Ершова Н.В. Проблема фрагментарности сведений кадастра недвижимости о земельных участках различных категорий / Н.В. Ершова, А.А. Харитонов, С.С. Викин // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. – 2018. – Т. 11, № 4 (59). – С. 229–238.
5. Кадастр застроенных территорий : учеб. пособие / Н.В. Ершова, В.Н. Баринов, Н.И. Трухина и др. – Воронеж : Истоки, 2019. – 147 с.
6. Комплексные кадастровые работы как основа аутентификации сведений, содержащихся в информационных ресурсах ЕГРН, и оптимизации всей учетно-регистрационной системы / К.В. Тихонова, В.Я. Ксенз, В.О. Безруков и др. // *Экономика и экология территориальных образований*. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 89–98.
7. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/3](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/3) (дата обращения: 01.06.2019).
8. Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг : Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 210-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103023/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103023/) (дата обращения: 01.06.2019).
9. Об утверждении Концепции методологии систематизации и кодирования информации, а также совершенствования и актуализации общероссийских классификаторов, реестров и информационных ресурсов : распоряжение Правительства Российской Федерации от 10.05.2014 г. № 793-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70552534/> (дата обращения: 01.06.2019).

10. О государственной регистрации недвижимости : Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 01.06.2019).
11. О первоочередных мерах, направленных на создание государственной информационной системы «Единая информационная среда в сфере систематизации и кодирования информации» : Постановление Правительства Российской Федерации от 01.06.2016 г. № 487 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71314340/> (дата обращения: 01.06.2019).
12. О федеральной целевой программе «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2020 годы)» (с изменениями и дополнениями) : Постановление Правительства РФ от 10.10.2013 г. № 903 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_153298/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153298/) (дата обращения: 01.06.2019).
13. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkk5.rosreestr.ru> (дата обращения: 01.06.2019).
14. Сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosreestr.ru/site/> (дата обращения: 01.06.2019).
15. Середович В.А. Разработка мероприятий по нормализации баз данных Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним и государственного кадастра недвижимости / В.А. Середович, М.П. Дорош // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Тема выпуска: Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью : сб. материалов в 4 т. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. (Россия, г. Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – 2015. – Т. 3, № 5. – С. 16–21.
16. Симонова А.А. Проблема неполноты сведений информационного банка данных Единого государственного кадастра недвижимости / А.А. Симонова, К.В. Тихонова // Экономика и экология территориальных образований. – 2017. – № 3. – С. 123–128.
17. Тихонова К.В. Предложения по оптимизации внесения сведений в ЕГРН с целью повышения эффективности муниципального земельного контроля / К.В. Тихонова, С.А. Жирёнкин, А.А. Симонова // Экономика и экология территориальных образований. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 103–111.
18. Тихонова К.В. Проблемы ведения государственного земельного контроля в системе информационного обеспечения Единого реестра недвижимости / К.В. Тихонова, А.А. Елисеева, А.А. Симонова // Экономика и экология территориальных образований. – 2017. – № 4. – С. 113–122.
19. Kharitonov A.A. The improvement of conceptual and categorical framework for the classification of objects of cadastral registration / A.A. Kharitonov, N.V. Ershova, S.S. Vikin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science [Electronic Edition]. – 2019. – P. 022210.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Наталья Викторовна Ершова – кандидат экономических наук, доцент кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [i.ershova@mail.ru](mailto:i.ershova@mail.ru).

Валерий Николаевич Баринов – доктор экономических наук, зав. кафедрой кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Наталья Игоревна Трухина – доктор экономических наук, профессор кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Геннадий Алексеевич Калабухов – кандидат экономических наук, доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», начальник отдела землеустройства, мониторинга земель и кадастровой оценки недвижимости Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Воронежской области (Росреестр), Россия, г. Воронеж, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 25.08.2019

Дата принятия к печати 28.09.2019

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Natalia V. Ershova, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [i.ershova@mail.ru](mailto:i.ershova@mail.ru).

Valeriy N. Barinov, Doctor of Economic Sciences, Head of the Dept. of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Natalia I. Trukhina, Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Gennadiy A. Kalabukhov, Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Real Estate Cadastre, Land Management and Geodesy, Voronezh State Technical University, Head of Land Management, Monitoring of Lands and Cadastral Valuation of Lands Division of the Department of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography for Voronezh Oblast, Russia, Voronezh, e-mail: [kafedravgasu@yandex.ru](mailto:kafedravgasu@yandex.ru).

Received August 25, 2019

Accepted September 28, 2019

**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 30.10.2019 г.

Подписано в печать 30.09.2019 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Бумага офсетная. Объем 28,9 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 20129  
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

