

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 11,  
выпуск 4 (59)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4

ВОРОНЕЖ  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
2018

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**

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

##### **05.18.00 – технология продовольственных продуктов**

**Глотова Ирина Анатольевна**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Гудковский Владимир Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», зав. отделом послепосевочных технологий плодового и ягодного сырья ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства имени И.В. Мичурина».

**Дерканосова Наталья Митрофановна**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Криштафович Валентина Ивановна**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой товароведения и экспертизы товаров АНО ОВО ЦС РФ «Российский университет кооперации».

**Манжесов Владимир Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Мельникова Елена Ивановна**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

**Пономарев Аркадий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

**Сидоренко Юрий Ильич**, доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

##### **05.20.00 – процессы и машины агроинженерных систем**

**Горбачев Иван Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, профессор кафедры сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

**Ерохин Михаил Никитьевич**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

**Завражнов Анатолий Иванович**, доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, 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, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, декан агроинженерного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**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 сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

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

##### **06.01.00 – агрономия**

**Вашенко Татьяна Григорьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Девятова Татьяна Анатольевна**, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

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

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

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

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

**Мязин Николай Георгиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Ноздрачева Раиса Григорьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой плодоводства и овощеводства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Федотов Василий Антонович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Щеглов Дмитрий Иванович**, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой почвоведения и управления земельными ресурсами ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

#### **06.02.00 – ветеринария и зоотехния**

**Афанасьев Валерий Андреевич**, доктор технических наук, профессор, генеральный директор ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности».

**Ахмед Ибрагим Ахмед**, доктор ветеринарных наук, профессор, декан факультета Ветеринарной медицины Университета Кена, Республика Египет.

**Востроиллов Александр Викторович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой частной зоотехнии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Лободин Константин Алексеевич**, доктор ветеринарных наук, доцент, зав. кафедрой акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Ромашов Борис Витальевич**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, зав. кафедрой паразитологии и эпизоотологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Слободяник Виктор Иванович**, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Сулейманов Сулейман Мухитдинович**, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, вице-президент Всероссийской ассоциации патологоанатомов ветеринарной медицины, профессор кафедры анатомии и хирургии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Трояновская Лидия Петровна**, доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой анатомии и хирургии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Шабунин Сергей Викторович**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии».

**Шахов Алексей Гаврилович**, доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, зав. отделом микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии».

#### **08.00.00 – экономические науки**

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

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

**Курносов Андрей Павлович**, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры информационного обеспечения и моделирования 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».

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

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

**Терновых Константин Семенович**, 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».

**Ткаченко Валентина Григорьевна**, доктор экономических наук, профессор, ректор ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», академик Академии гуманитарных наук России, академик Международной академии науки и практики организации производства.

**Улезько Андрей Валерьевич**, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

**Широбоков Владимир Григорьевич**, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой бухгалтерского учета и аудита ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ – Н.М. Грибанова

**Приказом ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации  
№ 560 от 03.06. 2015 г. журнал включен в Перечень рецензируемых научных  
изданий (№ 246), в которых должны быть опубликованы основные научные  
результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук  
и на соискание ученой степени доктора наук  
(действует с 01.12.2015 г. в редакции от 09.08.2018 г.)**

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Выписка из реестра зарегистрированных СМИ ПИ № ФС77-73529 от 24 августа 2018 г.

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

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

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

Журнал включен в базу данных международной информационной системы AGRIS,  
в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ),  
а также в Новый перечень RSCI на платформе Web of Science (№ 104 от 03 июля 2018 г.)

ISSN 2071-2243

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается

Учредитель: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

Почтовый адрес: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1  
Тел.: +7(473) 253-81-68  
E-mail: [vestnik@srd.vsau.ru](mailto:vestnik@srd.vsau.ru)

© ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018

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 11,  
Issue 4 (59)**

DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.4

VORONEZH  
Voronezh SAU  
2018

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**

EDITORIAL BOARD

**05.18.00 – Technology of Food Products**

**Irina A. Glotova**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Department of Storage and Agricultural Product Processing Technology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Vladimir A. Gudkovskiy**, Doctor of Agricultural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Professor, the Department of Production, Storage and Crop Products Processing Technology, Michurinsk State Agrarian University, Head of the Department of Post-Harvest Fruit & Berry Raw Material Processing Technologies, I.V. Michurin All-Russian Research Institute of Horticulture.

**Natalia M. Derkanosova**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Merchandizing and Expert Examination of Goods, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Valentina I. Krishtafovich**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Commodity Science and Commodity Examination, Russian University of Cooperation.

**Vladimir I. Manzhesov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Storage and Agricultural Product Processing Technology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Elena I. Melnikova**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Department of Products of Animal Origin Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies.

**Arkadiy N. Ponomarev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Products of Animal Origin Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies.

**Yuriy I. Sidorenko**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Department of Commodity Science and Commodity Examination, Moscow State University of Food Production.

**05.20.00 – Processes and Machines of Rural Engineering Systems**

**Ivan V. Gorbachev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Professor, the Department of Farm Machinery, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

**Mikhail N. Erokhin**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Professor, the Department of Strength of Materials and Machinery Parts, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

**Anatoliy I. Zavrzhnov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Chief Research Scientist of Michurinsk State Agrarian University.

**Yuriy F. Lachuga**, Doctor of Engineering Sciences, 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 Farm Machinery, Tractors and Automobiles, Dean of the Faculty of Rural Engineering, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Aleksey E. Tarabrin**, Doctor of Agricultural Sciences, 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, Professor, Honoured Master of Sciences and Engineering of the Russian Federation, Professor, the Department of Farm Machinery, Tractors and Automobiles, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

**06.01.00 – Agronomy**

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

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

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

**Tatiana P. Zhuzhhalova**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Head of the Dept. of Biotechnology and Genetics, A. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar.

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

**Sergey I. Korzhov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, 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, 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, Head of the Dept. of Fruit and Vegetable Growing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Vasily A. Fedotov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Department of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

#### **06.02.00 – Veterinary and Animal Sciences**

**Valeriy A. Afanasyev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, General Director of All-Russian Research Institute of Commercial Mixed Feed Industry.

**Ahmed Ibrahim Ahmed**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine, Qena - South Valley University, Egypt.

**Aleksandr V. Vostroilov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Special Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Konstantin A. Lobodin**, Doctor of Veterinary Sciences, Head of the Department of Obstetrics and Agricultural Animal Physiology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Boris V. Romashov**, Doctor of Biological Sciences, Senior Research Scientist, Head of the Department of Parasitology and Epizootology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Viktor I. Slobodyanik**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Therapy and Pharmacology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Suleyman M. Suleymanov**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Vice-President of All-Russian Veterinary Medicine Anatomic Pathologist Association, Professor of the Department of Anatomy and Surgery, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Lidiya P. Troyanovskaya**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy and Surgery, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

**Sergey V. Shabunin**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS), Director, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy.

**Aleksey G. Shakhov**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Division of Microbiology, Virology and Immunology, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy.

#### **08.00.00 – Economic Sciences**

**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.

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

**Andrey P. Kurnosov**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, 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, 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, Professor, the Department of Economics and Organization Management, Voronezh State University.

**Konstantin S. Ternovykh**, Doctor of Economic Sciences, 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, Professor, Rector, Lugansk National Agrarian University, Academician of the Russian Academy of Humanities, Academician of the International Academy of Production Engineering Science and Practice.

**Andrey V. Ulez'ko**, Doctor of Economic Sciences, 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, Professor, Head of the Department of Accounting and Auditing, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great.

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

**By the Decision of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 560 of June 03, 2015 Theoretical and Research & Practice Journal of Voronezh State Agrarian University is included in the List of Russian Peer-reviewed Scientific Journals and Periodicals (No. 246) in which it is recommended to publish basic scientific results of candidate and doctoral dissertations (the List is valid from December 01, 2015, last updated August 09, 2018)**

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

Registration Certificate ПИ № ФС77-73529 dated August 24, 2018

Subscription index is 45154 in the United Catalogue of the Agency 'Pressa Rossii'

Electronic version and requirements for publishing scientific articles are placed on the Internet site at this address: <http://vestnik.vsau.ru>

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

The journal is included in the global public domain database of the International System for Agricultural Science and Technology (AGRIS), in the bibliographic database of scientific publications Russian Science Citation Index (RINTS), as well as in RSCI on Web of Science New List (No. 104 of July 03, 2018)

ISSN 2071-2243

No fee is charged from postgraduate students for publications

Founder: Voronezh SAU

Address: 1 Michurina street, Voronezh, 394087, Russia  
Tel. number: +7(473) 253-81-68  
E-mail: [vestnik@srd.vsau.ru](mailto:vestnik@srd.vsau.ru)

© Voronezh SAU, 2018



## СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

---

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ AGRICULTURAL SCIENCES

---

<b>Гасанова Е.С., Кожокина А.Н., Мязин Н.Г., Стекольников К.Е.</b> ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ППК И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ МНОГОЛЕТНЕМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИИ <b>Gasanova E.S., Kozhokina A.N., Myazin N.G., Stekolnikov K.S.</b> CHANGES IN THE PARAMETERS OF SOIL ADSORPTION COMPLEX AND HUMUS STATE OF LEACHED CHERNOZEM UNDER THE CONDITIONS OF THE LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS AND LIME TREATMENT .....	13
<b>Кольцова О.М., Житин Ю.И., Павлюк Н.Т.</b> РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ <b>Koltsova O.M., Zhitin Yu.I., Pavlyuk N.T.</b> RATIONAL USE OF LEACHED CHERNOZEMS IN THE AGRICULTURAL ECOSYSTEMS OF TYPICAL FOREST STEPPE ON THE BASIS OF DIAGNOSING THEIR BIOLOGICAL CONDITION.....	22
<b>Кадыров С.В., Харитонов М.Ю.</b> РОСТ И РАЗВИТИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ <b>Kadyrov S.V., Kharitonov M.Yu.</b> THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MAIZE HYBRIDS AT DIFFERENT SEEDING RATES UNDER THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION .....	30
<b>Амелин А.В., Мазалов В.И., Заикин В.В., Чекалин Е.И., Икусов Р.А.</b> ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УРОЖАЯ ЗЕРНА <b>Amelin A.V., Mazalov V.I., Zaikin V.V., Chekalin E.I., Ikusov R.A.</b> NEW VARIETIES OF WINTER TRITICALE AND THEIR POTENTIAL IN THE FORMATION OF HIGH YIELDS AND QUALITY GRAIN PRODUCTION .....	37
<b>Чеснокова Л.Д., Савенков В.П., Кузьмина Е.Ю.</b> ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ <b>Chesnokova L.D., Savenkov V.P., Kuzmina E.Yu.</b> INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SPRING RAPE ON THE BASIS OF OPTIMIZATION OF APPLICATION OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS. ....	46
<b>Кольцова О.М., Стекольников Н.В., Житин Ю.И.</b> ОТХОДЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ <b>Koltsova O.M., Stekolnikova N.V., Zhitin Yu.I.</b> SUGAR BEET PRODUCTION WASTES AND THEIR USE IN AGRICULTURE.....	52

<b>Черемисинов А.А., Радцевич Г.А., Черемисинов А.Ю., Толстых А.А.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЕСТЕСТВЕННУЮ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ОРОШЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<b>Cheremisinov A.A., Radtsevich G.A., Cheremisinov A.Yu., Tolstykh A.A.</b> INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSMENT OF THE IMPACT OF CLIMATE ON THE CONDITIONS OF HEAT AND MOISTURE AVAILABILITY WITH THE AIM OF IDENTIFICATION OF NEEDS FOR IRRIGATION OF AGRICULTURAL LANDS OF THE EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN FEDERATION .....	59
<b>Чистяков В.Т.</b> СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ СВИНОВОДСТВЕ	
<b>Chistyakov V.T.</b> MODERN DEVELOPMENT OF BREEDING AND GENETICS IN THE RUSSIAN PIG BREEDING .....	71
<b>Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Судаков А.Н., Скользнев Н.Я.</b> ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭМБРИОНА ПТИЦ	
<b>Andrianov E.A., Andrianov A.A., Sudakov A.N., Skolznev N.Ya.</b> OPTICAL METHOD OF REGISTRATION OF MOTOR ACTIVITY OF BIRD EMBRYO .....	79

---

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
**ENGINEERING & INDUSTRIAL TECHNOLOGY SCIENCES**

---

<b>Оробинский В.И., Тарасенко А.П., Дерканосова Н.М., Корнев А.С., Подорванов Д.А.</b> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	
<b>Orobinsky V.I., Tarasenko A.P., Derkanosova N.M., Kornev A.S., Podorvanov D.A.</b> RATIONALE FOR CHOOSING PROPER COMBINE TYPE FOR HARVESTING SEED-PRODUCING GRAIN CROPS .....	86
<b>Оробинский В.И., Шацкий В.П., Федулова Л.И., Гриднева И.В., Казаров К.Р.</b> ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПО СЕПАРАЦИОННОМУ РЕШЕТУ	
<b>Orobinsky V.I., Shatsky V.P., Fedulova L.I., Gridneva I.V., Kazarov K.R.</b> IMPROVING THE PERFORMANCE OF SEED CLEANING MACHINES BASED ON THE ANALYSIS OF GRAIN HEAP FLOW ALONG THE SEPARATION SCREEN .....	92
<b>Петров Е.Е., Шаповал Б.Г.</b> СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ВОРОХА НА ПАЛЬЦЕВОЙ РЕШЕТКЕ СТЯЖНОЙ ДОСКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	
<b>Petrov E.E., Shapoval B.G.</b> TEST BENCH FOR STUDYING THE PROCESS OF HEAP SEPARATION ON FINGER RAKE OF TOSsing BOARD OF A COMBINE HARVESTER .....	100
<b>Шепелёв С.Д., Шепелёв В.Д., Высоцкий Н.Ю.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС	
<b>Shepelev S.D., Shepelev V.D., Vysotsky N.Yu.</b> SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MAIZE HARVESTING FOR SILAGE .....	105
<b>Ворохобин А.В., Коржов С.И.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА РЕГУЛИРОВАНИЕМ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ	
<b>Vorokhobin A.V., Korzhov S.I.</b> ENHANCEMENT OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF A CRAWLER TRACTOR BY ADJUSTING ITS CENTER OF GRAVITY .....	113
<b>Гетманов А.А.</b> К РАСЧЕТУ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА	
<b>Getmanov A.A.</b> TO THE CALCULATION OF THE LEVELING DEVICE OF THE GERMINATING CONVEYOR .....	121

<b>Баскаков И.В., Оробинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Тertychnaya Т.Н.</b> ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУШКИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ <b>Baskakov I.V., Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Tertychnaya T.N.</b> THE IMPACT OF OZONATION ON THE EFFICIENCY OF DRYING OF CORN GRAIN.....	127
<b>Баскаков И.В., Оробинский В.И., Гиевский А.М., Чернышов А.В., Тарасенко А.П.</b> ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ВОРОХЕ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ <b>Baskakov I.V., Orobinsky V.I., Gievsky A.M., Chernyshov A.V., Tarasenko A.P.</b> THE DEPENDENCE OF CHANGES IN OZONE CONCENTRATION INSIDE CORN GRAIN HEAP ON THE INITIAL PARAMETERS OF THE PROCESS .....	134

---

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
ECONOMIC SCIENCES**

---

<b>Макаревич Л.О., Улезько А.В.</b> СБАЛАНСИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ <b>Makarevich L.O., Ulez'ko A.V.</b> BALANCED DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS: ESSENCE AND PRINCIPLES OF PROVISION.....	141
<b>Терновых К.С., Камалян А.К., Дубовской И.И., Переверзев Д.Г.</b> ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ <b>Ternovykh K.S., Kamalyan A.K., Dubovskoy I.I., Pereverzev D.G.</b> SUBSTANTIATION OF STRATEGIC PARAMETERS OF DEVELOPMENT OF INTEGRATED AGRO-INDUSTRIAL FORMATIONS.....	148
<b>Плякина А.А., Терновых К.С.</b> РАЗРАБОТКА РЕГЛАМЕНТА БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЯХ <b>Plyakina A.A., Ternovykh K.S.</b> BUDGET PLANNING REGULATION PROCEDURE IN THE INTEGRATED AGRO-INDUSTRIAL FORMATIONS.....	159
<b>Терновых К.С., Четверова К.С.</b> РАЗВИТИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЯХ <b>Ternovykh K.S., Chetverova K.S.</b> DEVELOPMENT OF MATERIAL AND TECHNICAL BASIS OF INTEGRATED STRUCTURES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX.....	168
<b>Гусев А.Ю., Медеяева З.П., Сычева Т.А.</b> АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС В СИСТЕМЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА <b>Gusev A.Yu., Medelyaeva Z.P., Sycheva T.A.</b> AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN THE SYSTEM OF REGIONAL FOREIGN ECONOMIC ACTIVITIES.....	175
<b>Терновых К.С., Леонова Н.В., Кузнецова Е.Д.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ САДОВОДСТВА <b>Ternovykh K.S., Leonova N.V., Kuznetsova E.D.</b> OPTIMIZATION OF PARAMETERS FOR EFFECTIVE DEVELOPMENT OF HORTICULTURE .....	182
<b>Сазонов С.Н.</b> ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА КАК ФАКТОР ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ <b>Sazonov S.N.</b> STATE SUPPORT AS A FACTOR OF THE PRIORITY SUPPLY OF MATERIAL AND TECHNICAL RESOURCES TO PEASANT FARM ENTERPRISES .....	190

<b>Нуждин Р.В., Маслова И.Н., Пономарева Н.И., Бутенко А.С.</b> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КРЕАТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАДРОВ <b>Nuzhdin R.V., Maslova I.N., Ponomareva N.I., Butenko A.S.</b> METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSMENT OF PERSONNEL PROFESSIONAL CREATIVITY.....	199
<b>Трейман М.Г., Безрукова Т.Л.</b> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ <b>Treiman M.G., Bezrukova T.L.</b> TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS SYSTEMS IN TERRITORIAL ARRANGEMENT OF URBAN INFRASTRUCTURE .....	208
<b>Бухтояров Н.И., Юрикова Ю.Ю.</b> ОБОСНОВАНИЕ СОРАЗМЕРНОЙ ПЛАТЫ ЗА ОБРЕМЕНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <b>Bukhtoiarov N.I., Yurikova Yu.Yu.</b> SUBSTANTIATION OF COMMENSURATE FEE FOR EASEMENT OF AGRICULTURAL LANDS.....	216
<b>Садыгов Э.А.о, Саприн С.В., Рахманова Ю.А.</b> АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК ПО УСЛУГАМ В ОБЛАСТИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ <b>Sadygov E.A.o, Saprin S.V., Rakhmanova Yu.A.</b> THE ANALYSIS OF GOVERNMENT PROCUREMENT OF SERVICES IN THE FIELD OF LAND MANAGEMENT AND CADASTRES ON THE EXAMPLE OF VORONEZH OBLAST .....	224
<b>Ершова Н.В., Харитонов А.А., Викин С.С.</b> ПРОБЛЕМА ФРАГМЕНТАРНОСТИ СВЕДЕНИЙ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ О ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ <b>Ershova N.V., Kharitonov A.A., Vikin S.S.</b> THE PROBLEM OF FRAGMENTARY INFORMATION ON LAND PLOTS OF VARIOUS CATEGORIES IN THE REAL ESTATE CADASTRE.....	229
<b>Ванеева М.В., Попело В.Д.</b> ОПТИМАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА КООРДИНАТ ЦЕНТРА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПО ДАННЫМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ <b>Vaneeva M.V., Popelo V.D.</b> OPTIMAL ALGORITHMS FOR CALCULATING THE COORDINATES OF THE CENTER OF A DISTRIBUTED GEOGRAPHIC OBJECT BY THE DATA OF GEODETIC MEASUREMENTS .....	239

---

## НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ SCIENTIFIC ACTIVITIES

---

ПУБЛИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА: УЧЕБНИКИ, МОНОГРАФИИ, УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 2018 ГОДУ  PUBLISHING ACTIVITIES OF ACADEMIC STAFF OF VORONEZH STATE AGRARIAN UNIVERSITY (TEXT-BOOKS, MONOGRAPHS, STUDY GUIDES PUBLISHED IN 2018).....	250
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.....	261
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ INFORMATION FOR AUTHORS.....	262

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ППК И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ МНОГОЛЕТНЕМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИИ

Елена Сергеевна Гасанова  
Анна Николаевна Кожокина  
Николай Георгиевич Мязин  
Константин Егорович Стекольников

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Изучение изменений, происходящих в черноземных почвах при известковании, проводится с тех пор, как была выявлена и подтверждена несомненная положительная роль этого приема в поддержании почвенного плодородия. Однако механизм его действия на показатели почвенного поглощающего комплекса (ППК) и гумусное состояние всегда имеет свои особенности, зависящие от почвенно-климатических условий и применяемых удобрений. Для изучения влияния удобрений и известкования на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона (территория Воронежской области) в 1986 г. был заложен многолетний стационарный полевой опыт, в котором освоен шестипольный севооборот. Схема опыта включает 15 вариантов. Для проведения исследований в 2014 и 2018 гг. были выбраны семь из них. Полученные результаты показали, что при внесении минеральных удобрений на фоне последствие органических имеет место подкисление почвы – величина обменной кислотности уменьшалась на 0,6–0,8 ед. (по сравнению с периодом до закладки опыта), а гидролитической – увеличивалась на 0,4 мг-экв./100 г почвы. Одновременно происходило обеднение почвы основаниями. При этом варианты опыта различались между собой. Наиболее благоприятные показатели почвенной кислотности обеспечивало последствие навоза и дефеката без внесения минеральных удобрений, а также совместное использование минеральных, органических удобрений и мелиоранта. Содержание обменного кальция варьировало в пределах 19,4–22, 8 мг-экв./100 г почвы, принимая минимальную величину на вариантах с минеральными удобрениями, внесенными на фоне последствие только навоза. Известкование почвы приводило к увеличению содержания гумуса и его запасов соответственно на 0,2–1,0% и 155–250 т/га. Кроме того, на дефекатированных вариантах отмечалось максимальное содержание фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием. На вариантах применения минеральных удобрений наблюдалось возрастание доли фульвокислот в составе гумуса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: чернозем выщелоченный, удобрения, мелиорант, содержание гумуса, почвенная кислотность, кальций.

## CHANGES IN THE PARAMETERS OF SOIL ADSORPTION COMPLEX AND HUMUS STATE OF LEACHED CHERNOZEM UNDER THE CONDITIONS OF THE LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS AND LIME TREATMENT

Elena S. Gasanova  
Anna N. Kozhokina  
Nikolay G. Myazin  
Konstantin E. Stekolnikov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The studies of changes in chernozem soils during lime treatment have been performed since the establishment and confirmation of the undoubted positive role of this technique in maintaining the soil fertility. However, the mechanism of action of this method on the parameters of soil adsorption complex and humus state always has its own peculiarities that depend on the soil and climatic conditions and the applied fertilizers. In order to study the effect of fertilizers and lime treatment on the fertility of leached chernozem and yield of agricultural crops in the conditions of the forest steppe of the Central Chernozem Region (on the territory of Voronezh Oblast) a long-term stationary field experiment was laid

in 1986. This experiment utilized a six-field crop rotation. The experimental design includes 15 variants. Seven of them were selected for studies in 2014 and 2018. The obtained results showed that the application of mineral fertilizers on the background of aftereffect of organic fertilizers caused the acidification of soil; the value of exchange acidity decreased by 0.6–0.8 points, and the value of hydrolytic acidity increased by 0.4 mg-eq per 100 g of soil compared to the period before the experiment initiation. Also there was a simultaneous depletion of soil bases. At the same time the experimental variants differed from each other. The most favorable parameters of soil acidity were provided by the aftereffect of manure and defecate without the application of mineral fertilizers, as well as by the co-use of mineral and organic fertilizers and ameliorant. The content of exchangeable calcium varied within the range of 19.4–22.8 mg-eq per 100 g of soil with the minimum value in the variants with mineral fertilizers applied on the background of the aftereffect of manure only. Lime treatment of soil led to an increase in humus content and its reserves by 0.2–1.0% and 155–250 t/ha, respectively. Moreover, the maximum content of calcium-associated humic acid fractions was found in the defected variants. The variants where mineral fertilizers were applied exhibited an increase in the share of fulvic acids in humus composition.

KEYWORDS: leached chernozem, fertilizers, ameliorant, humus content, soil acidity, calcium.

### **В**ведение

В современных условиях негативными последствиями нерационального использования земельных ресурсов являются уменьшение общего содержания и запаса гумуса в почве и увеличение площадей кислых почв. Так, в Российской Федерации кислые почвы составляют 32% обследованной площади пашни, в Центральном федеральном округе – 53,7%, в Воронежской области – 26,2% [7, 8]. Основная причина повышения кислотности почв – процесс декальцирования, то есть удаление из почвы поглощенного кальция, магния и их солей. Декальцирование почв является своеобразным «пусковым механизмом» их деградации [2, 6].

Многими учеными в длительных стационарных опытах изучались вопросы регулирования кислотности почвы и повышения содержания в ней органического вещества. Одним из самых эффективных приемов для решения этих задач было признано известкование почвы. Оно оказывает очень сложное, многоплановое действие на почву. Внесение в почву кальцийсодержащих мелиорантов не только способствует устранению избыточной кислотности, но и повышает содержание доступных для растений форм азота и фосфора, благоприятно влияет на физические свойства и т. п. Влияние кальция на почвенные процессы в конечном счете настолько благотворно, что А.Н. Соколовский называл его «стражем почвенного плодородия», а М.Е. Егоров – «кровью почвы» [10].

Важнейшим почвенным компонентом является органическое вещество. Установлено, что гумус выполняет множество функций:

- поддерживает почвенную структуру;
- регулирует кислотность, микробиологическую деятельность;
- определяет водно-воздушный, тепловой, окислительно-восстановительный и пищевой режимы.

Однако многими учеными установлено, что в результате интенсивного сельскохозяйственного воздействия количество и качество гумуса изменяются. При этом известкование благоприятно влияет и на гумусное состояние почвы [3, 4, 5, 9].

Одной из важнейших характеристик гумуса является его фракционно-групповой состав, который служит показателем устойчивости почвенной системы [9]. Гумус представляет собой сложный комплекс высокомолекулярных, полифункциональных органических соединений, в разной степени связанных с минеральной матрицей почв. В зависимости от тесноты этой связи в процессе препаративного выделения можно изучить разные фракции гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК).

Целью представленных исследований являлось изучение влияния многолетнего внесения минеральных и органических удобрений, а также периодического известкования на физико-химические свойства, содержание кальция, а также фракционно-групповой состав гумуса в черноземе выщелоченном.

**Методика эксперимента**

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. В опыте освоен шестипольный севооборот:

1. Чистый пар.
2. Озимая пшеница.
3. Сахарная свекла.
4. Вико-овес на зеленый корм.
5. Озимая пшеница.
6. Ячмень.

Схема опыта включала 15 вариантов. Для исследований были выбраны семь (табл. 1). Повторность опыта четырехкратная, размещение повторений двухъярусное, расположение делянок систематическое шахматное. Общая площадь опытной делянки – 191,7 м<sup>2</sup>. Образцы почвы отбирались после завершения пятой ротации севооборота с поля чистого пара на глубину до 100 см послойно через каждые 20 см с двух несмежных повторений в пятикратной повторности. Агрохимические анализы почвенных образцов проводились по общепринятым методам [1].

Содержание органического углерода определялось по методу Тюрина. Фракционно-групповой состав изучался по схеме Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [9]. Данная методика позволяет разделить гумус почвы на три фракции гуминовых кислот, четыре фракции фульвокислот и гумин – нерастворимую часть гумуса почвы.

Изучены следующие фракции гуминовых кислот:

фракция 1 – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами;

фракция 2 – связанная с кальцием;

фракция 3 – связанная с глинистыми минералами и неподвижными полуторными оксидами.

Выделены следующие фракции фульвокислот:

фракция 1а – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами («агрессивная фракция»);

фракция 1 – связанная с фракцией 1 ГК;

фракция 2 – связанная с фракцией 2 ГК;

фракция 3 – связанная с фракцией 3 ГК.

**Результаты исследований**

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что как многолетнее возделывание сельскохозяйственных культур без внесения удобрений (контроль), так и их систематическое применение на фоне последствий навоза приводят к подкислению почвы (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние удобрений и мелиоранта на физико-химические свойства чернозема выщелоченного, слой 0–40 см, 2018 г.**

Вариант	pH <sub>KCl</sub>	Hг, мг-экв./100 г почвы	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> , мг-экв./100 г почвы	V, %
До закладки опыта, 1986 г.	5,5	6,0	27,3	84,4
1. Контроль	4,9	5,1	23,7	82,3
2. 40 т/га навоза (последствие – фон)	5,0	4,8	24,3	83,6
3. Фон + NPK	4,9	6,0	23,6	79,7
5. Фон + 2NPK	4,7	6,4	23,4	78,5
12. Фон + дефекат (последствие) + NPK	5,5	4,2	24,8	85,6
13. Фон + дефекат (последствие)	5,6	3,7	25,2	87,2
15. NPK + дефекат (последствие)	5,4	4,2	24,9	85,7

Наибольшее снижение величины  $pH_{KCl}$  при увеличении гидролитической кислотности отмечено на варианте внесения двойной дозы минеральных удобрений (вариант 5).

На вариантах с последствием дефеката, внесенного в различных сочетаниях с минеральными и органическими удобрениями, показатели почвенной кислотности имели более благоприятное значение. Однако почва к шестой ротации севооборота начинала испытывать потребность в известковании. Дефекат в пятой ротации севооборота не вносили и, вполне закономерно, что на 12-й год его действие прекращалось.

Проведенные расчеты показали, что для нейтрализации почвенной кислотности требуется внесение следующих доз мелиоранта (по полной гидролитической кислотности): вариант 12 – 13,5 т/га, вариант 13 – 12,5 т/га, вариант 15 – 14,2 т/га.

Содержание суммы обменных оснований зависело от почвенной кислотности и уменьшалось при подкислении, достигая минимальной величины при внесении двойной дозы удобрений. Последствие известкования совместно с внесением NPK обеспечивало примерно одинаковое содержание обменных оснований – 24,8–24,9 мг-экв./100 г почвы. При этом почва всех вариантов опыта характеризовалась высокой обеспеченностью основаниями (варианты 12 и 15).

Изучение различных форм кальция (табл. 2) показало, что содержание обменного кальция на варианте с последствием навоза увеличивалось на 1,1 мг-экв./100 г почвы по отношению к контролю. Внесение на этом фоне минеральных удобрений приводило к снижению содержания обменного кальция на 0,7–1,3 мг-экв./100 г почвы. Вероятно, это было связано с расходом кальция на нейтрализацию физиологической кислотности удобрений и его выносом с увеличившимся урожаем сельскохозяйственных культур.

**Таблица 2. Влияние удобрений и мелиоранта на содержание кальция и магния в черноземе выщелоченном, слой 0–40 см, 2018 г.**

Вариант	$Ca^{2+}$ , мг-экв./100 г почвы		$Mg^{2+}$ , мг-экв./100 г почвы	
	обм.	водораств.	обм.	водораств.
1. Контроль	19,5	0,65	4,2	0,14
2. 40 т/га навоза (последствие – фон)	20,6	0,85	3,7	0,15
3. Фон + NPK	19,9	0,75	3,7	0,14
5. Фон + 2NPK	19,4	0,65	4,0	0,13
12. Фон + дефекат (последствие) + NPK	22,0	1,50	2,8	0,19
13. Фон + дефекат (последствие)	22,8	1,65	2,5	0,18
15. NPK + дефекат (последствие)	21,9	1,55	3,1	0,22

Известкование почвы обеспечивало существенное увеличение содержания обменного кальция по сравнению с неизвесткованными вариантами. Наибольшим оно было на варианте с совместным последствием навоза и дефеката (вариант 13). Применение минеральных удобрений на известкованном фоне приводило к уменьшению содержания обменного кальция. Так, при внесении оптимальной дозы NPK под культуры севооборота на фоне последствия навоза и дефеката (вариант 12) и только дефеката (вариант 15) оно снижалось соответственно на 0,8 и 1,1 мг-экв./100 г почвы по сравнению с вариантом 13.

Содержание водорастворимой формы кальция было ниже и изменялось от 0,65 до 1,65 мг-экв./100 г почвы, подчиняясь тем же тенденциям изменения по вариантам опыта, что и содержание обменной формы этого элемента.

Динамика изменения содержания обменного магния по вариантам опыта носила иной характер. Так, в отличие от кальция, ярко выраженного негативного влияния ми-

неральных удобрений на содержание обменного магния не обнаруживалось, а при внесении двойной дозы минеральных удобрений даже наблюдалась тенденция к некоторому его увеличению по отношению к варианту с последствием навоза (вариант 2). В то же время на мелиорируемых вариантах опыта содержание обменной формы магния было на 0,9–1,2 мг-экв./100 г почвы ниже, чем на варианте внесения NPK на фоне последствия навоза (несмотря на наличие 1,26% магния в составе дефеката). Данный факт, вероятно, можно объяснить тем, что кальций обладает большей способностью к обменному поглощению, чем магний, и способен вытеснять его из почвенного поглощающего комплекса.

Физико-химические свойства почвы за 2014 и 2018 гг. представлены на рисунке 1.

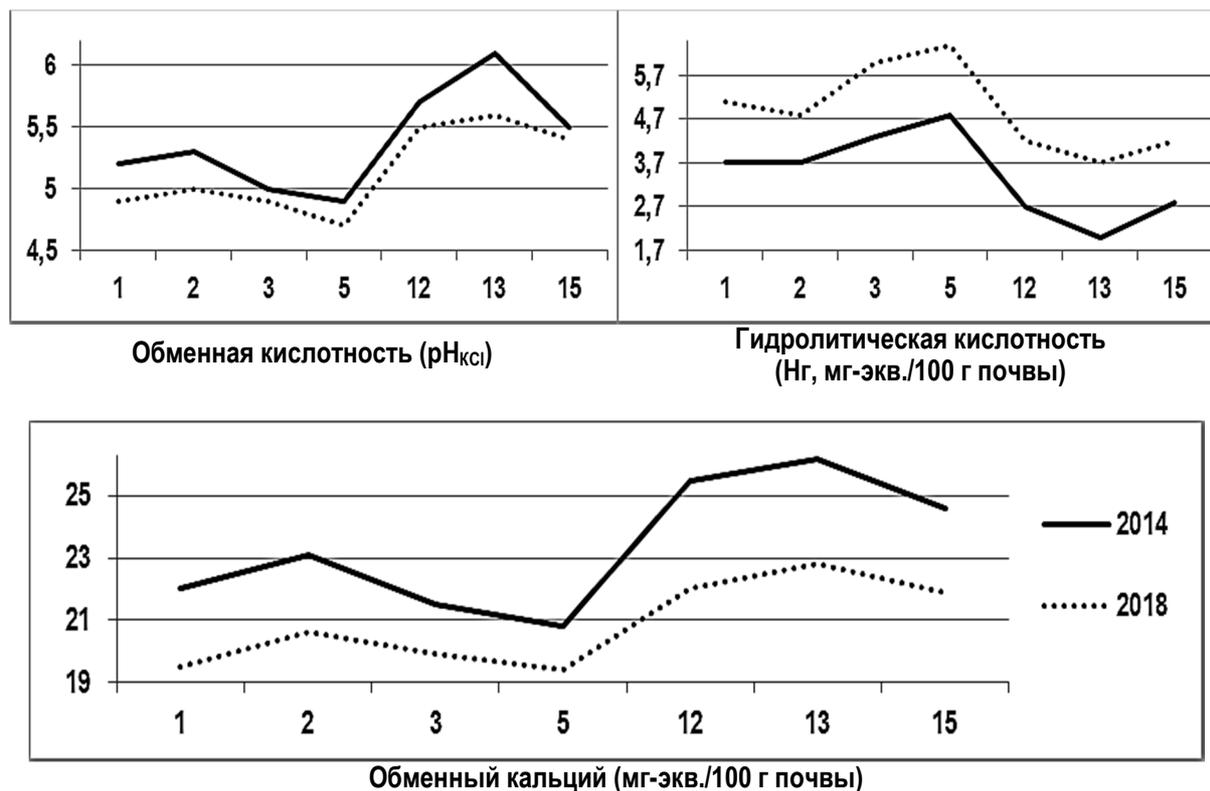


Рис. 1. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного в разные годы, слой 0–40 см

Сравнение результатов изучения физико-химических свойств почвы за 2014 и 2018 гг. показало, что за этот период наблюдалось их заметное изменение. Так, величина pH<sub>KCl</sub> снижалась на 0,1–0,5 ед., а Hг увеличивалась на 1,1–1,7 мг-экв./100 г почвы. При этом почва на немелиорируемых вариантах опыта переходила из класса слабокислой в класс среднекислой. При внесении минеральных удобрений на фоне совместного последствия навоза и дефеката и только дефеката уровень кислотности увеличивался до слабокислого. И только при совместном последствии навоза и дефеката без внесения минеральных удобрений кислотность почвы оставалась на уровне класса, близком к нейтральному, но приближалась к нижней границе этого класса.

Содержание обменного кальция также претерпевало существенные изменения. За четырехлетний период оно уменьшилось на 1,4–3,5 мг-экв./100 г почвы. Наиболее сильно оно снижалось на известкованных вариантах опыта. Возможно, это было связано с увеличением потерь кальция при известковании с инфильтрационными водами.

На рисунке 2 представлены результаты определения содержания органического углерода в анализируемых почвенных образцах.

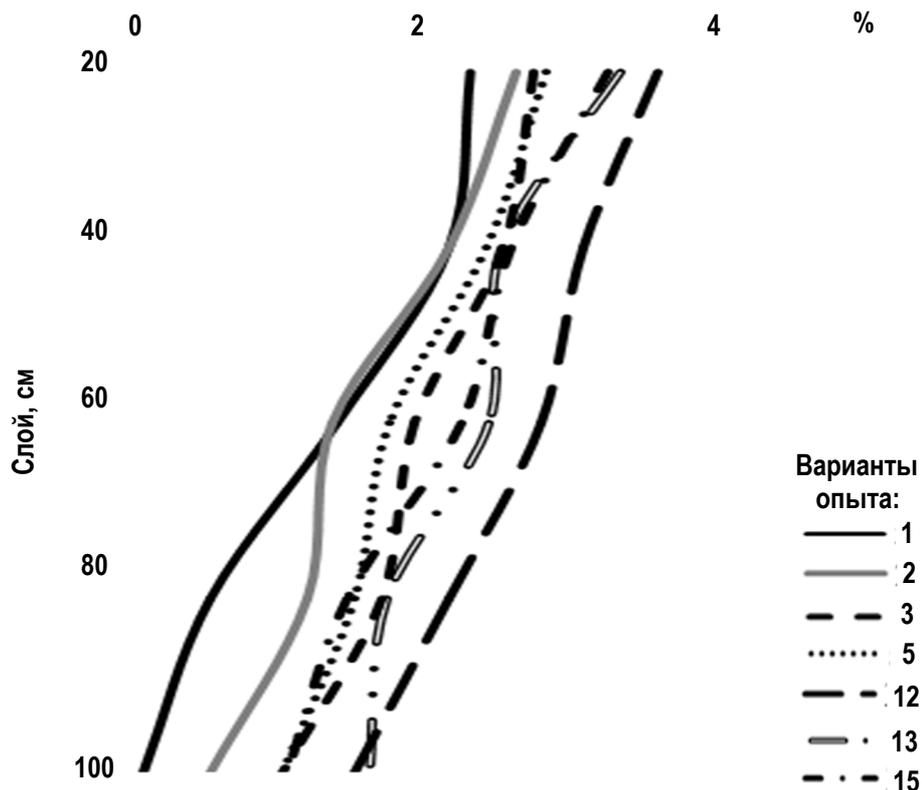


Рис. 2. Содержание общего углерода в почвенных образцах

Как следует из данных, представленных на рисунке 2, максимальное содержание органического углерода в слое 0–20 отмечается на варианте внесения удобрений и дефеката, минимальное – характерно для контрольного варианта. С глубиной содержание гумуса снижается.

На рисунке 3, а представлено распределение по почвенному профилю общего содержания ГК (сумма ГК1, ГК2, ГК3). Большинство кривых носит S-образный характер с двумя максимумами в слое 0–20 и 40–60 см. Верхний максимум обусловлен поступлением свежего органического вещества с растительными остатками и органическими удобрениями. Второй максимум связан с вымыванием подвижных ГК из верхних горизонтов в нижние. Высокими значениями содержания растворимых ГК в верхних горизонтах характеризуются варианты 1, 2, 12 и 13. Следует отметить, что на вариантах с внесением кальциевого мелиоранта второго максимума не отмечается. Это можно объяснить закреплением ГК в трудноизвлекаемые комплексы с катионами  $Ca^{2+}$ , который содержится в дефекате.

На рисунке 3, б показаны кривые профильного распределения ФК (сумма всех фракций).

Максимальное содержание ФК отмечается на вариантах 2, 3 и 5. На втором варианте это может объясняться присутствием свежего подвижного органического вещества, которое представлено низкомолекулярными органическими соединениями навоза. На вариантах применения минеральных удобрений высокое содержание ФК связано с усилением процессов кислотного гидролиза, в результате которого высокомолекулярные ГК распадаются до более простых соединений, которые при экстрагировании попадают во фракции ФК. Данный факт согласуется с результатами, представленными в опубликованных ранее работах [5]. Кроме того, на варианте с двойной дозой минеральных удобрений выделяется агрессивная фракция ФК1а, которая характерна для почв с кислой реакцией среды, и в нашем случае, возможно, является продуктом усиленной деструкции ГК.

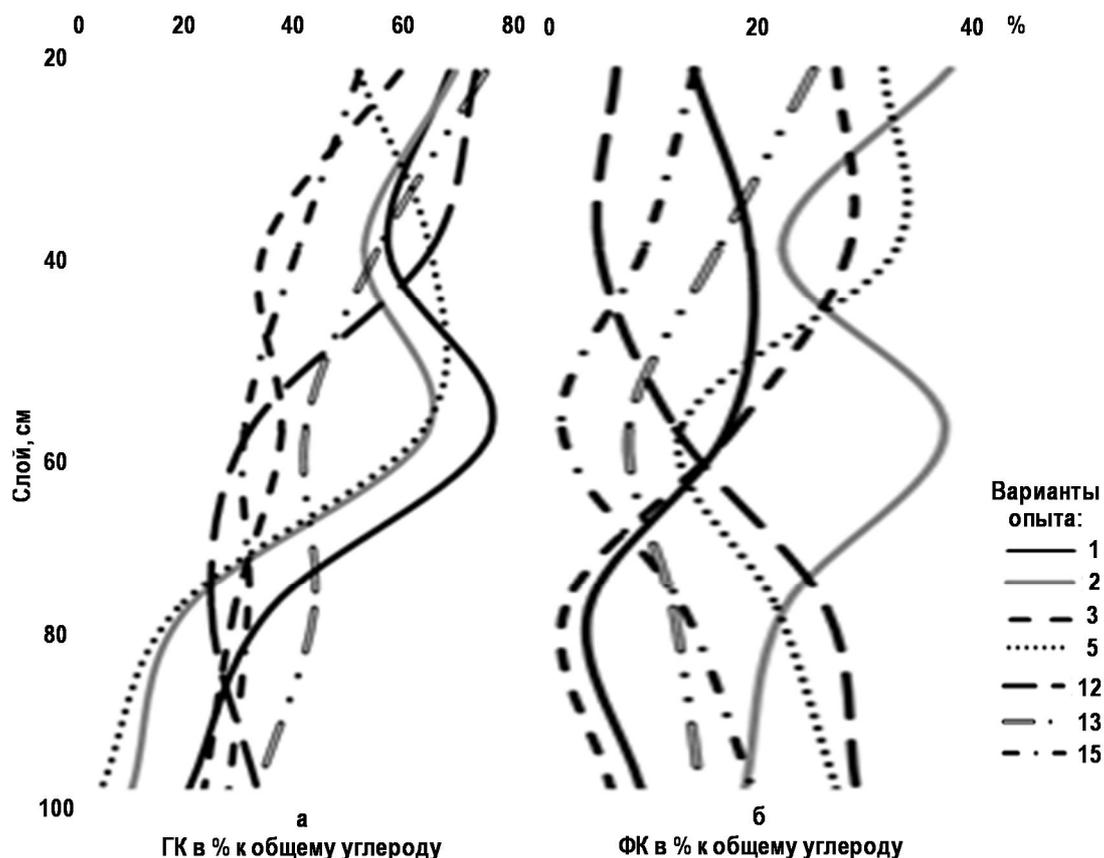


Рис. 3. Содержание фракций ГК и ФК в почвенных образцах

Кроме того, именно на этих вариантах обнаруживается большее количество ГК фракции 2, связанной с кальцием. Данная фракция ГК очень важна для формирования почвенного плодородия. Именно она способствует формированию водопрочной структуры почвенных агрегатов, в результате чего создается благоприятный водно-воздушный режим, оптимизируются микробиологические процессы.

В таблице 3 представлены результаты расчетов запаса гумуса в метровом слое в почвах анализируемых вариантов. Максимальный запас гумуса отмечается на варианте с совместным внесением навоза, минеральных удобрений и кальциевого мелиоранта. Это можно объяснить созданием оптимальных условий для интенсивного процесса гумификации. Минимальный показатель характерен для контрольного варианта, что связано с наименьшим поступлением органического вещества.

Таблица 3. Параметры гумусного состояния чернозема выщелоченного

Вариант	Запас гумуса в метровом слое, т/га	Сгк : Сфк в слое 0–20 см	Степень гумификации, %	Сумма подвижных фракций, % С
1. Контроль	332,8	3,01	64	74,65
2. 40 т/га навоза – фон	385,58	1,73	53	89,75
3. Фон + NPK	466,46	1,88	50	76,62
5. Фон + 2NPK	518,3	1,53	45	73,95
12. Фон + дефекат + NPK	584,2	4,14	59	73,89
13. Фон + дефекат	529,6	2,38	60	85,96
15. NPK + дефекат	488,5	2,40	58	63,75

Также в таблице 3 приведены результаты расчета типа гумуса, который определяется соотношением содержания ГК и ФК (Сгк : Сфк). На контрольном варианте и на

вариантах применения дефеката (12, 13 и 15) отмечается гуматный тип гумуса, на немелиорированных вариантах – фульватно-гуматный. Степень гумификации органического вещества (Сгк : Собщ) на всех вариантах опыта очень высокая. Сумма подвижных фракций (извлекаемое органическое вещество) имеет высокие показатели для всех вариантов. Это можно объяснить длительным использованием почв стационара в интенсивном сельскохозяйственном производстве, в результате чего стабильные молекулы гумусовых кислот начинают постепенно разрушаться до подвижных менее высокомолекулярных соединений.

В таблице 4 показаны доли отдельных фракций гумусовых кислот.

**Таблица 4. Содержание фракций гумусовых кислот в почвенных образцах анализируемых вариантов, %**

Варианты опыта	ГК1	ГК2	ГК3	ФК1	ФК1а	ФК2	ФК3
1. Контроль	15	52	7	13	Не обн.*	8	5
2. 40 т/га навоза – фон	4	53	5	6	Не обн.	26	6
3. Фон + NPK	7	44	15	8	Не обн.	21	5
5. Фон + 2NPK	9	46	5	7	7	18	8
12. Фон + дефекат + NPK	11	58	12	5	Не обн.	9	5
13. Фон + дефекат	11	51	9	3	Не обн.	19	7
15. NPK + дефекат	15	44	12	5	Не обн.	15	9

Примечание: не обн. \* – содержание фракции ФК1а не обнаруживалось.

Результаты анализа оптической плотности выделенных фракций ГК показали, что более высокие значения характерны для молекул ГК с развитой алифатической частью. Это более подвижные фракции ГК1. Низкие показатели свидетельствуют о накоплении ГК с конденсированной частью – зрелые ГК2. ГК3, связанные с глинистыми минералами, занимают промежуточное положение.

#### **Выводы**

1. Последействие только органических удобрений оказывало благоприятное влияние на показатели почвенной кислотности, однако не способствовало достижению их оптимальной величины. Внесение минеральных удобрений на фоне последействия органических приводило к заметному подкислению почвы и ее обеднению основаниями тем сильнее, чем выше была доза минеральных удобрений.

2. По истечении двух ротаций севооборота (12 лет) благоприятное действие дефеката на показатели почвенной кислотности заканчивалось. Почва начинала испытывать потребность в известковании. Так как в севообороте возделываются чувствительные к кислотности культуры (сахарная свекла), необходимо известкование почвы в дозе, рассчитанной по полной гидролитической кислотности.

3. Содержание как обменной формы кальция, так и водорастворимой уменьшалось при внесении минеральных удобрений на фоне последействия органических. Известкование почвы, даже на 12-й год последействия, способствовало накоплению большего количества кальция по сравнению с неизвесткованными вариантами. Содержание магния, в отличие от кальция, было выше на неизвесткованных вариантах опыта.

4. За период с 2014 по 2018 г. наблюдались заметные изменения физико-химических свойств почвы: величина почвенной кислотности увеличивалась в среднем на один класс, а содержание обменного кальция уменьшалось на 1,4–3,5 мг-экв./100 г почвы.

5. Внесение кальциевого мелиоранта способствует увеличению процента содержания гумуса, его запасов. Кроме того, на дефекатированных вариантах отмечается максимальное содержание ГК, связанных с кальцием. На вариантах применения минеральных удобрений отмечается возрастание доли ФК в составе почвенного гумуса, что может отрицательно сказаться на уровне плодородия в целом.

## Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв / Д.М. Алексеева и др. – Москва : Наука, 1975. – 420 с.
2. Вопросы оптимизации кислотности почв и баланса кальция / Н.И. Аканова, В.Н. Темников, Г.Е. Гришин, Н.А. Комарова, О.Д. Шафронов // Нива Поволжья. – 2011. – № 1 (18). – С. 1–6.
3. Гасанова Е.С. Изменение поглотительной способности чернозема выщелоченного под влиянием агротехнических приемов / Е.С. Гасанова // Перспективы применения средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях : материалы 47-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. – Москва : ВНИИА, 2013. – С. 42–44.
4. Исследование качества гуминовых кислот чернозема выщелоченного под сельскохозяйственными культурами / Е.С. Гасанова, В.В. Котов, К.Е. Стекольников, Т.О. Фоминых // Агрохимия. – 2014. – № 4. – С. 27–34.
5. Исследование состава гумусовых веществ методом УФ-спектроскопии / К.Е. Стекольников и др. // Агро XXI. – 2009. – № 1–3. – С. 38–40.
6. Кожокина А.Н. Влияние удобрений и мелиоранта на кальциевый режим чернозема выщелоченного / А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, г. Воронеж, 15–17 ноября 2016 г. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 46–51.
7. Корчагин В.И. Мониторинг агрохимических показателей плодородия почв и урожайность основных сельскохозяйственных культур Воронежской области / В.И. Корчагин, Ю.А. Кошелев, Н.Г. Мязин // Плодородие. – 2016. – № 3 (90). – С. 10–13.
8. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 6–8.
9. Орлов Д.С. Химия почв : учебник / Д.С. Орлов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
10. Шильников И.А. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях / И.А. Шильников, Н.И. Аканова, В.Н. Темников // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 28–30.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-316-00035 мол\_а «Изучение механизма деградации чернозема на примере дегумификации и декальцирования и разработка мероприятий по повышению почвенного плодородия»*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Елена Сергеевна Гасанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Анна Николаевна Кожокина – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@yandex.ru).

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

Константин Егорович Стекольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [agrohimi@agronomy.vsau.ru](mailto:agrohimi@agronomy.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 25.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elena S. Gasanova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Anna N. Kozhokina – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [annakozh27@yandex.ru](mailto:annakozh27@yandex.ru).

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

Konstantin E. Stekolnikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agrohimi@ag.vsau.ru](mailto:agrohimi@ag.vsau.ru).

Received November 25, 2018

Accepted December 20, 2018

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИКИ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Ольга Михайловна Кольцова  
Юрий Иванович Житин  
Николай Трофимович Павлюк

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований по диагностике показателей почвенно-биотического комплекса (ПБК) черноземов выщелоченных типичной лесостепи, почвенно-поглощающий комплекс которых характеризуется недонасыщением кальцием. Методы исследований – полевой, лабораторно-аналитический, сравнительный, математический. Приводятся данные изменения содержания гумуса и коэффициента гумусонакопления (Кгнк), состояния микробиоценоза и ферментативной активности, позволяющие оценить состояние изучаемых почв при различном уровне удобренности и при использовании кальцийсодержащего вещества (дефеката). Показана тесная связь изучаемых биологических показателей с физико-химическими свойствами и прежде всего с величиной кислотности. Наиболее благоприятными были показатели кислотности на мелиорированном варианте:  $pH_{KCl}$  – 6,5, гидролитическая кислотность – 2,7 мг-экв./100 г почвы. Этот вариант по показателям почвенного плодородия оказался наиболее близким к естественной экосистеме (целине). Внесение дефеката позволило улучшить состояние микробиоценоза, увеличив в нем количество бактерий до 235 млн, актиномицетов – до 10 тыс. и снизить количество грибов до 8 тыс. На этом фоне содержание гумуса увеличилось до 4,5% и Кгнк стал равен 1,5, тогда как интенсивное использование физиологически кислых удобрений даже на фоне с навозом снизило содержание гумуса с 4,10 до 3,62%, а Кгнк – с 1,00 до 0,85. Определена активность каталазы и фосфатазы. Именно на мелиорированном варианте активность каталазы максимальная – 12,2 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, а фосфатазы наименьшая – 0,47 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, что указывает на хорошую обеспеченность растений минеральным фосфором. Оценка биологических и биохимических показателей чернозема выщелоченного агроэкосистемы показала значительную перестройку всех ее составляющих в результате интенсивного ведения сельскохозяйственного производства и возможность использования в диагностике различных агроприемов биологических и биохимических показателей, достаточно точно характеризующих экологическое состояние почвы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** чернозем выщелоченный, сельскохозяйственное производство, удобрения, химическая мелиорация, микробиоценоз, ферментативная активность, токсичность.

## RATIONAL USE OF LEACHED CHERNOZEMS IN THE AGRICULTURAL ECOSYSTEMS OF TYPICAL FOREST STEPPE ON THE BASIS OF DIAGNOSING THEIR BIOLOGICAL CONDITION

Olga M. Koltsova  
Yuriy I. Zhitin  
Nikolay T. Pavlyuk

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies on diagnosing the parameters of soil biotic complex (SBC) of leached chernozems of typical forest steppe, the soil adsorption complex of which is characterized by undersaturation with calcium. The study methods included the field, laboratory analytical, comparative, and mathematical ones. The authors provide the data on changes in humus content and humus accumulation coefficient (HAC), as well as the state of microbiocenosis and enzymatic activity that allow assessing the state of the studied soils at different levels of fertilization and during the use of calcium-containing substance (defecate). A close relationship of the studied biological parameters with physicochemical properties and particularly with the acidity value is shown. The most favorable parameters of acidity were observed in the ameliorated variant ( $pH_{KCl}$  of 6.5 and hydrolytic acidity of 2.7 mg-eq per 100 g of soil). In terms of soil fertility this variant was the closest to the natural ecosystem

(virgin soil). The application of defecate allowed improving the state of microbiocenosis by increasing the number of bacteria up to 235 million and the number of actinomycetes up to 10 thousand, and reducing the number of fungi to 8 thousand. In this background the humus content increased to 4.5% and HAC was 1.5, whereas the intensive use of physiologically acid fertilizers decreased the humus content from 4.10 to 3.62% and HAC from 1.00 to 0.85 even against the background of manure application. The activity of catalase and phosphatase was determined. The ameliorated variant showed the maximum catalase activity of  $12.2 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$  and the lowest phosphatase activity of 0.47 mg of  $\text{P}_2\text{O}_5$ , which indicates a good supply of plants with mineral phosphorus. The assessment of biological and biochemical parameters of leached chernozem in the agricultural ecosystem showed a significant restructuring of all its components as a result of intensive agricultural production and the possibility of using the biological and biochemical parameters that quite accurately characterize the ecological state of soil in diagnosing of various agricultural techniques.

KEYWORDS: leached chernozem, agricultural production, fertilizers, chemical amelioration, microbiocenosis, enzymatic activity, toxicity.

**Б**иология почв – это комплексная наука, связывающая биологию и почвоведение, и ее методологическая основа состоит в расшифровке механизмов, протекающих в почве, и прежде всего их биохимической сущности. С точки зрения В.В. Докучаева, почва – это итог воздействия на кору выветривания живых организмов, деятельность которых привела к образованию почвенного органического вещества гумуса [2]. Это своеобразное природное образование – биокосное тело, которое характеризуется двумя особенностями, во-первых, оно обладает массой, объемом, определенными свойствами и плодородием, т. е. способно производить урожай растений (по В.Р. Вильямсу), снабжая их водой и питательными веществами; во-вторых, само его существование обусловлено живым веществом, динамика жизни которого определяет динамику биокосного тела [7].

Биологическое направление в почвоведении связано прежде всего с проблемой трансформации органического вещества почв. Масса растительных остатков, поступающих в почву, подвергается интенсивному разложению, скорость которого во многом зависит от деятельности микроорганизмов, их количественного и качественного состава.

Существование структурно-функциональной интеграции между микробным комплексом почв и факторами внешней среды позволяет рассматривать микробный комплекс как сложный неспецифический естественный биосенсор [4]. Поэтому именно почвенная биота является важным и надежным индикатором состояния и степени нарушенности биогеоценоза, деятельность которого обусловлена напряженностью взаимодействия малого биологического и большого геологического круговоротов, объединенных именно почвой. Важность цепей разложения или редуцентного звена экосистемы обусловлена тем, что именно в них перерабатывается до 90% биомассы растений, попадающей с опадом [5].

В основе принципа биодиагностики почв лежит представление, что почва как среда обитания – это единая система минеральной (неживой) части и населяющих ее популяций различных организмов (живая часть). В зависимости от их сочетания, факторов почвообразования различные почвы отличаются по составу биоты, направленности физиологических и биохимических превращений и тех веществ, которые являются продуктами этих превращений [6].

Как известно, на биологическое состояние почвы огромное влияние оказывают абиотические факторы среды: водный, воздушный и пищевой режимы, изменяющие направленность и интенсивность биологических процессов.

Характер биохимических реакций в большой степени зависит от кислотности почвы. Большинство бактерий не развиваются при реакции среды ниже pH 5, а для грибов минимальное значение этого показателя составляет 2–3. Поэтому в почвах можно найти представителей всех групп микроорганизмов, но в разном количественном и качественном сочетании. Так, в кислых почвах преобладают грибы, а в слабощелочных – бактерии и актиномицеты. Несмотря на различную кислото- и щелочеустойчивость все

группы микроорганизмов проявляют активность в нейтральной среде. Поэтому поддержание кислотности среды на уровне, близком к нейтральному, приводит к активизации полезных для растений групп микроорганизмов [13].

Сопряжена с показателем состояния микробиоценоза почвы ее ферментативная активность. Зачастую, являясь интегрированным показателем состояния почвенно-биотического комплекса в целом, она более объективно отражает биологию почвы. Определение ферментативной активности показывает интенсивность и направленность протекающих в ней биохимических реакций, особенно в условиях антропогенного воздействия [12]. Своей производственной деятельностью человек нарушает базовые факторы почвообразования, изменяет ход и направленность почвенных процессов, что отражается на самих свойствах почвы, их трансформации.

Смена естественной растительности на монокультуру агроценоза приводит к поступлению органического вещества, а также к изменению гидротермического режима верхнего горизонта, затронутого сельскохозяйственной деятельностью. Это приводит к гумидизации режима в пахотных черноземах [3]. В них процессы, связанные с формированием гумусового профиля, сохраняются, но их интенсивность резко снижается, что связано, во-первых, со снижением количества поступающих растительных остатков, а во-вторых, с несовпадением зон максимального накопления биомассы и интенсивной микробиологической деятельности, что приводит к усилению процесса минерализации собственно гумусовых веществ в верхнем слое 0–5 см. Этот процесс во многом провоцируется ежегодной перепашкой почвы с оборотом пласта, при котором биологический материал для разложения пополняется не в виде растительного опада, как на целине, а в форме вновь образованных гумусовых веществ, т. е. преобладают процессы минерализации гумуса, а не его образования [3, 4]. М.М. Кононова в своих работах указывает на связь процессов гумусообразования и его минерализации с деятельностью микроорганизмов и ферментативной активностью почвы, в частности с такими ферментами, как полифенолоксидаза, ответственная за образование гумуса, и пероксидаза, связанная с его минерализацией. Соотношение активностей этих ферментов определяет величину коэффициента гумусонакопления –  $K_{гнк}$  [9].

Таким образом, биология почв раскрывает суть проблемы распада сложных органических веществ, возврата минеральных элементов питания в глобальный круговорот, делаая их практически «неиссякаемыми» [13]. Поэтому необходимы сопряженные исследования физико-химических параметров плодородия черноземных почв, содержания и динамики гумуса, состояния основных групп микробиоценоза и ферментативной активности, обеспечивающих процессы превращения основных элементов питания растений.

Представленные исследования проводятся в условиях многолетнего стационарного полевого опыта УНТЦ «Агротехнология» Воронежского государственного аграрного университета, который был заложен в 1987 г. на черноземе выщелоченном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом со следующей характеристикой:  $pH_{KCl}$  – 4,84, гидролитическая кислотность (Нг) – 7 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – до 85%, среднее содержание гумуса – 4,2%. При этом целинный участок с такой же почвенной разностью характеризовался прежде всего содержанием гумуса до 5,2% и благоприятным кислотным режимом ( $pH_{KCl}$  – 6,54, гидролитическая кислотность (Нг) – 2,7 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – до 92%). Это показывает, что именно сельскохозяйственная деятельность человека приводит к ухудшению показателей почвенного плодородия.

В опыте изучалось действие и последствие различных агрохимикатов по следующим вариантам опыта:

- контроль – без удобрений;
- контроль – органический фон – 40 т/га навоза один раз в ротацию севооборота;

- органический фон + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;
- органический фон + дефекат (доза рассчитывается по Nг и равна ее полуторной величине).

Мелиорант вносится совместно с навозом в основную обработку в черный пар. Первоначально внесение его, как и навоза, проводили один раз в ротацию шестипольного севооборота, но позднее (с 2000 г. и далее) перешли к внесению один раз в две ротации, т. е. через 12 лет, что связано с высоким уровнем поддержания кислотности.

Как видно из характеристики основных свойств чернозема выщелоченного, его почвенный поглощающий комплекс недонасыщен кальцием. Именно декальцирование пахотного горизонта привело к потере органического вещества. По данным профессора К.Д. Глинки (1921), черноземы выщелоченные опытной станции Воронежского сельскохозяйственного института (в настоящее время УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ) содержали 7,23–8,79% гумуса в слое 0–20 см. По данным профессора М.С. Цыганова (1954), его содержание снизилось до 5,52–6,38, а в исследованиях А.Т. Цурикова (1983) это количество уменьшилось уже до 3,74–4,80%. Исследования, проведенные в 1987–2017 гг., показывают, что количество гумуса равно 3,80–4,22% [8].

Анализ изменений кислотности изучаемого чернозема за период с 1921 г. до настоящего времени дает основание говорить о существенном влиянии сельскохозяйственного производства на этот показатель. Наиболее значимые изменения кислотности отмечены на вариантах с внесением минеральных удобрений по органическому фону. Даже внесение оптимальной для региона дозы N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> под озимую пшеницу привело к увеличению гидролитической кислотности по сравнению с целиной до 6,2 мг-экв./100 г почвы, а рН<sub>KCl</sub> снизилась до 5,0–4,8 [7]. Исследования в стационарном опыте с 1987 г. подтверждают эти данные. Так, на контроле и варианте с органо-минеральными удобрениями рН<sub>KCl</sub> составила соответственно 5,2 и 5,0.

Внесение только органических удобрений привело к увеличению этого показателя до 5,4, и лишь дефекатирование значительно снизило кислотность, увеличив рН<sub>KCl</sub> до 6,5, т. е. почва приобрела реакцию, близкую к нейтральной, наиболее благоприятной для микробиологической деятельности, как отмечалось выше, и роста, и развития основных сельскохозяйственных культур. Эти изменения отразились и на динамике органического вещества, которая в опыте изучалась совместно с активностью полифенолоксидазы и пероксидазы, отношение которых позволяет определить Кгнк, т. е. напряженность и направленность процессов гумусообразования. Содержание гумуса как основной биологической характеристики почвы и активность ферментов изменяются по вариантам опыта следующим образом (табл. 1).

**Таблица 1. Содержание гумуса и величина Кгнк в черноземе выщелоченном (слой 0–20 см, среднее за 2014–2016 гг.)**

Варианты опыта	Гумус, %		Кгнк	
	1987 г.	2014–2016 гг.	1987 г.	2014–2016 гг.
Контроль – без удобрений	3,83	3,60	0,91	0,60
Контроль – органический фон	4,03	3,98	0,94	1,04
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,10	3,62	1,00	0,85
Органический фон + дефекат	4,04	4,50	0,97	1,50
НСР <sub>0,95</sub> , %		0,23		0,15

Анализ данных таблицы 1 показывает некоторую стабилизацию состояния органического вещества на варианте с внесением только органических удобрений, тогда как

на контроле и варианте с органо-минеральными удобрениями происходит достоверное снижение содержания гумуса, причем более значительное – на 0,48% во втором случае. Внесение дефеката позволило увеличить данный показатель на 0,46%. Все эти данные полностью коррелируют с изменением кислотности чернозема выщелоченного. Можно выстроить ряд по изменению показателя содержания гумуса в изучаемой почве: органический фон + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – контроль без удобрений – контроль органический фон – органический фон + дефекат.

Такие изменения в содержании гумуса подтверждаются и ферментативной активностью. На контроле активность полифенолоксидазы снизилась с 0,16 до 0,09 мг пурпургаллина, тогда как пероксидазы увеличилась до 0,15, поэтому Кгнк снизился до 0,6. На дефекатированном варианте активность полифенолоксидазы изменяется недостоверно с 0,21 до 0,19 мг, тогда как активность пероксидазы резко уменьшается – с 0,25 до 0,10, поэтому Кгнк возрастает до 1,5. На варианте с органическим фоном происходит стабилизация гумусового состояния, тогда как при совместном внесении органических и минеральных удобрений установлена та же закономерность, что и на контроле без удобрений, здесь Кгнк меньше единицы, т. е. преобладают процессы минерализации гумуса.

Активное сельскохозяйственное использование чернозема выщелоченного оказало значительное влияние на состояние микробоценоза. Как известно, основу почвенного микробоценоза составляют бактерии – до 70% от общего количества микроорганизмов, причем в окультуренных почвах при сбалансированном состоянии ППК оно возрастает с нескольких миллионов в 1 г необрабатываемой почвы до нескольких миллиардов [5, 12].

Бактерии – это одноклеточные организмы с многочисленными и разнообразными морфологическими, анатомическими и биологическими свойствами, с высокой приспособительной способностью размножаться.

Вторая по численности группа микроорганизмов – актиномицеты, составляют до 30% общего количества микрофлоры. Так как они устойчивы к засухе, то наиболее активны летом и принимают активное участие в разложении азотсодержащих и безазотистых органических веществ, т. е. участвуют в процессах гумусообразования.

Наименьшая по объему группа микроорганизмов – грибы, но за счет образования огромного (иногда до сотен и тысяч килограммов) мицелия они составляют значительную по объему биомассу. Грибы особенно активны в кислых почвах, обладая высокоактивным ферментативным аппаратом, они способны быстро окислять и разлагать различные органические вещества [1, 12].

В представленных исследованиях выявлена следующая закономерность в содержании основных групп микроорганизмов по вариантам опыта (табл. 2).

**Таблица 2. Численность основных групп микроорганизмов на 1 г почвы (слой 0–20 см, среднее за 2006–2016 гг.)**

<b>Варианты опыта</b>	<b>Бактерии, млн шт.</b>	<b>Грибы, тыс. шт.</b>	<b>Актиномицеты, тыс. шт.</b>
Контроль – без удобрений	60	15	4
Контроль – органический фон	152	12	8
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	104	21	6
Органический фон + дефекат	235	8	10

Данные таблицы 2 показывают очень низкое содержание бактерий и актиномицетов на контрольном варианте, что можно связать с общим недостатком элементов минерального питания. На всех других вариантах количество этих организмов возрастает, но в большей мере зависит от кислотности почвенного раствора. Так, по внесению

элементов питания лучшим должен быть вариант с органо-минеральными удобрениями, но на самом деле приоритет остается за дефекацированным вариантом, где количество бактерий больше, чем на контроле, почти в 4 раза, внесение только навоза повышает этот показатель более чем в 2 раза. Аналогичная ситуация складывается и по количеству актиномицетов. Обратная зависимость установлена для грибов. Здесь их наибольшее количество отмечено на варианте с органо-минеральными удобрениями – 21 тыс. шт., что в 1,5 раза больше, чем на контроле. Наименьшим оно было на варианте с наименьшей кислотностью – на варианте с дефекацией. Этот вариант оказался наиболее близким к естественной экосистеме целины, где количество бактерий составило 520 млн шт., актиномицетов – 30 и грибов – 7 тыс. шт.

Дополнительно в исследованиях определяли активность таких распространенных ферментов, как каталаза и фосфатаза (табл. 3). Каталаза координирует реакцию выделения кислорода в результате разложения ядовитой перекиси водорода до кислорода и воды. Это и внутриклеточный фермент, и фермент, активно выделяющийся микроорганизмами в окружающую среду, где она очень устойчива к внешним условиям и длительное время сохраняет активность, важным фактором этого является кислотность почвенного раствора и оптимальное значение pH среды – около 7. Фосфатаза относится к группе ферментов, катализирующих процесс минерализации органических фосфатов до минеральных форм, доступных для питания растений. Это очень важная роль фермента, так как в черноземных почвах до 80% соединений фосфора находится в виде органических форм, малодоступных для растений [11].

**Таблица 3. Активность каталазы и фосфатазы, на 1 г почвы (слой 0–20 см, среднее за 2014–2017 гг.)**

<b>Варианты опыта</b>	<b>Фосфатаза, мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>Каталаза, см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 1 мин.</b>
Контроль – без удобрений	0,72	6,2
Контроль – органический фон	0,55	7,8
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,60	5,7
Органический фон + дефекация	0,47	12,2
НСР <sub>0,95</sub>	0,09	1,6

Анализ данных таблицы 3 свидетельствует, что наивысшей активностью каталазы была на дефекацированном варианте, где складывается оптимальный кислотный режим и pH близка к нейтральной величине, наименьшей – на контроле без удобрений и варианте с органо-минеральными удобрениями, где наиболее кислая реакция среды.

По активности фосфатазы косвенно можно судить об обеспеченности почвы подвижными формами фосфора, хорошо доступными для растений. Несмотря на внесение фосфора с удобрениями этот вариант не является лучшим, так как наименьшая активность фермента установлена на варианте с дефекацией, что указывает на большую сбалансированность круговорота данного элемента. Этот вариант оказался наиболее близким к естественной экосистеме, где активность фосфатазы составила 0,42 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Для подведения своеобразного итога нами определялась токсичность почвы по всхожести семян кресс-салата как индикатора на загрязнение почвы тяжелыми металлами, которые содержатся в удобрениях и дефекации, и редиса – индикатора на остаточные количества пестицидов (табл. 4). Токсичность определяется по всхожести семян и отрастанию корня. Токсичным считается вариант, где эти показатели ниже контроля на 20% и более [10].

**Таблица 4. Уровень токсичности чернозема выщелоченного (слой 0–20 см, 2017 г.)**

Варианты опыта	Всхожесть		Длина корня	
	кол-во	%	мм	% к контролю
Семена редиса (20 семян)				
Контроль – без удобрений	17	85	72	100
Контроль – органический фон	17	85	115	162
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	16	80	119	206
Органический фон + дефекат	18	90	180	233
Семена кресс-салата (25 семян)				
Контроль – без удобрений	20	80	142	100
Контроль – органический фон	22	88	153	108
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	20	80	151	105
Органический фон + дефекат	23	92	422	202

По редису токсичным для всхожести семян оказался вариант с внесением органо-минеральных удобрений, здесь показатель снизился на 20%, но по длине корня все варианты показали положительный результат: длина корня увеличилась с 62% при внесении только органических удобрений до 106–133% на двух других вариантах. Для кресс-салата по всхожести токсичными являются два варианта – контроль и вариант с внесением органо-минеральных удобрений, несколько лучше выглядит вариант с внесением только органических удобрений. По отрастанию корня эти варианты близки, внесение удобрений практически не увеличило данный показатель, хотя токсичными они не являются. Наилучшие показатели установлены на варианте с дефекатом, где максимальная всхожесть семян той и другой культуры – 90 и 92%, то же отмечено и по длине корня – 233 и 202 мм. Эти данные хорошо отражают тенденции в развитии микробного сообщества и по ферментативной активности, где этот вариант был лучшим. Аналогичные результаты дает сравнение токсичности с содержанием гумуса и величиной Кгнк.

Таким образом, установлены основные закономерности в биологии чернозема выщелоченного в зависимости от применения различных агрохимикатов.

Выявлен процесс уменьшения содержания гумуса в пахотном горизонте изучаемой почвы и изменение Кгнк. Внесение органо-минеральных удобрений резко снизило содержание органического вещества и Кгнк стал меньше единицы, что указывает на приоритет процессов минерализации органического вещества над процессами его образования.

Изменился и состав микробоценоза. Так, при подкислении почвенного раствора на варианте с внесением органических и минеральных удобрений происходит перестройка микробоценоза с уменьшением доли бактерий и актиномицетов и увеличением количества грибов. Аналогичные отрицательные результаты выявлены и для ферментативной активности: снижение активности каталазы и рост фосфатазы. Все это подтверждается результатами определения токсичности почвы.

Показано, что для восстановления этих показателей и рационального использования пахотных черноземов выщелоченных с недонасыщенным кальцием почвенно-поглощающим комплексом необходимо проведение химической мелиорации кальций-содержащим веществом, в частности дефекатом. Кальций дефеката восстанавливает кислотно-основной баланс чернозема выщелоченного и улучшает биологические показатели, что позволяет восстановить и сохранить производительную способность черноземов выщелоченных.

Показатели, характеризующие состояние почвенной биоты и ферментативную активность изучаемой почвы, необходимо использовать для контроля за изменениями почвенно-биотического комплекса в ходе применения различных агрохимикатов, в ходе интенсивной сельскохозяйственной деятельности со всевозрастающими нагрузками на почву.

### Библиографический список

1. Агроэкология : учебник ; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – Москва : Колос, 2000. – 536 с.
2. Арчегова И.Б. О биологической сущности почвы / И.Б. Арчегова, В.А. Федорович. – Сыктывкар, 1988. – 36 с.
3. Большаков А.Ф. Водный режим мощных черноземов Среднерусской возвышенности / А.Ф. Большаков. – Москва, 1961. – 200 с.
4. Верзилин В.В. Биология почв среднерусского Черноземья (диагностика и пути решения) : монография / В.В. Верзилин, С.И. Коржов, Н.И. Придворев. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2005. – 247 с.
5. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – Москва : Изд-во МГУ, 1987. – 325 с.
6. Кольцова О.М. Биологическая диагностика состояния чернозема выщелоченного типичной лесостепи / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (32). – С. 7–32.
7. Кольцова О.М. Биология и экология почв : учеб. пособие / О.М. Кольцова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2012. – 107 с.
8. Кольцова О.М. Экологическая оптимизация использования черноземов Воронежской области / О.М. Кольцова, К.Е. Стекольников // Экология ЦЧО РФ. – 1998. – № 1. – С. 6–9.
9. Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы / М.М. Кононова // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 6–20.
10. Минеев В.Г. Биотест для определения экологических последствий применения химических средств защиты растений / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе, Л.П. Воронина // Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. – № 7. – С. 5–10.
11. Пейве Я.В. Биохимия почв / Я.В. Пейве. – Москва : Сельхозгиз, 1961. – 422 с.
12. Почвенные микроорганизмы как компоненты биоценоза : сборник научных трудов ; под ред. Е.Н. Мишустина. – Москва : Наука, 1984. – 450 с.
13. Тейт III Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты / Р. Тейт III ; пер. с англ. О.Д. Масаловой, Д.С. Орлова. – Москва : Мир, 1991. – 400 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ольга Михайловна Кольцова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: olga.koltsova.52@mail.ru.

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

Николай Трофимович Павлюк – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: selection@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 19.11.2018

Дата принятия к печати 22.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Olga M. Koltsova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: olga.koltsova.52@mail.ru.

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

Nikolay T. Pavlyuk – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Plant Breeding, Seed Production and Biotechnology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: selection @agronomy.vsau.ru.

Received November 19, 2018

Accepted December 22, 2018

## РОСТ И РАЗВИТИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Сабир Вагидович Кадыров  
Михаил Юрьевич Харитонов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона проведены исследования по определению влияния нормы высева семян на рост и развитие растений кукурузы. Исследования проведены в 2013–2015 гг. на черноземе обыкновенном среднесуглинистом, с содержанием гумуса 4,3%, pH – 5,6, суммой поглощенных оснований 22,5 мг-экв/100 г почвы и степенью насыщенности почвы основаниями – 88,9%. Использовали полевую, лабораторно-аналитический, сравнительный и математический методы исследований. Представленные результаты проведенных исследований позволяют выбрать оптимальные нормы высева семян гибридов кукурузы ранней и средней группы спелости (ФАО 180–280), возделываемых в условиях лесостепи ЦЧР. Показано, что увеличение нормы высева с 61 до 93 тыс. шт./га приводит к увеличению межфазного периода всходы – восковая спелость у гибридов (Родник 179СВ – на 4 дня, MAS 12R и AMELIOR – на 2 дня, MAS 30K – на 3 дня). С увеличением нормы высева семян уменьшается облиственность одного растения кукурузы, однако увеличивается площадь ассимиляционной поверхности листьев на 1 га. Наибольшая высота растений гибридов Родник 179СВ (217 см) и AMELIOR (214 см) была отмечена при норме высева 73 тыс. шт./га всхожих семян, а у гибридов MAS 12R (213 см) и MAS 30K (223 см) – при норме высева семян 77 тыс. шт./га. Снижение нормы высева менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение нормы высева более 77 тыс. шт./га приводит к снижению высоты растений гибридов кукурузы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кукуруза, гибрид, норма высева, густота растений, площадь листьев.

## THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MAIZE HYBRIDS AT DIFFERENT SEEDING RATES UNDER THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

Sabir V. Kadyrov  
Mikhail Yu. Kharitonov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors have studied the influence of seeding rates on the growth and development of maize plants in the conditions of forest steppe of the Central Chernozem Region. Studies were conducted in 2013–2015 on ordinary medium-loamy chernozem with humus content of 4.3%, pH of 5.6, the sum of absorbed bases of 22.5 mg×eq per 100 g of soil and the degree of soil saturation with bases of 88.9%. The utilized methods of research included the field, laboratory analytical, comparative and mathematical methods. The presented results of studies allow selecting the optimal seeding rates of maize hybrids of early and medium ripeness groups (FAO 180–280) cultivated in the conditions of forest steppe of the Central Chernozem Region. It is shown that increasing the seeding rate from 61 to 93 thousand pcs/ha leads to an increase in the germination-waxy ripeness interphase period in hybrids (by 4 days in the Rodnik 179CB, by 2 days in the MAS 12R and AMELIOR, and by 3 days in the MAS 30K). An increase in the seeding rate decreases the leafiness of one corn plant, but the area of assimilation surface of leaves per 1 ha increases. The greatest plant height was observed at the seeding rate of 73 thousand pcs/ha for the Rodnik 179CB (217 cm) and AMELIOR (214 cm) hybrids, and at 77 thousand pcs/ha for the MAS 12R (213 cm) and MAS 30K (223 cm) hybrids. A decrease in the seeding rate below 73 thousand pcs/ha or, conversely, its increase above 77 thousand pcs/ha leads to a decrease in plant height of maize hybrids.

KEYWORDS: maize, hybrid, seeding rate, plant density, leaf area.

**В**ведение  
Продуктивность гибридов кукурузы обусловлена количественными признаками, характеризующими ее габитус: высоту растений, облиственность, площадь листовой поверхности и др. [1, 4, 10]. Эти признаки определяют реакцию растений на изме-

нение условий произрастания. Рост и развитие растений кукурузы зависят от множества факторов, в первую очередь от складывающихся метеорологических условий, биологических особенностей гибридов и применяемой агротехнологии [2, 3, 6, 7].

В настоящее время увеличение производства зерна кукурузы возможно за счет подбора новых, стабильно продуктивных гибридов, отличающихся раннеспелостью, засухоустойчивостью и высоким качеством полученного урожая. Норма высева семян, при которой формируется оптимальная густота стояния растений, является одним из основных факторов, влияющих на реализацию потенциальных возможностей гибридов кукурузы [4, 8, 9]. В связи с этим в задачи проведенных исследований входило научное обоснование выбора оптимальной нормы высева семян гибридов кукурузы иностранной селекции в сравнении с отечественной, а также подбор наиболее скороспелых и продуктивных из них для возделывания на зерно в условиях лесостепи ЦЧР.

### Методика эксперимента

Опыты с разными нормами высева семян гибридов кукурузы проводили на полях К(Ф)Х Котова В.В. в Бобровском районе Воронежской области по двухфакторной схеме:

- фактор А – гибриды (MAS 12R, AMELIOR, MAS 30K и Родник 179СВ);
- фактор В – норма высева семян (61, 67, 73, 77, 83, 87 и 93 тыс. шт./га).

Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным среднесуглинистым. Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса в пахотном слое – 4,3%, рН – 5,6, сумма поглощенных оснований – 22,5 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями – 88,9%, содержание подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 73 и 103 мг/кг почвы.

Общая площадь делянки составляла 157 м<sup>2</sup>, учетной – 120 м<sup>2</sup>. Опыт закладывали методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением внутри повторений. Предшественником кукурузы была озимая пшеница.

Технология возделывания кукурузы в опыте – общепринятая для Центрального Черноземья:

- вспашка (John Deere 8310R + Lemken Euro Diamant) на глубину 25–27 см;
- культивация (John Deere 8310R + Lemken Korund 9) на глубину 8–10 см;
- внесение удобрений (осенью – безводный аммиак из расчета 1 ц/га (82 кг д.в./га), весной – аммофос 75 кг/га в физической массе при посеве и микроудобрение Рексолин (0,15 кг/га) – в подкормку);
- сев (МТЗ-1221 + Гаспардо (8 рядков);
- обработка против сорняков – гербицидом Титус Плюс (0,387 кг/га) в фазе 3–5 листьев, против стеблевого мотылька и хлопковой совки – инсектицидом Рогор-С (1 л/га) в период выметывание – цветение;
- уборка (Асрос 580) поделаячно, с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту.

Погодные условия в период полевых исследований за 2013–2015 гг. имели отклонения от среднемноголетних данных по основным показателям. Лучшие метеорологические условия для роста и развития кукурузы сложились в 2013 г. Повышенный температурный режим и недостаток влаги в межфазный период выметывание – цветение в 2014 и 2015 гг. оказались наиболее критичными для растений кукурузы.

### Результаты и их обсуждение

Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим признаком, который позволяет дифференцировать все гибриды по скороспелости. У кукурузы для характеристики длительности периода вегетации выделяют два межфазных периода: всходы – цветение и цветение – восковая спелость [5, 10].

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых гибридов за годы исследований была различной и в большей степени зависела от показателя скороспелости.

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Так, в среднем за три года исследований наиболее скороспелыми были гибриды ФАО 180: MAS 12R (102 сут.) и Родник 179СВ (104 сут.). Период вегетации гибрида AMELIOR (ФАО 240) составил 113 сут. Наиболее позднеспелым был гибрид MAS 30К (ФАО 280), вегетация которого продолжалась 122 сут. (табл. 1).

**Таблица 1. Продолжительность вегетационного периода гибридов кукурузы при разных нормах высева семян (2013–2015 гг.)**

Норма высева, тыс. шт./га всхожих семян	Вегетационный период (диапазон/среднее), сут.			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30К ФАО 280
61	99 – 105 102	95 – 104 100	109 – 115 112	117 – 122 120
67	101 – 104 102	99 – 104 101	110 – 115 112	118 – 124 120
73	102 – 105 104	98 – 103 100	110 – 118 114	120 – 125 123
77	102 – 104 103	97 – 101 99	109 – 118 113	121 – 125 123
83	102 – 106 104	101 – 103 102	113 – 116 114	119 – 124 121
87	104 – 108 106	101 – 105 103	113 – 115 114	122 – 124 123
93	105 – 107 106	100 – 106 103	112 – 116 114	122 – 124 123
Среднее по гибриду	<b>104</b>	<b>102</b>	<b>113</b>	<b>122</b>

Следует отметить, что норма высева семян оказала незначительное влияние на продолжительность вегетации всех исследуемых гибридов. Отмечена тенденция увеличения периода вегетации при увеличении нормы высева семян, особенно у скороспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R.

Увеличение нормы высева с 61 до 93 тыс. всхожих семян на 1 га не оказало существенного влияния на продолжительность межфазного периода сев – всходы у всех изучаемых гибридов, которая составила 18–19 сут. (табл. 2).

**Таблица 2. Продолжительность межфазных периодов гибридов кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)**

Норма высева, тыс. шт./га всхожих семян	Продолжительность межфазных периодов, сут.											
	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость	сев – всходы	всходы – цветение	всходы – восковая спелость
	Родник 179СВ ФАО 180			MAS 12R ФАО 180			AMELIOR ФАО 240			MAS 30К ФАО 280		
61	18	50	94	17	51	93	18	64	104	18	65	112
67	18	53	94	18	50	93	18	64	104	18	64	112
73	18	52	96	17	53	93	18	63	106	19	65	114
77	18	53	95	17	52	92	18	64	105	19	65	114
83	18	53	96	18	53	94	18	65	106	18	66	113
87	18	53	98	18	53	95	18	64	106	19	66	114
93	18	54	98	18	53	95	18	65	106	19	65	114
г (корреляция с урожайностью)			-0,51	-	-	-0,79	-	-	0,03	-	-	-0,18

Различия в развитии растений гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян начали проявляться к фазе цветения. К началу цветения растений кукурузы загущение посевов раннеспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R привело к увеличению межфазного периода всходы – цветение на 2–4 сут., по среднеспелому (AMELIOR) и позднеспелому (MAS 30K) гибридам этого не наблюдалось.

К фазе восковой спелости с увеличением нормы высева семян на 1 га по всем гибридам можно отметить тенденцию роста межфазного периода всходы – восковая спелость. Так, у растений гибрида Родник 179СВ межфазный период увеличился на 4 сут., у MAS 12R и AMELIOR – на 2 сут., у растений среднеспелого гибрида MAS 30K – до 3 сут.

На начальных этапах развития растения кукурузы растут медленно. В первой половине вегетации, в течение 12–15 сут. после появления всходов, максимальный среднесуточный прирост стебля в высоту при благоприятных условиях может составлять лишь 1,0–2,5 см. За 10 сут. до фазы выметывания прирост высоты растений кукурузы достигает максимальных значений: 5–10 см/сут. После фазы цветения линейный рост в высоту кукурузы прекращается [3].

За три года исследований высота растений кукурузы в начале фазы выметывания в зависимости от нормы высева составила 81–104 см. Более высокорослыми были растения гибрида MAS 12R (104 см) при норме высева 73 тыс. шт./га, чуть ниже были растения гибрида AMELIOR (95 см) при норме высева 83 тыс. шт./га. Наибольшая высота растений среднеспелого гибрида MAS 30K (93 см) была сформирована при норме высева 87 тыс. шт./га (табл. 3).

Наибольшая высота растений (215 см) к началу фазы цветения была у растений гибрида MAS 30K на варианте с нормой высева 77 тыс. шт./га. Самыми низкорослыми (193 см) в этой фазе были растения гибрида MAS 12R при норме высева 93 тыс. шт./га.

К фазе созревания различия в высоте растений у всех гибридов в зависимости от нормы высева семян несколько уменьшились. Так, у гибридов MAS 30K и AMELIOR максимальная разница в высоте растений составила 13 см, или 6,1%.

**Таблица 3. Высота растений гибридов кукурузы по фазам вегетации при разных нормах высева (2013–2015 гг.)**

Норма высева, тыс. шт./га	Высота растений гибридов кукурузы по фазам вегетации, см											
	Родник 179СВ ФАО 180			MAS 12R ФАО 180			AMELIOR ФАО 240			MAS 30K ФАО 280		
	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание	выметывание	цветение	созревание
61	84	196	208	101	188	194	92	202	205	91	202	210
67	85	188	203	98	196	203	92	200	203	87	206	209
73	86	202	217	104	198	205	94	210	214	88	207	216
77	86	198	210	97	206	213	92	206	210	92	215	223
83	85	201	215	99	204	210	95	207	210	86	212	221
87	81	197	202	98	201	203	91	199	202	93	207	211
93	81	196	201	94	193	199	89	198	201	91	199	209
r (корреляция с урожайностью)			0,36	-	-	0,54	-	-	0,95	-	-	0,65

После выметывания прирост растений кукурузы резко притормаживается у всех гибридов. В проведенных исследованиях наблюдалась тенденция увеличения высоты

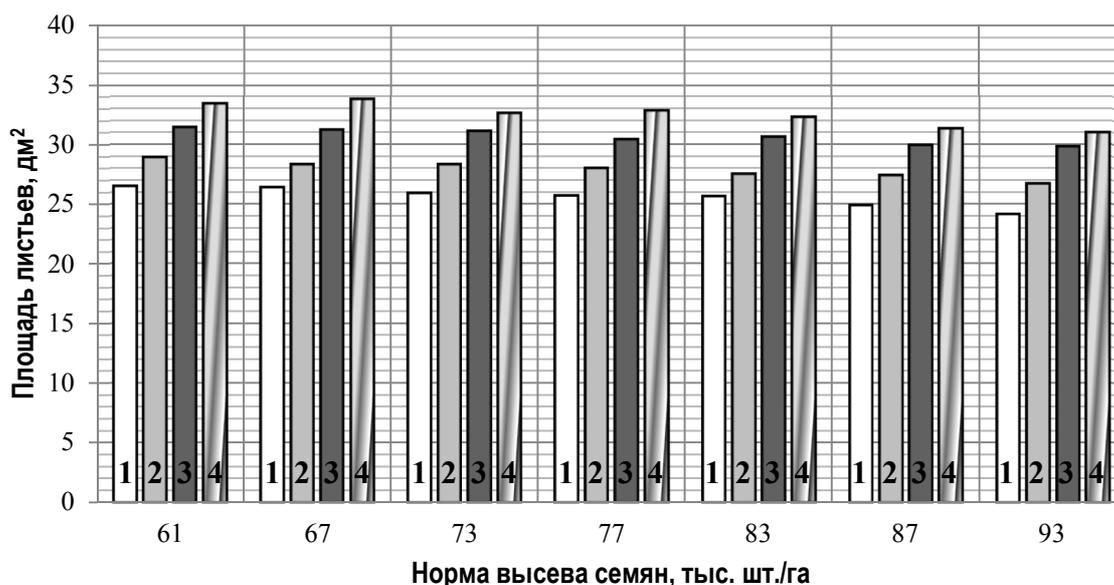
растений кукурузы с увеличением ФАО. Так, в фазе созревания высота растений гибрида MAS 12R с ФАО 180 составила в зависимости от нормы высева семян 194–213 см, AMELIOR с ФАО 240 – 201–214 см, MAS 30K с ФАО 280 – 209–223 см. В фазе созревания высота растений гибрида AMELIOR с густотой посева 77 и 83 тыс. шт./га была одинаковой и составила 210 см. Также незначительно изменялась высота растений при нормах высева 61 и 67 тыс. шт./га. Такая же тенденция наблюдалась и у растений гибрида MAS 30K. Следует также отметить, что растения гибридов Родник 179СВ и AMELIOR при норме высева 61 тыс. шт./га были на 4–7 см выше, чем при норме высева 93 тыс. шт./га. Для среднеспелого гибрида MAS 30K с ФАО 280 такая тенденция была выражена слабее.

Лучшие показатели высоты растений гибридов MAS 12R и MAS 30K были при норме высева 77 тыс. шт./га всхожих семян. Снижение нормы высева менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение более 77 тыс. шт./га приводили к снижению высоты растений гибридов кукурузы. Наиболее высокорослыми растения гибридов Родник 179СВ (217 см) и AMELIOR (214 см) были при норме высева семян 73 тыс. шт./га, а гибридов MAS 12R (213 см) и MAS 30K (223 см) – при норме высева 77 тыс. шт./га.

Создание благоприятного светового режима с оптимальной густотой стояния является необходимым условием для прохождения важнейших физиологических процессов, которые определяют уровень урожайности культуры. Влияние этого фактора на параметры роста и развития растений кукурузы зависит от сложившихся агроэкологических условий [5, 8]. В результате исследований за 2013–2015 гг. выявлено, что на показатели площади листьев одного растения и ассимиляционной поверхности на 1 га значительное влияние оказывают как метеорологические условия вегетационного периода, так и норма высева семян гибридов кукурузы (табл. 4, 5).

**Таблица 4. Количество и площадь листьев одного растения гибридов кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)**

Норма высева, тыс. шт. /га (фактор В)	Гибриды (фактор А)			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30K ФАО 280
	Количество листьев на одном растении, шт.			
61	13	14	15	17
67	13	13	15	17
73	13	14	15	16
77	13	13	15	16
83	13	13	15	16
87	13	13	14	16
93	13	13	14	16
	Площадь листьев одного растения, дм <sup>2</sup>			
61	26,5	28,9	31,4	33,4
67	26,4	28,3	31,2	33,8
73	25,9	28,3	31,1	32,6
77	25,7	28,0	30,4	32,8
83	25,6	27,5	30,6	32,3
87	24,9	27,4	29,9	31,3
93	24,1	26,7	29,8	31,0
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	1,09			
НСР <sub>05</sub> (фактор В)	0,83			
НСР <sub>05</sub> (совм. АВ)	F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>			



**Влияние нормы высева семян на площадь листовой поверхности растений кукурузы:  
1 – Родник 179СВ; 2 – MAS 12R; 3 – AMELIOR; 4 – MAS 30K**

В период исследований гибриды заметно различались по площади листовой поверхности на одном растении, что в основном определялось продолжительностью периода вегетации. Число листьев на главном побеге по всем вариантам в большей степени определялось морфобиологическими особенностями гибридов в соответствии с показателем ФАО и в меньшей степени зависело от нормы высева семян (см. рис.). В среднем за три года число листьев варьировало от 13 до 14 шт. у раннеспелых гибридов Родник 179СВ и MAS 12R и от 15 до 17 шт. – у среднеспелых гибридов AMELIOR и MAS 30K.

**Таблица 5. Площадь ассимиляционной поверхности растений кукурузы при разных нормах высева (2013–2015 гг.)**

Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Гибриды (фактор А)			
	Родник 179СВ ФАО 180	MAS 12R ФАО 180	AMELIOR ФАО 240	MAS 30K ФАО 280
	Площадь ассимиляционной поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га			
61	15,854	17,723	19,605	21,014
67	18,024	18,534	20,834	21,385
73	18,399	20,522	22,942	22,738
77	19,535	20,432	23,503	25,210
83	19,805	21,176	23,962	26,068
87	20,837	23,426	24,617	27,313
93	21,764	24,285	26,518	28,277
НСР <sub>05</sub> (фактор А)	0,3569			
НСР <sub>05</sub> (фактор В)	0,2699			
НСР <sub>05</sub> (совм. АВ)	0,7141			

В среднем за три года изучаемые гибриды по-разному реагировали на увеличение количества высеваемых семян на 1 га. Так, у растений гибрида Родник 179СВ с изменением нормы высева с 61 до 93 тыс. шт./га увеличилась площадь ассимиляционной поверхности – на 37,3%, у растений гибрида MAS 12R – на 37,0%, AMELIOR – на 35,2% и MAS 30K – на 34,5%. Максимальная площадь листьев 28,277 тыс. м<sup>2</sup>/га была отмечена у растений гибрида MAS 30K при норме высева 93 тыс. шт./га, наименьшая – 15,854 тыс. м<sup>2</sup>/га – у растений гибрида Родник 179СВ при норме высева 61 тыс. шт./га.

### Выводы

Анализ результатов проведенных исследований показал следующее:

- продолжительность вегетационного периода растений гибридов кукурузы находилась в прямой зависимости от числа ФАО и составила соответственно: MAS 12R (180) – 102 сут., Родник 179СВ (180) – 104 сут., AMELIOR (240) – 113 сут., MAS 30K (280) – 122 сут.;

- в фазе цветения использование повышенных норм высева раннеспелых гибридов до 93 тыс. шт./га приводит к увеличению межфазного периода всходы – цветение на 2–4 сут., а в фазе восковой спелости с увеличением нормы высева у всех изучаемых гибридов отмечается тенденция роста межфазного периода всходы – восковая спелость;

- снижение нормы высева семян менее 73 тыс. шт./га и, наоборот, увеличение более 77 тыс. шт./га приводит к снижению высоты растений гибридов кукурузы.

### Библиографический список

1. Акаемов Л.П. Продуктивность гибридов кукурузы различной скороспелости / Л.П. Акаемов // Сборник научных трудов ВНИИ кормов. – 1990. – № 43. – С. 72–75.
2. Зубкова М.С. Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева / М.С. Зубкова, А.С. Созин // Молодежь и наука. – 2016. – № 4. – С. 59.
3. Кадыров С.В. Влияние нормы высева семян на рост и развитие гибридов кукурузы в лесостепи Центрально-Черноземного региона / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Научная жизнь. – 2016. – № 9. – С. 6–15.
4. Кадыров С.В. Урожайность и качество семян кукурузы при разных нормах высева / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 12–16.
5. Кравченко Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь : ООО «Ставропольбланкиздат», 2010. – 208 с.
6. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар и др. ; под общ. ред. Д. Шпаара. – 3-е изд., доп. и дораб. – Москва : ИД ООО «DLV Агродело», 2006. – 390 с.
7. Нечаев В.И. Резервы увеличения производства зерна и повышение его эффективности : монография / В.И. Нечаев, А.П. Рыбалкин. – Москва : Изд-во «АгриПресс», 2002. – 284 с.
8. Потапов А.П. Влияние сроков сева и норм высева на продуктивность среднеранних гибридов кукурузы / А.П. Потапов, А.И. Пашинин, И.В. Пивоваров // Символ науки. – 2016. – № 11–2 (23). – С. 25–27.
9. Сурин И.В. Влияние нормы высева на урожайность и качество урожая кукурузы гибрида «Катерина СВ» при выращивании на зеленую массу с початками молочно-восковой спелости / И.В. Сурин // Молодежь и наука. – 2012. – № 1. – С. 7–9.
10. Филин В.И. Густота посева и способ обработки почвы как фактор повышения зерновой продуктивности кукурузы на южных черноземах Волгоградской области / В.И. Филин, Б.В. Михин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1 (33). – С. 112–117.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

#### Принадлежность к организации

Сабир Вагидович Кадыров – 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: Ksabir@yandex.ru.

Михаил Юрьевич Харитонов – соискатель кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mikh.xaritonoff@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Sabir V. Kadyrov – 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: Ksabir@yandex.ru.

Mikhail Yu. Kharitonov – Candidate Degree-Seeking 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: mikh.xaritonoff@yandex.ru.

Received November 16, 2018

Accepted December 20, 2018

## ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОГО И КАЧЕСТВЕННОГО УРОЖАЯ ЗЕРНА

Александр Васильевич Амелин<sup>1</sup>  
Виктор Иванович Мазалов<sup>2</sup>  
Валерий Васильевич Заикин<sup>1</sup>  
Евгений Иванович Чекалин<sup>1</sup>  
Роман Александрович Икусов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

<sup>2</sup>Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция

ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур»

Представлены результаты многолетних экологических испытаний сортов озимой тритикале, которые ведутся на Шатиловской СХОС с целью выявления перспективных генотипов для использования в селекции сортов, адаптивных к условиям Центрально-Черноземного региона России. Полученные данные показали, что озимая тритикале является высокоурожайной культурой, которая успешно может конкурировать с озимой пшеницей и рожью. Урожайность зерна у сортов данной культуры в годы исследований составила в среднем 4,7 т/га, что было на 14,9 и 23,4% выше уровня урожайности соответственно озимой пшеницы и ржи. При этом формируемая урожайность зерна современными сортами тритикале существенно варьировала по годам из-за выраженного влияния метеоусловий на продукционный процесс растений. Наиболее высокая урожайность (в среднем 8,0 т/га) была отмечена у опытных сортообразцов в 2014 г., а самая низкая – в 2015–2018 гг. Между урожайностью сорта и содержанием белка в зерне выявлена обратная связь ( $r = -0,58$ ). Генотипический интервал варьирования содержания белка у сортов озимой тритикале находился в диапазоне от 12,4 до 15,7%. Среди изученных генотипов культуры есть такие, урожайность которых не является наивысшей при лучших показателях качества зерна. Это сорт Пилигрим и, в определенной степени, сорта Консул и Алмаз (оригинатор – Донской зональный НИИСХ). С учетом показателей качества зерна тритикале эти сорта и рекомендуются для использования в селекции как ценный генетический материал в создании сортов нового поколения, призванных повысить конкурентоспособность отечественного производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: селекция, сорт, озимая тритикале, пшеница, рожь, урожайность, качество зерна, стабильность.

## NEW VARIETIES OF WINTER TRITICALE AND THEIR POTENTIAL IN THE FORMATION OF HIGH YIELDS AND QUALITY GRAIN PRODUCTION

Alexander V. Amelin<sup>1</sup>  
Viktor I. Mazalov<sup>2</sup>  
Valeriy V. Zaikin<sup>1</sup>  
Evgeny I. Chekalin<sup>1</sup>  
Roman A. Ikusov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

<sup>2</sup>Shatilovo Agricultural Experimental Station of Federal State Budgetary  
Scientific Institution «Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops»

The authors present the results of multi-year environmental research on the basis of Shatilovo Agricultural Experiment Station conducted in order to identify the promising genotypes of winter triticale for breeding of new varieties adaptable to the conditions of the Central Chernozem Region of Russia. The obtained data showed that winter triticale is a high-yielding crop that can successfully compete with winter wheat and rye. The average yielding capacity of varieties of this crop within the years of research was 4.7 t/ha, which was 14.9 and 23.4% higher than the yielding capacity of winter wheat and rye, respectively. At the same time, the yield of grain formed

by modern triticale varieties ranged widely over the years due to the significant influence of weather conditions on the production process of plants. The highest yield (8.0 t/ha on average) was noted in the experimental samples in 2014, and the lowest was in 2015–2018. There was an inverse correlation between the yield of the variety and protein content in the grain ( $r = -0.58$ ). The genotypic interval of protein content variation in winter triticale varieties was within the range from 12.4 to 15.7%. Some of the studied genotypes of the crop do not produce the highest yield despite the best parameters of grain quality. These are the Pilgrim and to some extent the Consul and Almaz varieties (originated from the Donskoy Zonal Scientific Research Institute of Agriculture). Taking into account the quality parameters of triticale grain, it is recommended to use these varieties in breeding as valuable genetic material for the creation of a new generation of varieties that would increase the competitiveness of the Russian crop production.

KEYWORDS: breeding, variety, winter triticale, wheat, rye, yield, quality of grain, stability.

### **В** ведение

Известно, что в конце XIX века путем межродовой гибридизации удалось впервые синтезировать новую сельскохозяйственную культуру – тритикале, сочетающую в себе многие хозяйственно полезные признаки и свойства родительских форм – экологическую пластичность озимой ржи и потенциал продуктивности озимой пшеницы [11].

Хозяйственная ценность тритикале заключается и в хороших потребительских качествах: высокий потенциал продуктивности, содержания белка в зерне и зеленой массе, устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам среды [4, 5, 7, 14, 15, 17, 18, 20].

По мнению специалистов, отмеченные достоинства тритикале в условиях нарастающей аридизации и усиления континентальности климата, а также потребностей мирового и отечественного рынка в высококачественном продовольственном зерне и корме в недалеком будущем могут сделать ее одной из ведущих зерновых культур [6, 11]. Уже в настоящее время под культурой в мире занято 4,2 млн га пашни, что близко к размерам посевных площадей озимой ржи – 4,4 млн га [13].

Однако в России тритикале возделывают пока на небольших площадях – 175 тыс. га [14] (в Орловской области – всего 3,3 тыс. га [16]). Одной из причин является нестабильность урожайности и качества зерна. В решении данной проблемы большое значение придается селекции адаптивных сортов, стабильно формирующих урожай зерна с высокими потребительскими качествами. В этой связи весьма важно на регулярной основе проводить оценку генетических ресурсов культуры и выявлять перспективные генотипы в качестве исходного материала для создания новых сортов.

С учетом вышеизложенного были проведены многолетние экологические испытания сортов озимой тритикале по выявлению перспективных генотипов для использования в селекции сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона России.

### **Материалы и методы**

Исследования осуществлялись в ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» по совместной программе с Шатиловской СХОС ФГБНУ ФНЦ ЗБК.

Экологические испытания сортов тритикале проходили в селекционном севообороте Шатиловской СХОС, а необходимый морфофизиологический анализ выполнялся в ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование».

Объектом научных исследований служили сортообразцы культуры из ведущих селекционных центров РФ: в 2013 г. было изучено 10, в 2014 г. – 12, в 2015 г. – 17, в 2016 г. – 15, в 2017 г. – 11, а в 2018 г. – 10 сортообразцов. В исследованиях 10 сортов (Донслав, Ацтек, Топаз, Сколот, Корнет, Нина, Немчиновская 56, Доктрина 110, Кроха и Модерато) испытывались в течение всех 6 лет, а 7 сортов (Консул, Пилигрим, Алмаз, Сват, Капрал, Дозор и Гренадо) – в течение 3 лет.

Опытный материал выращивали на делянках площадью 25 м<sup>2</sup> в 3–4-кратной повторности. Расположение делянок – систематическое со смещением. Биохимический анализ содержания в зерне белка проводили на инфракрасном анализаторе марки Infratec<sup>TM</sup> 1241 (Швейцария, FOSS).

Метеоусловия вегетации сортов озимой тритикале, особенно в весенне-летний период, существенно различались в годы исследований, что отразилось на реализации ими потенциала продуктивности. Период вегетации растений в 2012–2013 гг. в целом не был экстремальным для развития растений. Почва перед уходом сортовых посевов в зиму была промерзшей, а снежный покров достигал 45 см и более. Погодные условия в весенний период и начале лета также не угнетали развитие растений: температура воздуха в мае была на 4°C выше, количество осадков на 26% больше среднесуточной нормы. В июне температура воздуха превышала среднесуточное значение – в среднем на 3°C, количество осадков было на уровне нормы. В июле температура воздуха находилась в ее пределах, однако отмечался определенный дефицит влаги – количество осадков составляло 61% от среднесуточной нормы, что негативно повлияло на конечную урожайность зерна.

Зимой 2014 г. среднесуточные температуры опускались до –30°C и ниже, но держались непродолжительно. Снежный покров достигал 35 см и более, который сошел с посевов в конце марта. Вторая декада апреля и май были теплее обычного соответственно на 3,5 и 3°C, а количество осадков в мае превысило норму на 86%, что способствовало быстрому отрастанию и активному кущению озимых культур. В то же время температура воздуха во второй и третьей декаде июня была ниже среднесуточного значения на 2,9–3,3°C, июль и август, наоборот, отличались высокими температурами – выше среднесуточных на 2,9–3,8°C, достигая иногда отметки 36,4°C, при определенном недостатке влаги (22–23% от среднесуточной), что сказалось лишь на качестве урожая, а не на его величине.

Во многом схожие метеоусловия сложились и в 2015 г. Из-за низких осенних температур воздуха 2014 г. (от –4 до –10°C) почва перед уходом растений в зиму также была промерзшей, при этом снежный покров в зимнее время составил всего 3–10 см. Снег с посевов сошел, как обычно, в конце марта. Вторая и третья декады апреля и май были теплее обычного на 1,0–1,5°C, а количество осадков в мае превысило среднесуточную норму на 25%. Но в июне отмечался недостаток влаги (выпало всего 52% от среднесуточной нормы) при повышенной температуре воздуха на (1,2–2,4°C, в отдельные дни – до 31°C).

В 2016 г. зима была не такой малоснежной, как в 2015 г. Снежный покров достигал 20–30 см, снег сошел с посевов в конце марта. Апрель характеризовался очень влажной и теплой погодой: температура воздуха и количество осадков были соответственно на 3,3°C и в 2,9 раза выше среднесуточной нормы. Температура воздуха в мае была на уровне среднесуточной, а количество осадков на 22% больше. В июне среднесуточные температуры и количество осадков были близкими к среднесуточным данным.

В 2017 г. почва перед уходом растений зерновых культур в зиму была промерзшей, а снежный покров зимой достигал 40–60 см. Сход снега наблюдался позднее обычного по причине невысокой температуры воздуха – в третьей декаде апреля было холоднее на 4°C, а осадков выпало на 34% меньше среднесуточной нормы. В мае температура воздуха и количество осадков также были ниже нормы соответственно на 2,4°C и 26%, в июне – на 1,0°C и 27%. Лишь в июле и августе установилась более теплая погода. Температура воздуха в эти месяцы была выше среднесуточной нормы соответственно на 0,8 и 3°C.

Зимний период 2018 г. в целом был типичным для региона. Как и в предыдущие годы экологического испытания, почва перед уходом посевов в зиму была промерзшей, так как осенью температура воздуха была отрицательной – от –2 до –6°C. Снежный покров зимой достигал 20–30 см, среднесуточные температуры воздуха опускались до –20°C и ниже, но были непродолжительными. Снег с посевов сошел во второй декаде апреля.

Температура воздуха и количество осадков в апреле были ниже соответственно на 2,1°C и 24% среднемноголетней нормы. В мае погода была и теплее, и засушливее: температура превышала среднемноголетнее значение на 3,2°C, а количество осадков отмечалось меньше нормы на 38%. Но более экстремальные для культуры метеословия наблюдались в июне: температура воздуха и количество осадков были ниже соответственно на 1,2° С и 76% среднемноголетней нормы. В июле данные показатели были на 1,6°C и на 34% выше нормы по сравнению со среднемноголетними значениями.

Математическую обработку данных проводили методами корреляционного и дисперсионного анализов с использованием современных компьютерных программ и учетом рекомендаций Б.А. Доспехова (1985).

### Результаты и их обсуждение

Исследования подтвердили, что озимая тритикале является высокоурожайной культурой, которая успешно может конкурировать с озимой пшеницей и рожью. В природно-климатических и погодных условиях Орловской области (Шатиловская СХОС) ее урожайность в годы исследований составила в среднем 4,7 т/га, что соответственно на 14,9 и 23,4% больше по сравнению с сортами озимой пшеницы и ржи (рис. 1).

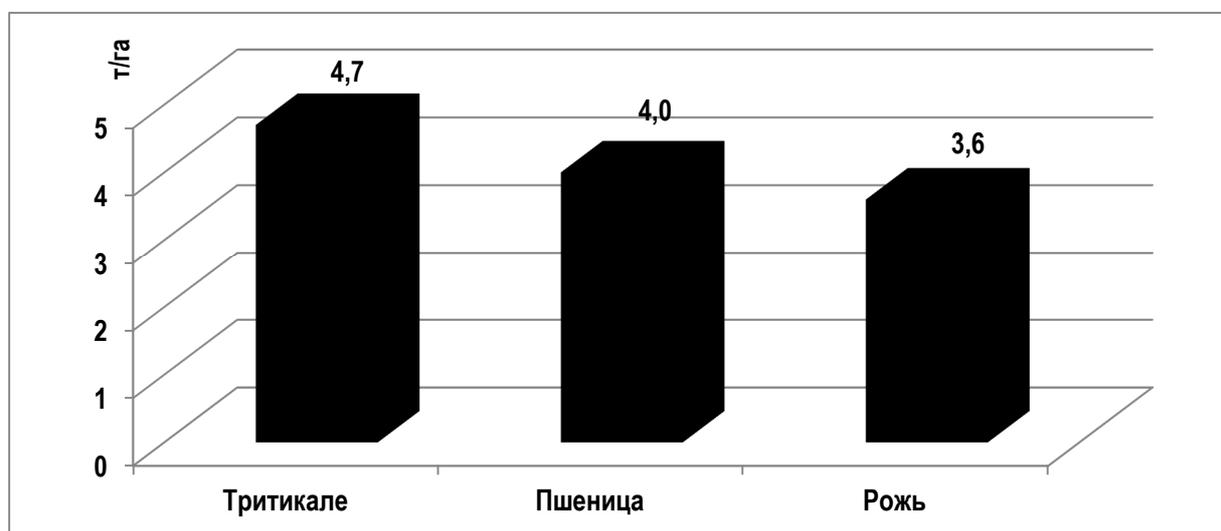
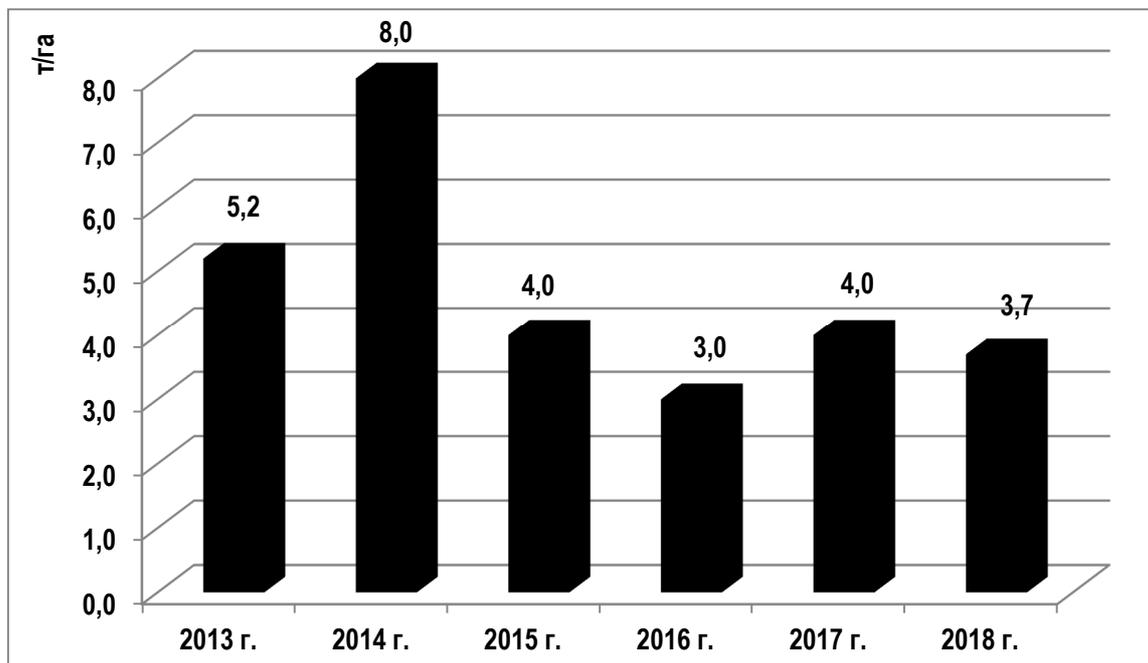


Рис. 1. Урожайность зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи в среднем за годы экологического испытания сортов на Шатиловской СХОС, 2013–2018 гг.

Однако формируемая урожайность зерна современных сортов тритикале существенно варьировала по годам из-за выраженного влияния метеословий на продукционный процесс растений. Наиболее высокая урожайность опытных сортообразцов (в среднем 8,0 т/га) была отмечена в 2014 г., когда наблюдалась относительно благоприятная погода для роста и развития растений культуры. Самая низкая масса семян на единицу посевной площади зафиксирована в 2015–2018 гг. – в среднем 3,7 т/га, что в 2,2 раза меньше по сравнению с 2014 г. Разница в урожае вызвана тем, что в эти годы в период формирования и налива зерна, как правило, отмечался дефицит влаги при высоких дневных температурах, что и повлияло так негативно на рост и развитие растений, а в конечном итоге и на их продуктивность. В 2016 г. ситуация осложнялась и тем, что в период генеративного развития наблюдалась еще более высокая температура воздуха по сравнению со среднемноголетними значениями. Растения были сильно поражены болезнями (ржавчиной, септориозом, мучнистой росой, фузариозом) и повреждены вредителями (зерновыми мухами, трипсами, тлей и др.), что в совокупности привело к формированию еще более низкой урожайности.

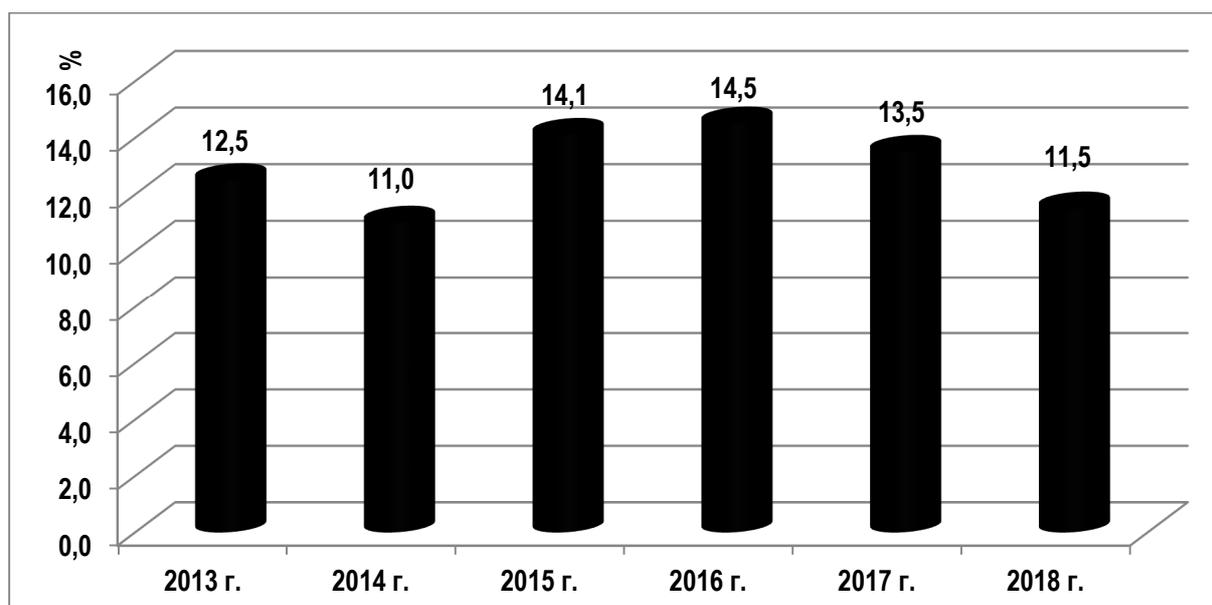
В 2013 г. урожайность зерна была средней и составила 5,2 т/га, что в основном вызвано неблагоприятными условиями перезимовки растений, которые вступили в летнюю вегетацию несколько ослабленными (рис. 2).



**Рис. 2. Урожайность зерна озимой тритикале в годы проведения исследований**

Среди изученных генотипов культуры максимальной урожайностью в среднем за годы исследований отличались преимущественно сорта южного происхождения: Консул – 5,9 т/га, Пилигрим – 5,6 т/га, Алмаз – 5,5 т/га (Донской ЗНИИСХ) и Сват – 5,2 т/га (Краснодарский НИИСХ).

В то же время по содержанию белка в зерне наблюдалась обратная тенденция. Максимальное значение данного показателя (в среднем 14%) отмечалось у озимой тритикале в 2015–2017 гг., а минимальное (11,0%) – в 2014 г., когда был получен максимальный урожай зерна (рис. 3).



**Рис. 3. Содержание белка в зерне озимой тритикале в разные годы исследований**

Коэффициент корреляции ( $r$ ) между урожайностью сорта и содержанием белка в зерне во все годы исследований (за исключением 2016 г.) был достоверным и имел следующие значения:

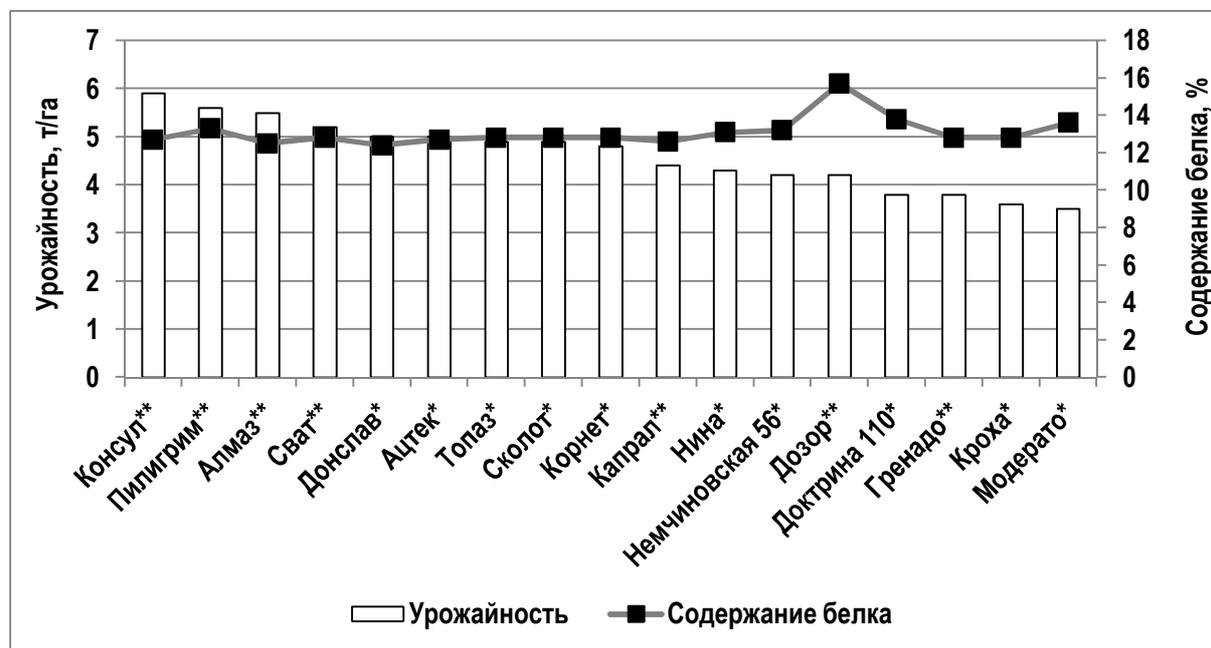
- 2013 г. (-0,61);
- 2014 г. (-0,65);
- 2015 г. (-0,35);
- 2016 г. (+0,21);
- 2017 г. (-0,60);
- 2018 г. (-0,69).

Полученные данные подтверждают известный факт, что с повышением урожайности сельскохозяйственных культур отмечается снижение качественных характеристик зерна [8, 10].

Генотипический интервал варьирования содержания белка у сортов озимой тритикале находился в годы исследований в диапазоне от 12,4 до 15,7%. Максимальным значением данного показателя характеризовались, в большей степени, сорта северного экотипа:

- Доктрина 110 – 13,8% (НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева);
- Модерато – 13,6% (Польша);
- Немчиновская 56 – 13,2% (Московский НИИСХ);
- Пилигрим – 13,3% (Донской ЗНИИСХ).

Примечательно, что среди изученных генотипов культуры есть и такие, урожайность которых является наивысшей при лучших показателях качества зерна. Это сорт Пилигрим и, в определенной степени, сорта Консул и Алмаз (оригинатор – Донской зональный НИИСХ) (рис. 4).



**Рис. 4. Генотипический интервал варьирования урожайности и содержания белка в зерне сортов озимой тритикале, среднее за 2013–2018 гг.:**  
\* – сорта изучали в течение 6 лет, \*\* – сорта изучали в течение 3 лет

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что существующую отрицательную корреляцию между урожайностью зерна и его качеством преодолеть селекционным путем, видимо, будет сложно, но возможно.

Для производства очень важно, чтобы новые сорта формировали не только высокий, качественный, но еще и стабильный урожай зерна. К сожалению, этому требованию фактически не отвечает ни один из испытанных сортов. Как правило, высокая урожайность зерна сопровождалась низкими качеством и стабильностью, и наоборот. Но даже если формировалась высокая урожайность с относительно хорошим качеством зерна (см. рис. 4), то стабильностью по годам она не отличалась (см. табл.).

**Генотипические особенности формирования урожайности и качества зерна озимой тритикале в условиях экологического сортоиспытания на Шатиловской СХОС, в среднем за 2013–2018 гг.**

Сорт	Место происхождения	Отклонение от средних значений	
		урожайность, т/га	белок, %
Кроха*	Самарский НИИСХ	-1,0 ... +1,9	-1,6 ... +1,7
Доктрина 110*	НИИ СХ ЦЧП им. В.В. Докучаева	-1,1 ... +0,9	-1,9 ... +2,5
Сколот*	Донской ЗНИИСХ	-1,7 ... +3,8	-1,8 ... +1,5
Ацтек*	Донской ЗНИИСХ	-2,0 ... +2,8	-2,2 ... +2,4
Капрал**	Донской ЗНИИСХ	-1,3 ... +1,4	-1,5 ... +1,2
Немчиновская 56*	Московский НИИСХ	-2,2 ... +3,1	-1,8 ... +1,8
Донслав*	Донской ЗНИИСХ	-2,0 ... +3,8	-1,5 ... +1,9
Топаз*	Донской ЗНИИСХ	-2,0 ... +3,3	-2,8 ... +1,7
Нина*	Московский НИИСХ	-2,3 ... +3,3	-1,6 ... +2,3
Дозор**	Краснодарский НИИСХ	-0,7 ... +1,3	-1,8 ... +1,4
Алмаз**	Донской ЗНИИСХ	-1,6 ... +2,4	-1,8 ... +1,0
Сват**	Краснодарский НИИСХ	-2,2 ... +3,2	-1,8 ... +1,0
Пилигрим**	Донской ЗНИИСХ	-2,1 ... +3,9	-2,2 ... +1,7
Корнет*	Донской ЗНИИСХ	-1,6 ... +3,2	-2,3 ... +2,3
Консул**	Донской ЗНИИСХ	-1,7 ... +2,6	-1,9 ... +1,4
Гренадо**	Польша (внесен в Госреестр Республики Беларусь)	-1,8 ... +0,7	-0,5 ... +0,3
Модерато*	Польша (внесен в Госреестр Республики Беларусь)	-2,1 ... +2,4	-0,7 ... +1,3

Примечание: \* – сорта изучали в течение 6 лет, \*\* – сорта изучали в течение 3 лет.

Аналогичная ситуация наблюдалась и при изучении озимой и яровой пшеницы [12], гороха [2], гречихи [1], сои [9]. Показано, что современные сорта данных культур способны формировать высокую продуктивность лишь в благоприятных условиях и заметно ее снижают при их ухудшении.

В результате селекции урожайность увеличивается, но ее качество в той или иной степени имеет тенденцию к снижению. По нашему мнению, это обусловлено тем, что в результате искусственного отбора фотоэнергетический потенциал растений не подвергается необходимым изменениям, а остается на достигнутом в ходе эволюции уровне [3].

### **Заключение**

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что озимая тритикале является конкурентоспособной зерновой культурой, способной формировать в природно-климатических и погодных условиях Центрально-Черноземного региона России (Шатиловская СХОС) урожайность зерна до 8,0 т/га и более. Причем урожайность зерна может быть не только высокой, но и качественной.

Однако потенциальные возможности продукционного процесса современных сортов культуры реализуются не в полной мере, поскольку в регионе существенное влияние на него оказывают экстремальные погодные условия произрастания. Поэтому для обеспечения устойчивости производства необходимы сорта с повышенным адаптивным потенциалом. В этих целях можно использовать сорта Пилигрим и, в определенной степени, Консул и Алмаз (Донской ЗНИИСХ).

---

### Библиографический список

1. Амелин А.В. Адаптивные возможности продукционного процесса растений гречихи и их реализация в процессе селекции / А.В. Амелин, А.Н. Фесенко, В.В. Заикин // Теоретические и прикладные аспекты современной науки : сб. науч. тр. по материалам VI Международной науч.-практ. конф., г. Белгород, 31 декабря 2014 г. : в 6 ч. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Ч. 1. – С. 139–143.
2. Амелин А.В. Зависимость урожайности сортов гороха от скороспелости и условий произрастания / А.В. Амелин // Селекция и технология возделывания зерновых, бобовых и крупяных культур : сб. науч. тр. – Орел : ВНИИЗБК, 1994. – С. 100–109.
3. Амелин А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха : дис. ... д-ра с.-х. наук : 03.00.12 / А.В. Амелин. – Орел, 2001. – 371 с.
4. Бакулова И.В. Регулирование продукционного процесса посевов озимой тритикале и ржи агротехническими приемами / И.В. Бакулова, З.А. Кирасиров // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 5. – С. 17–18.
5. Бободжанов В.А. Эколого-генетический подход к селекции растений (на примере хлопчатника и тритикале) / В.А. Бободжанов, В.А. Драгавцев, Ю.С. Насыров. – Санкт-Петербург : ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 2002. – 112 с.
6. Грабовец А.И. Итоги и особенности селекции озимой тритикале в условиях нарастания аридности климата / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль // Тритикале России : сб. матер. заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону : Донской ЗНИИСХ, 2008. – С. 18–29.
7. Грабовец А.И. Селекция озимых зерновых тритикале на Дону / А.И. Грабовец // Тритикале России : сб. матер. заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону : Донской ЗНИИСХ, 2000. – С. 13–23.
8. Ильина Л.Г. Селекция яровой пшеницы в НИИСХ Юго-Востока / Л.Г. Ильина // Тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1970. – Вып. 27. – С. 5–12.
9. Кузнецов И.И. Продуктивный, фотосинтетический и адаптивный потенциал сортов сои северного экотипа и его реализация в условиях Центрально-Черноземного региона России : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.01.05 / И.И. Кузнецов. – Орел, 2012. – 24 с.
10. Кумаков В.А. Принципы разработки оптимальных моделей (идеатипов) сортов растений / В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – Т. 15, № 2. – С. 180–197.
11. Мережко А.Ф. Вировская коллекция тритикале и ее значение для российской селекции / А.Ф. Мережко // Тритикале России : сб. матер. заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону : Донской ЗНИИСХ, 2000. – С. 29–34.
12. Потенциал продуктивности и качества зерна у современных сортов пшеницы озимой в условиях Орловской области / А.В. Амелин, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин, Р.А. Икусов, В.И. Мазалов, А.В. Сагин, И.В. Кулишова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (72). – С. 28–33.
13. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) : официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 25.10.2018).
14. Сокол Н.В. Зерновая культура тритикале – перспективы использования в технологии хлебопечения : монография / Н.В. Сокол. – Краснодар : КубГАУ, 2009. – 132 с.

15. Сокол Н.В. Оценка качества муки тритикале и ее применение в хлебопечении / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, С.А. Круглякова // Хлебопродукты. – 2007. – № 7. – С. 36.
16. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области : официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [http://orel.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/orel/ru/statistics/enterprises/agriculture/](http://orel.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/orel/ru/statistics/enterprises/agriculture/) (дата обращения: 25.10.2018).
17. Трофимов В.Б. Селекция озимых гексаплоидных тритикале в Краснодарском крае / В.Б. Трофимов // Тритикале России : сб. матер. заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону : Донской ЗНИИСХ, 2000. – С. 18–29.
18. Усанова З.И. Продуктивность сортов озимого тритикале на разных фонах минерального питания в условиях Верхневолжья / З.И. Усанова, Ю.Ю. Третьякова // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 11. – С. 11–13.
19. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#) (дата обращения: 25.10.2018).
20. Хлебопекарные свойства муки из зерна тритикале и перспектива ее использования / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, Н.С. Храмова, В.Я. Ковтуненко, С.А. Грищенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 1 (290). – С. 38–39.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Александр Васильевич Амелин – доктор сельскохозяйственных наук, руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование», профессор кафедры «Растениеводство, селекция и семеноводство» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: [amelin\\_100@mail.ru](mailto:amelin_100@mail.ru).

Виктор Иванович Мазалов – доктор сельскохозяйственных наук, директор Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», Россия, Орловская обл., Новодеревеньковский район, п. Шатилово, e-mail: [gnucxoc@yandex.ru](mailto:gnucxoc@yandex.ru).

Валерий Васильевич Заикин – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: [valeriy.zaikin@mail.ru](mailto:valeriy.zaikin@mail.ru).

Евгений Иванович Чекалин – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: [hmet83@rambler.ru](mailto:hmet83@rambler.ru).

Роман Александрович Икусов – аспирант кафедры «Растениеводство, селекция и семеноводство» ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Россия, г. Орел, e-mail: [ikusov95@mail.ru](mailto:ikusov95@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 06.11.2018

Дата принятия к печати 12.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Alexander V. Amelin – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Common Use Center of Scientific Equipment «Genetic Resources of Plants and Their Use», Professor, the Dept. of Plant Growing, Breeding and Seed Production, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: [amelin\\_100@mail.ru](mailto:amelin_100@mail.ru).

Viktor I. Mazalov – Doctor of Agricultural Sciences, Director, Shatilovo Agricultural Experimental Station of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops», Russia, Orel Oblast, Novodereven'kovskiy District, Shatilovo, e-mail: [gnucxoc@yandex.ru](mailto:gnucxoc@yandex.ru).

Valeriy V. Zaikin – Candidate of Agricultural Sciences, Junior Scientific Researcher of the Common Use Center of Scientific Equipment «Genetic Resources of Plants and Their Use», Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: [valeriy.zaikin@mail.ru](mailto:valeriy.zaikin@mail.ru).

Evgeny I. Chekalin – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Scientific Researcher of the Common Use Center of Scientific Equipment «Genetic Resources of Plants and Their Use», Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: [hmet83@rambler.ru](mailto:hmet83@rambler.ru).

Roman A. Ikusov – Postgraduate Student, the Dept. of Plant Growing, Breeding and Seed Production, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Russia, Orel, e-mail: [ikusov95@mail.ru](mailto:ikusov95@mail.ru).

Received November 06, 2018

Accepted December 12, 2018

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ

Лидия Дмитриевна Чеснокова  
Валерий Петрович Савенков  
Елена Юрьевна Кузьмина

Всероссийский научно-исследовательский институт рапса

Исследования по изучению эффективности использования макро- и микроудобрений под яровой рапс проводили на полях ВНИИ рапса в 2016–2018 гг. на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе. Объектом исследования служил яровой рапс сорта Риф с нормой высева семян 2,0 млн шт./га, предшественник – озимая пшеница. Для основного внесения под отвальную вспашку использовали минеральные удобрения в дозах (NPK)<sub>40</sub> и (NPK)<sub>80</sub>. Предпосевную обработку семян проводили препаратом Терра Органик (2,0 л/т), некорневые подкормки – в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения комплексными водорастворимыми макро- и микроудобрениями Плантофол 20-20-20 (1,0 и 2,0 кг/га) и Терра Органик (2,0 л/га). Некорневые подкормки препаратами Терра Органик или Плантофол без основного внесения удобрений с предпосевной обработкой семян (Терра Органик и Плантофол в дозе 1,0 кг/га) без предпосевной обработки семян достоверно повышали урожайность рапса соответственно на 1,3; 2,0 и 2,1 ц/га (контроль – 17,0 ц/га). Применение основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повышало урожайность ярового рапса на 2,5 ц/га (19,5 ц/га). Применение повышенной дозы (NPK)<sub>80</sub> не обеспечивало достоверной прибавки урожая семян. Предпосевная обработка семян препаратом Терра Органик на фоне (NPK)<sub>40</sub> несколько увеличивала урожайность ярового рапса, но этот прирост был недостоверным. На фоне (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения препаратами Терра Органик (2,0 л/га) или Плантофол (1,0 кг/га) способствовали повышению урожайности рапса. Однако более высокая прибавка урожая семян была получена при использовании макро- и микроудобрения Плантофол – 4,2 ц/га.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** яровой рапс, макро- и микроудобрения, способы внесения удобрений, основное удобрение, предпосевная обработка семян, некорневые подкормки, урожайность рапса.

## INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SPRING RAPE ON THE BASIS OF OPTIMIZATION OF APPLICATION OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS

Lydiya D. Chesnokova  
Valeriy P. Savenkov  
Elena Yu. Kuzmina

All-Russian Rapeseed Research Institute

Studies on the efficiency of use of macro- and microfertilizers for spring rape were performed in the fields of the All-Russian Rapeseed Research Institute in 2016–2018 on leached heavy-loam chernozem. The object of study was spring rape of the Reef variety with the seeding rate of 2.0 million pcs/ha; the preceding crop was winter wheat. Mineral fertilizers in the doses of (NPK)<sub>40</sub> and (NPK)<sub>80</sub> were used for basic application with moldboard plowing. Pre-sowing seed treatment was performed with the Terra Organic preparation (2.0 L/t). Foliage spraying in the phase of leaf rosette, budding and beginning of flowering was performed with complex water-soluble macro- and microfertilizers Plantofol 20-20-20 (1.0 and 2.0 kg/ha) and Terra Organic (2.0 L/ha). Foliage spraying with the Terra Organic and Plantofol preparations without the basic application of fertilizers with pre-sowing seed treatment (Terra Organic and Plantofol in the dose of 1.0 kg/ha) and without the pre-sowing seed treatment significantly increased the yield of rape by 1.3, 2.0 and 2.1 t/ha, respectively (17.0 t/ha in control). The application of basic mineral fertilizer (NPK)<sub>40</sub> increased the yield of spring rape by 2.5 c/ha (19.5 c/ha) compared to the control variant (no fertilizers applied). The application of an increased dose of (NPK)<sub>80</sub> did not provide a significant increase in seed yield. The pre-sowing seed treatment with Terra Organic on the background of (NPK)<sub>40</sub> slightly increased the yield of spring rape, but this increase was insignificant. On the background of (NRK)<sub>40</sub> and pre-sowing seed treatment (Terra Organic) the foliar spraying in the phases of leaf rosette, budding and beginning of

flowering with the Terra Organic (2.0 L/ha) and Plantofol (1.0 kg/ha) preparations increased the yield of rape. However, a higher increase in seed yield was obtained with the application of the Plantofol (4.2 c/ha) macro- and microfertilizer.

KEYWORDS: spring rape, macro- and microfertilizers, fertilizer application techniques, basic fertilizer, pre-sowing seed treatment, foliage spraying, rape yield.

### **В**ведение

Решение проблемы обеспечения населения растительным маслом и животноводства кормовым белком невозможно без возделывания капустных культур, и прежде всего ярового рапса. Рапс удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян, с содержанием в них масла 40–48% и белка 20–25%. Он представляет особый интерес как многофункциональная культура, так как имеет большое продовольственное, кормовое, техническое, агроэкологическое значение. Однако потенциал ярового рапса в хозяйствах Российской Федерации реализуется не полностью [5, 9].

Одним из факторов, определяющим эффективность производства ярового рапса, является применение инновационных технологий возделывания с использованием комплексных макро- и микроудобрений [2, 9]. Применение минеральных удобрений – один из агротехнических приемов повышения урожайности ярового рапса [3, 6, 8]. Оптимизация системы минеральных удобрений относится к основным направлениям эффективного возделывания ярового рапса в современных условиях. По данным ряда исследователей, эффективность использования различных доз и сочетаний минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры, в том числе и яровой рапс, в определенной степени зависит от почвенно-климатических условий региона возделывания (что согласуется с результатами, полученными авторами) [7, 8, 9, 10]. Недостаток питательных веществ приводит к недобору урожая, а избыток может вызывать снижение его качества.

В то же время следует отметить, что постоянное внесение азотных, фосфорных, калийных и других макроудобрений может снизить обеспеченность почвы микроэлементами. Поэтому при разработке высокопродуктивных технологий возделывания ярового рапса важнейшим направлением является комплексное и эффективное использование макро- и микроудобрений, путем оптимизации доз, сроков и способов их применения при основном внесении удобрений, предпосевной обработке семян и некорневых подкормках в течение вегетации [1, 2, 4, 6]. В связи с этим исследования в данном направлении представляют большой научный и практический интерес.

### **Методика исследования**

Исследования по разработке инновационной технологии стабилизации урожайности ярового рапса проводились в 2016–2018 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института рапса (выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем).

Объектом исследования служил яровой рапс сорта Риф с нормой высева семян 2,0 млн шт./га, предшественник – озимая пшеница.

Для основного внесения под отвальную вспашку использовали минеральные удобрения в дозах (NPK)<sub>40</sub> и (NPK)<sub>80</sub>. Предпосевную обработку семян осуществляли препаратом Terra Organic с нормой расхода 2,0 л/т. Некорневые подкормки ярового рапса проводили в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения комплексными водорастворимыми макро- и микроудобрениями Плантофол 20-20-20 в дозе 1,0 и 2,0 кг/га, Terra Organic – 2,0 л/га. Норма расхода рабочего раствора – 300 л/га.

Плантофол содержит по 20% азота, фосфора, калия и микроэлементы (%): Fe – 0,1; Mn – 0,05; Zn – 0,05; Cu – 0,05 в хелатной форме и B – 0,02%. Terra Organic представляет собой жидкое биологическое удобрение, которое содержит гуматы, фульвокислоты, аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины, природные ростовые вещества и полезную почвенную микрофлору.

В опытах яровой рапс возделывали по технологии, рекомендованной для лесостепи ЦФО РФ, за исключением изучаемых удобрений. Площадь посевной делянки составляла 43,2 м<sup>2</sup>, учетной – 18 м<sup>2</sup>. Размещение делянок в опыте систематическое. Повторность опыта – четырехкратная.

В годы проведения исследований погодные условия вегетации рапса в целом характерны для лесостепи ЦФО РФ, но по динамике температурного режима и выпадению осадков они имели свои особенности.

В 2016 г. вегетационный период ярового рапса характеризовался выпадением осадков больше нормы и близким к ней температурным режимом воздуха, ГТК составил 1,21. В то же время следует отметить, что выпадение осадков в течение вегетации было неравномерным. В первоначальный период развития этой масличной культуры (в фазы всходы – розетка листьев) среднесуточная температура воздуха была 16,5°C, что незначительно отличалось от среднесуточных данных (16,0°C), а количество осадков превышало норму на 10%, при ГТК 1,18. В период созревания семян рапса выпало 123 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 21,4°C и ГТК 1,40 (среднесуточные нормы этих показателей – соответственно 95 мм, 18,9°C и 1,28).

В 2017 г. вегетационный период ярового рапса относительно предыдущего года исследований отличался пониженным температурным режимом и недобором осадков. В целом гидротермические условия вегетации были благоприятны для формирования высокого урожая маслосемян ярового рапса. Среднемесячная температура воздуха была равна 17,0°C, сумма выпавших осадков составила 140,6 мм, ГТК – 0,83. В фазы развития рапса всходы – розетка листьев среднесуточные показатели температуры воздуха и суммы выпавших осадков были ниже относительно среднесуточных данных соответственно на 2,0°C и 17,3 мм. В критический период роста и развития рапса среднесуточная температура воздуха была равна 16,2°C, сумма осадков – 52,9 мм, ГТК – 1,09 (близко к среднесуточным данным – соответственно 18,1°C, 63,5 мм и 1,17. При этом гидротермические условия были в целом благоприятными для роста и развития рапса.

Погодные условия вегетационного периода ярового рапса в 2018 г. резко отличались по температурному режиму и выпадению осадков от среднесуточных данных для лесостепи ЦФО РФ. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) в целом за вегетацию рапса составил 0,44 при норме 1,17. Начальный период развития ярового рапса (фазы всходы – розетка листьев) характеризовался пониженным температурным режимом воздуха, а затем отмечались сравнительно жаркие и сильно засушливые условия относительно среднесуточных данных.

Погодные условия, сложившиеся в критический период развития ярового рапса (среднесуточная температура воздуха – 19,8°C, сумма осадков – 23,0 мм, ГТК – 0,39), негативно влияли на продуктивность ярового рапса.

В заключительный отрезок вегетации рапса (фазы зеленый стручок – полное созревание семян) отмечены жаркие и очень засушливые условия: ГТК был равен 0,38 (среднесуточные данные 1,09). Поэтому в целом период вегетации отличался крайне неблагоприятными погодными условиями для формирования урожая маслосемян ярового рапса.

Таким образом, по годам исследований (2016, 2017, 2018) погодные условия периода вегетации ярового рапса значительно различались. Наиболее благоприятными они сложились в 2017 г.

Гидротермические условия вегетации рапса в 2016 г. были близкими к среднесуточной норме.

В 2018 г. жаркие и очень засушливые условия вегетации оказались наиболее неблагоприятными для рапса.

**Результаты и их обсуждение**

В среднем за 2016–2018 гг. применение изучаемых доз основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> и (NPK)<sub>80</sub>, макро- и микроудобрений (Терра Органик) для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения (Терра Органик, Плантофол) неравнозначно сказывалось на урожайности ярового рапса. При этом их эффективность по годам исследований оказалась достаточно близкой (см. табл.).

**Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков, доз и способов применения макро- и микроудобрений, ц/га**

Вариант применения удобрений				Урожай семян по годам проведения исследований				Прибавка урожая	
основное внесение	предпосевная обработка семян	некорневая подкормка		2016	2017	2018	В среднем	По сравнению с контролем	На фоне (NPK) <sub>40</sub>
		розетка листьев	бутонизация – начало цветения						
Контроль – без применения макро- и микроудобрений				19,1	24,5	7,0	17,0	–	–
–	Терра Органик	Терра Органик	Терра Органик	22,9	24,7	7,4	18,3	1,3	–
–	Терра Органик	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	22,5	26,9	7,7	19,0	2,0	–
–	–	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	22,4	27,3	7,7	19,1	2,1	–
(NPK) <sub>40</sub>	–	–	–	22,4	26,7	9,3	19,5	2,5	–
(NPK) <sub>80</sub>	–	–	–	23,4	28,1	9,6	20,4	3,4	–
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	–	–	23,4	26,8	9,6	19,9	2,9	0,4
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	Терра Органик	Терра Органик	24,0	28,3	9,8	20,7	3,7	1,2
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	25,0	29,2	10,1	21,4	4,4	1,9
(NPK) <sub>40</sub>	–	Плантофол (2,0 кг/га)	Плантофол (2,0 кг/га)	24,2	28,9	10,4	21,2	4,2	1,7
НСР <sub>0,5</sub> ц/га				1,28	2,00	0,65			

Некорневые подкормки препаратами Терра Органик или Плантофол без основного внесения удобрений с предпосевной обработкой семян (Терра Органик и Плантофол в дозе 1,0 кг/га) без предпосевной обработки семян достоверно повышали урожайность рапса соответственно на 1,3; 2,0 и 2,1 ц/га относительно контрольного варианта (17,0 ц/га).

Применение основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повышало урожайность ярового рапса на 2,5 ц/га (19,5 ц/га).

Применение повышенной дозы (NPK)<sub>80</sub> не обеспечивало достоверной прибавки урожая семян.

Предпосевная обработка семян препаратом Терра Органик на фоне (NPK)<sub>40</sub> несколько увеличивала урожайность ярового рапса, но этот прирост был недостоверным. На фоне (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения препаратами Терра Органик (2,0 л/га) или Плантофол (1,0 кг/га) способствовали повышению урожайности рапса. Однако более высокая прибавка урожая семян была получена при использовании макро- и микроудобрения Плантофол – 4,2 ц/га. На фоне (NPK)<sub>40</sub> некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения без предпосевной обработки семян с использованием повышенной дозы препарата Плантофол (2,0 кг/га) обеспечивали практически равноценную прибавку урожая семян рапса.

В среднем за годы исследований (2016–2018 гг.) масличность семян ярового рапса была сравнительно близкой по вариантам опыта и варьировала в пределах 41,4–42,7%. Несколько выше она отмечалась при технологии, включающей использование основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub>, предпосевной обработки семян (Терра Органик) и некорневых подкормок препаратом Плантофол в дозе 1,0 кг/га в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения.

Сбор растительного масла по вариантам опыта изменялся в пределах 680–854 кг/га. Наибольшим и сравнительно равноценным он был в вышеуказанном варианте (849 кг/га), а также при применении двухразовой некорневой подкормки препаратом Плантофол (2,0 кг/га) без предпосевной обработки семян (854 кг/га).

#### **Выводы**

В годы исследований изучаемые дозы основного минерального удобрения, предпосевная обработка семян и некорневые подкормки в течение вегетации макро- и микроудобрениями способствовали повышению урожайности рапса.

При основном внесении минеральных удобрений оптимальной была доза (NPK)<sub>40</sub>.

Прибавка урожайности рапса от предпосевной обработки семян с использованием препарата Терра Органик оказалась недостоверной.

Среди изучаемых технологий применения макро- и микроудобрений наибольшую продуктивность рапса обеспечивал вариант опыта, где на фоне основного внесения (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) применялись некорневые подкормки препаратом Плантофол в дозе 1,0 кг/га в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения. Преимущество такой технологии возделывания по показателю урожайности было недостоверным относительно некоторых других вариантов опыта, но они характеризовались более высокими затратами. Поэтому для получения наибольшей урожайности ярового рапса в условиях черноземных почв лесостепи ЦФО РФ следует использовать технологию возделывания с предпосевной обработкой семян (Терра Органик) и двухразовыми некорневыми подкормками в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения макро- и микроудобрением Плантофол в дозе 1 кг/га на фоне основного удобрения (NPK)<sub>40</sub>.

## Библиографический список

1. Анспок П.И. Микроудобрения : справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Гайсин И.А. Эффективность применения микроудобрений на посевах ярового рапса / И.А. Гайсин, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Маниуллин // *Агрехимия*. – 2002. – № 4. – С. 38–41.
3. Гилис М.Б. Рациональные способы внесения удобрений / М.Б. Гилис. – Москва : Колос, 1975. – 240 с.
4. Гулидова В.А. Эффективность микроудобрений на посевах ярового рапса / В.А. Гулидова, Т.В. Зубкова // *Земледелие*. – 2012. – № 6. – С. 29–30.
5. Гущина В.А. Технологические приемы возделывания ярового рапса и их энергетическая и экономическая эффективность / В.А. Гущина, А.С. Лыкова, И.Н. Токарева // *Нива Поволжья*. – 2010. – № 2. – С. 14–20.
6. Зубкова Т.В. Влияние комплексных микроудобрений на качество и урожай семян ярового рапса / Т.В. Зубкова, В.А. Гулидова // *Земледелие*. – 2012. – № 8. – С. 44–48.
7. Минеев В.Г. Основные направления исследований влияния погодных-климатических условий на эффективность удобрений / В.Г. Минеев // *Труды ВИУА*. – 1985. – С. 8–16.
8. Савенков В.П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса : монография / В.П. Савенков, В.В. Карпачев. – Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 461 с.
9. Федотов В.А. Рапс России / В.А. Федотов, С.А. Гончаров, В.П. Савенков. – Москва : Агролига России, 2008. – 336 с.
10. Чеснокова Л.Д. Разработка технологии стабилизации урожайности ярового рапса на основе различных средств интенсификации растениеводства / Л.Д. Чеснокова, Н.Л. Воропаева, В.В. Карпачев // *Новая наука: опыт, традиции, инновации*. – 2017. – № 1–3 (123). – С. 286.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Лидия Дмитриевна Чеснокова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Валерий Петрович Савенков – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Елена Юрьевна Кузьмина – младший научный сотрудник отдела технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lidiya D. Chesnokova – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Scientist Researcher, the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Valeriy P. Savenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Eelena Yu. Kuzmina – Junior Scientist Researcher, the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8 (4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Received November 16, 2018

Accepted December 20, 2018

## ОТХОДЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ольга Михайловна Кольцова  
Нина Викторовна Стекольникова  
Юрий Иванович Житин

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных в 2008–2011 гг. в условиях стационарных опытов УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ (черноземы выщелоченные с недонасыщенным кальцием почвенным поглощающим комплексом) с целью оценки показателей почвенного плодородия с выделением экологического аспекта, который связан с утилизацией отходов производства (жом и дефекаат), оказывающих значительное отрицательное воздействие на окружающую среду. Определяли влажность и кислотность почвы, как наиболее важные свойства для формирования урожая сельскохозяйственных культур. Методы исследований: полевой, лабораторно-аналитический, сравнительный и математический. Культуры в опыте: гречиха, соя, ячмень, озимая пшеница. Изучалось влияние внесения различных доз жома как самостоятельно, так и в сочетании с дефекаатом и дефекаата совместно с навозом. Приводятся экспериментальные данные изменения режима увлажнения и кислотности, позволяющие оценить состояние черноземов выщелоченных при различном уровне удобренности и использовании наиболее значимых для ЦЧР в целом и Воронежской области в частности отходов свеклосахарного производства. Наиболее благоприятно режим влажности почвы складывался на вариантах внесения жома в дозе 50 т/га осенью: количество продуктивной влаги превышало контроль на 12%. Выявлено, что подкисление почвенного раствора после внесения жома носит кратковременный характер. Применение дефекаата совместно с органическими удобрениями стабилизирует кислотность до уровня 6,0–6,2, сохраняя эту величину и в последствии (10–12 лет). При этом урожайность озимой пшеницы близка или равна урожайности на варианте совместного внесения 40 т/га навоза и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Таким образом, установлена высокая эффективность применения жома и дефекаата в агроэкосистемах региона, возможность их использования в качестве удобрений, что позволяет решить экологическую проблему утилизации многотоннажных отходов свеклосахарного производства и, как следствие, проблему повышения плодородия пахотных земель.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Центральное Черноземье, отходы свеклосахарного производства, жом, дефекаат, черноземы выщелоченные, сельскохозяйственное производство, химическая мелиорация, урожайность.

## SUGAR BEET PRODUCTION WASTES AND THEIR USE IN AGRICULTURE

Olga M. Koltsova  
Nina V. Stekolnikova  
Yuriy I. Zhitin

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies conducted in 2008–2011 in the conditions of stationary experiments of the «Agrotechnology» Scientific Research and Development Center of Voronezh State Agrarian University (leached chernozems with soil adsorption complex undersaturated with calcium). The objective of studies was to assess the soil fertility parameters with the emphasis on the environmental aspect, which is associated with the disposal of industrial wastes (beet pulp and defecate) that have a significant negative impact on the environment. Humidity and acidity of soil were determined as the most important properties for the formation of crop yields. Research methods included the field, laboratory and analytical, comparative and mathematical methods. The crops under study were buckwheat, soy, barley, and winter wheat. The authors assessed the effect of applying various doses of beet pulp both independently and in combination with defecate and defecate together with manure. The article provides the experimental data on changes in moisture regime and acidity, which allow assessing the condition of leached chernozems at different levels of fertilization and application of wastes of sugar beet production valuable for the Central Chernozem Region as a whole and Voronezh Oblast in particular. The most favorable soil moisture regime was formed in the variants where beet pulp was applied in autumn in the dose of 50 t/ha; the amount of productive moisture exceeded the control variant by 12%. It was revealed that acidification of soil solution after adding beet pulp was transient. The application of defecate together with organic fertilizers stabilizes the acidity to the level of 6.0–6.2, maintaining this value in the aftereffect as well (10–12 years). At the same time, the yield of winter wheat was close to or equal to the yield in the variant with combined application of 40 t/ha of manure and  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Thus, the authors have established a high efficiency of

application of beet pulp and defecate in agricultural ecosystems of the region and the possibility of their use as fertilizers. Thus, the authors' proposals allow solving the environmental problem of disposal of large-tonnage sugar beet production wastes and, consequently, the problem of increasing the fertility of arable lands.

KEYWORDS: Central Chernozem Region, sugar beet production wastes, beet pulp, defecate, leached chernozems, agricultural production, chemical amelioration, yield capacity.

**Д**еятельность человека – это мощный фактор, оказывающий влияние на окружающую природную среду в целом и в значительной степени на ее важнейший компонент – почву, ее свойства, почвообразовательный процесс и воспроизводительную способность, которая является основой сельскохозяйственного производства [2, 8, 9].

В настоящее время важнейшим аспектом экологии и жизнедеятельности общества в целом является проблема отходов. Ежегодно только в России образуется до 7 млрд т отходов производства. Уже сейчас в отвалах на территории страны хранится более 90 млрд т твердых отходов, которые занимают 10 тыс. га земель, зачастую плодородных, с хорошей производительной способностью. Из всего этого огромного количества повторно используется около 10% и в последние годы оно не возрастает [4]. Эта проблема нашла отражение в Федеральных законах РФ «Об отходах производства и потребления» (№ 89-ФЗ от 24 июня 1998 г.) и «Об охране окружающей среды» (№ 7-ФЗ от 10 января 2002 г.) [13, 14]. В Указе Президента РФ № 889 от 4 июня 2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» определена стратегия в области охраны окружающей среды в стране, где, в частности, указывается на необходимость создания экологически безопасного и безотходного производства, которое позволит рационально использовать первичные сырьевые ресурсы и перерабатывать вторичные (т. е. отходы) с превращением их в новые полезные продукты [12].

Проблема утилизации отходов свеклосахарного производства для Воронежской области очень актуальна, так как здесь производится наибольшее количество сахара в Центрально-Черноземном регионе – 28%. Она занимает второе место в России по производству этого продукта после Краснодарского края.

Производство сахара является одной из наиболее материалоемких отраслей, так как в ней объемы сырья и вспомогательных материалов в несколько раз превышают выход готовой продукции. При среднем выходе сахара 10–12% от массы переработанной свеклы образуются: свекловичный жом – до 80%, меласса – 5%, фильтрационный осадок, или дефека́т – 12%, транспортно-мочный осадок – 15%, свекловичный бой – 10%, а также отсев известнякового камня и сточные воды [1, 11].

Доля жома и обессахаренной свекловичной стружки является наибольшей. В этих отходах содержится 93% влаги и 7% сухих веществ, в составе которых около 47% целлюлозы, 50% – пектиновых веществ, 2% – белка, 1% – минеральных веществ и около 0,7% – сахара. До 40% жома идет на корм скоту в свежем виде, часть высушивается, а более 30% скисает в специальных хранилищах, превращаясь в жомокислую воду, которая очень опасна как загрязнитель водных объектов и почвы [4]. Перевозить жом на расстояния, превышающие 100 км от сахарного завода до фермы, нерентабельно, при этом использовать его необходимо в течение 1–2 дней, в противном случае он перекисает и становится опасным для скармливания животным. В настоящее время разрабатываются технологии получения из жома пищевого пектина и клея.

Вторым по объему отходом свеклосахарного производства является фильтрационный осадок, или дефека́т, в состав которого согласно ТУ 9112-005-00008064-95 входит 40–60% карбоната кальция и магния, по 0,7% – общего азота, фосфора и калия, до 30% – органического вещества, остальное – землистая масса, которая поступает со смывными водами при первичной обработке корнеплодов сахарной свеклы. Сухой дефека́т содержит 60–80% извести, до 15% – органического вещества (в навозе – 21%), более 1% фосфора (в навозе – в два раза больше) [16].

Так как темпы производства сахара ввиду важности данного пищевого продукта неуклонно возрастают, увеличивается при этом и объем отходов, которые необходимо использовать в качестве вторичных ресурсов. И жом, и дефекаат, учитывая их состав, можно применять в агроэкосистемах в качестве агрохимикатов как вещества, содержащие большое количество элементов питания, необходимых сельскохозяйственным культурам.

Именно на этой основе ученые Воронежского государственного аграрного университета изучали и продолжают изучать возможности применения жома и дефекаата при возделывании различных сельскохозяйственных культур. В этих исследованиях ставится цель решить две проблемы: во-первых, утилизации и использования вторичных ресурсов и, во-вторых, повышения плодородия черноземных почв.

Определенным ограничением в использовании жома является его высокая кислотность – рН 4, а дефекаата – наличие в нем ряда тяжелых металлов: кадмия – 2,5 мг/кг, свинца – 32, цинка – 41, меди и никеля – по 15, кобальта – 8, железа – 6800, марганца – 325 и хрома – 8 мг/кг [5]. Данные показатели и потребовали детального изучения возможности использования этих отходов в качестве удобрений, определения оптимальных доз и сроков внесения, места в севооборотах.

Современное сельскохозяйственное производство оказывает значительное влияние на свойства почв и в наибольшей степени на ее кислотный режим, который, в свою очередь, определяет физико-химические и биохимические процессы, объективно отражающие состояние почвенно-биотического комплекса [10]. В условиях подкисления почвенного раствора возникает дефицит элементов минерального питания, восполняемый за счет внесения минеральных и органических удобрений, которые неоднозначно влияют на кислотность, зачастую повышая ее. По данным А.П. Щербакова, потери гумуса в таких условиях могут достигать 25%, кроме этого снижается количество подвижного фосфора и обменного калия, что отрицательно сказывается на урожае возделываемых культур и его качестве [17]. Для устранения этих негативных явлений необходимо внесение кальцийсодержащих соединений (известь, гипс, дефекаат и др.), что позволит насытить почвенный поглощающий комплекс кальцием, снизить кислотность и закрепить гумус [3, 6, 7].

В 1986 и 2005 гг. на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ на черноземе выщелоченном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом были заложены опыты по изучению применения отходов свеклосахарного производства – жома и дефекаата при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

В опытах были изучены следующие варианты:

- контроль – без отходов свеклосахарного производства;
- внесение жома – в дозе 5 т/га;
- внесение дефекаата – в дозе 10 т/га;
- совместное внесение жома и дефекаата.

В 2005–2007 гг. проводилось изучение влияния жома и дефекаата при возделывании гречихи. В опыте установлено положительное влияние внесения жома как самостоятельно, так и совместно с дефекаатом на баланс влаги как в пахотном, так и подпахотном горизонтах. Так, в слое 0–29 см в среднем за три года исследований весной запас продуктивной влаги на контроле составил 17,2 мм, при внесении жома и дефекаата – соответственно 19,8 и 18,4, при совместном внесении – 19,3 мм ( $НСР_{0,95} = 0,7-2,1$ ). Такие показатели объясняются большим количеством влаги, которое содержится в жоме – более 70%, поэтому при внесении его в дозе 10 т/га в почву поступает более 7 т/га воды. Но первостепенное значение имеет баланс кислотности, так как жом характеризуется очень кислой реакцией среды, которая по мере его «старения» увеличивается. В опыте установлено подкисление почвенного раствора на варианте внесения одного жома, где  $pH_{KCl}$  снижается до 4,8 при 5,1 на контроле; на варианте внесения дефекаата эта

величина возрастает до 5,8, при совместном внесении – остается на уровне контроля. В ходе вегетации гречихи при внесении 10 т/га жом кислотность возрастает до 5,2.

Анализ урожайных данных зерна гречихи показал, что в среднем за три года максимальной она была на варианте совместного внесения жом и дефеката – 19,9 ц/га, что на 24% больше, чем на контроле, при этом один жом увеличил урожайность на 19%, а дефекат дал нулевую прибавку. Такую разницу в урожае на более кислом варианте можно объяснить спецификой самой культуры гречихи.

В ходе проведенных исследований было установлено, что подсушивание жом приводит к снижению его кислотности. Так, при влажности жом 72% его кислотность составила 4,5, при подсушивании его до 30% рН увеличилась до 8, при этом возросло количество общего азота с 1,83 до 2,87%.

В 2008–2011 гг. изучалось влияние жом на продуктивность сои и ячменя. В этом опыте изучали влияние двух доз жом – 25 и 50 т/га, внесенных в разные сроки: осенью или весной. Выбор доз жом проводили экспериментальным путем в вегетационных опытах, где было установлено, что дозы до 20 т/га не оказывают никакого влияния на урожайность культур, а очень высокие дозы – 75 и 100 т/га не обеспечивали адекватной прибавки урожая.

Изучение режима влажности под соей и ячменем показало, что ее максимальное увеличение в сравнении с контролем наблюдалось при внесении жом осенью. На варианте применения дозы 25 т/га влажность повысилась в сравнении с контролем на 5,6%, а на варианте применения 50 т/га – на 11,7% (табл. 1). Внесение жом в тех же дозах весной повысило содержание влаги соответственно на 4,9–9,8%. Эта закономерность сохраняется в течение всего периода вегетации.

**Таблица 1. Изменение влажности по вариантам опыта, %  
(слой 0–20 см, среднее за 2008–2011 гг.)**

Варианты опыта	Влажность до посева
Контроль	22,5
Осеннее внесение	
Жом, 25 т/га	28,1
Жом, 50 т/га	34,2
Весеннее внесение	
Жом, 25 т/га	27,4
Жом, 50 т/га	32,3

Изменение реакции среды в этом опыте было аналогично опыту с гречихой. Перед посевом сои выявлено незначительное подкисление почвенного раствора: при осеннем внесении 50 и 25 т/га жом – соответственно до 4,9 и 5,0, при весеннем внесении жом независимо от дозы – до 5,1.

**Таблица 2. Урожайность зерна сои по вариантам опыта (среднее за 2008–2011 гг.)**

Варианты опыта	Урожайность, ц/га
Контроль	15,4
Осеннее внесение	
Жом, 25 т/га	16,6
Жом, 50 т/га	19,4
Весеннее внесение	
Жом, 25 т/га	16,8
Жом, 50 т/га	18,1
НСР <sub>0,95</sub>	0,9

Как видно из данных таблицы 2, прибавки урожая зерна сои на всех вариантах достоверны по сравнению с контролем. Анализ влияния сроков внесения на урожайность показал, что при дозе 25 т/га она не зависела от этого показателя, при внесении 50 т/га жом в осенний срок прибавка урожая составила 1,3 ц/га зерна по сравнению с весенним внесением. Именно этот вариант оказался наиболее выгодным.

После сои в опыте возделывался ячмень, который испытывал последствие внесения жом (табл. 3).

**Таблица 3. Урожайность зерна ячменя по вариантам опыта (среднее за 2009–2011 гг.)**

Варианты опыта	Урожайность, ц/га
Контроль	18,8
Осеннее внесение	
Жом, 25 т/га	19,6
Жом, 50 т/га	21,3
Весеннее внесение	
Жом, 25 т/га	19,3
Жом, 50 т/га	20,9
НСР <sub>0,95</sub>	0,6-1,3

Как свидетельствуют данные таблицы 3, по урожайности ячменя сохраняется та же закономерность, что и для сои, то есть наиболее значимым оказался вариант внесения 50 т/га жом в осенний период

Действие дефеката в качестве химического мелиоранта проводили в опыте, заложенном в 1986 г., в шестипольном севообороте со следующим чередованием культур: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – вико-овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень по вариантам:

- контроль – без удобрений;
- контроль – органический фон – 40 т/га навоза;
- органический фон + NPK по 60 кг д.в./га;
- органический фон + дефекат (норма рассчитывалась по гидролитической кислотности и составляла 1,5 ее величины, в зависимости от поля севооборота вносили 22–28 т/га в физическом выражении, так как в дефекате содержалось 48,5% карбоната кальция).

До закладки опыта чернозем выщелоченный территории проведения исследований характеризовался следующими показателями:

- рН<sub>KCl</sub> – 5,24;
- гидролитическая кислотность (Нг) – 5 мг-экв./100 г почвы;
- степень насыщенности основаниями (V) – 85%;
- содержание гумуса – 4,2% [5].

Приведенные показатели указывают на то, что почвенный поглощающий комплекс недонасыщен кальцием и, следовательно, чернозем нуждается в проведении химической мелиорации кальцийсодержащими веществами [15].

**Таблица 4. Изменение кислотности чернозема выщелоченного (слой 0–20 см)**

Варианты опыта	рН <sub>KCl</sub>	Нг, мг-экв./100 г	рН <sub>KCl</sub>	Нг, мг-экв./100 г
	первый год после внесения		последствие (11-й год)	
Контроль – без удобрений	5,3	5,2	5,2	5,5
Контроль – органический фон	5,8	4,0	5,6	4,5
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,2	5,6	5,0	6,2
Органический фон + дефекат	6,2	2,8	6,0	3,1

Как было установлено в длительном стационарном опыте, применение дефектата оказало положительное влияние на ППК чернозема выщелоченного, которое сохраняется значительное время – до 10–12 лет (табл. 4).

Анализ данных таблицы 4 показывает, что наименее благоприятным складывается кислотный режим на варианте совместного внесения органо-минеральных удобрений, причем в течение 11 лет: в течение двух ротаций севооборота происходит ухудшение этого показателя, т. е. подкисление почвенного раствора. Это отрицательно сказалось и на величине урожая озимой пшеницы (табл. 5).

**Таблица 5. Урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам, ц/га**

Варианты опыта	По черному пару		По вико-овсяной смеси	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка
Контроль – без удобрений	28,7	-	19,5	-
Контроль – органический фон	32,0	3,3	21,6	2,1
Органический фон + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	34,0	5,3	30,3	10,8
Органический фон + дефектат	34,5	5,8	28,1	8,6
НСР <sub>0,95</sub>		3,2		3,0

Как видно из данных таблицы 5, прибавки урожая на всех вариантах опыта были достоверно выше по сравнению с контролем, наибольшей прибавка отмечена на варианте внесения дефектата – 5,8 ц/га, что можно объяснить действием двух факторов: во-первых, стабилизацией кислотности и, во-вторых, достаточным количеством элементов минерального питания и свежего органического вещества, поступивших в почву с дефектатом и навозом. В последствии на пятый год после внесения навоза и дефектата лучшим оказался вариант совместного внесения органических и минеральных удобрений, так как в почву постоянно (ежегодно) поступают необходимые количества элементов минерального питания. На варианте органического фона прибавка урожая была недостоверной, только 2,1 ц/га, а на варианте внесения дефектата по органическому фону и на пятый год сохраняется высокое действие этого мелиоранта и урожайность близка к лучшему варианту, разница в прибавке урожая между ними недостоверна – соответственно 10,8 и 8,6 ц/га.

Таким образом, установлено, что на черноземах выщелоченных с недонасыщенным кальцием почвенным поглощающим комплексом применение отходов свеклосахарного производства – жома и дефектата – является весьма эффективным приемом. Хотя при внесении жома на первых этапах происходит дальнейшее подкисление почвенного раствора, но оно носит кратковременный характер. Для устранения этого негативного явления можно рекомендовать подсушивание жома до влажности 30–50%.

Смешивание жома с дефектатом также снижает подкисление почвенного раствора.

Выявлена высокая эффективность внесения дефектата совместно с навозом, что обеспечивает стабилизацию показателей почвы пахотного слоя и значительное повышение урожайности возделываемых культур в течение 10–12 лет последствия.

Регламентированное применение изученных отходов свеклосахарного производства позволяет решить не только проблему их утилизации (что само по себе имеет важное значение в современных экологических условиях), но и сохранения и повышения плодородия почв с кислой реакцией среды.

**Библиографический список**

1. Богданов Б.М. Сахарный завод как источник загрязнения воздушного бассейна : учеб. пособие / Б.М. Богданов. – Москва : Академия, 2000. – 145 с.
2. Гаркуша Н.Ф. Окультуривание почв как современный этап почвообразования / Н.Ф. Гаркуша. – Горки : Изд-во Белорусской с.-х. академии, 1956. – 201 с.

3. Гринченко А.М. Плодородие почв и пути его повышения : лекция / А.М. Гринченко. – Харьков : Харьковский с.-х. ин-т, 1976. – 59 с.
4. Житин Ю.И. Приемы использования отходов производства в агроэкосистемах Центрального Черноземья / Ю.И. Житин, Н.В. Стекольников. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 218 с.
5. Кольцова О.М. Экологический аспект в оценке использования отходов производства в качестве химических мелиорантов черноземов выщелоченных типичной лесостепи Воронежской области / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – Вып. 4 (47). – С. 12–21.
6. Лактионов Н.И. Влияние окультуривания на коллоидные свойства гумуса черноземов Каменной степи / Н.И. Лактионов // Окультуривание почв и их плодородие : труды Харьковского СХИ. – Харьков : Харьковский СХИ, 1973. – Т. 185. – С. 61–74.
7. Минеев В.Г. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 35–40.
8. Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии / В.Г. Минеев. – Москва : Изд-во МГУ, 1997. – 285 с.
9. Никитин Б.А. Свойства и классификация окультуренных почв / Б.А. Никитин. – Чебоксары : Чувашское кн. изд-во, 1976. – 160 с.
10. Орлов Д.С. Гумусное состояние почв как функция их биологической активности / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 39–40.
11. Спичак В.В. Развитие сахарной промышленности в России / В.В. Спичак, В.Б. Остроумов. – Курск : Изд-во РНИИСП, 2010. – 143 с.
12. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2008/06/07/ukaz-doc.html> (дата обращения: 10.09.2018).
13. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://basa.garant.ru/12112084> (дата обращения: 10.09.2018).
14. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://basa.garant.ru/12125350/#help> (дата обращения: 10.09.2018).
15. Цуриков А.Т. Дефицит кальция в почвах как лимитирующий фактор получения высоких урожаев в условиях ЦЧЗ / А.Т. Цуриков // Эффективность применения удобрений и мелиорантов на почвах ЦЧЗ. – Воронеж, 1986. – С. 94–97.
16. Шишкин А.Ф. Новые известковые удобрения: эффективность и безопасность применения / А.Ф. Шишкин. – Воронеж : Изд-во Воронежского ГАУ, 2001. – 316 с.
17. Щербаков А.П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ / А.П. Щербаков. – Москва : Колос, 1983. – 186 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Ольга Михайловна Кольцова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [olga.koltsova.52@mail.ru](mailto:olga.koltsova.52@mail.ru).

Нина Викторовна Стекольников – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [stekolnikova-nv@mail.ru](mailto:stekolnikova-nv@mail.ru).

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

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 22.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Olga M. Koltsova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [olga.koltsova.52@mail.ru](mailto:olga.koltsova.52@mail.ru).

Nina V. Stekolnikova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [stekolnikova-nv@mail.ru](mailto:stekolnikova-nv@mail.ru).

Yuriy I. Zhitin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [agrohimi@agronomy.vsau.ru](mailto:agrohimi@agronomy.vsau.ru).

Received November 16, 2018

Accepted December 22, 2018

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА  
ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА НА ЕСТЕСТВЕННУЮ  
ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ С ЦЕЛЬЮ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ОРОШЕНИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**Андрей Александрович Черемисинов  
Галина Аркадьевна Радцевич  
Александр Юрьевич Черемисинов  
Александр Александрович Толстых**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных с целью разработки программного обеспечения информационной системы для оценки влияния изменения климата на условия естественной тепло- и влагообеспеченности и определения потребности в орошении земель для различных агроклиматических условий европейской части РФ. В настоящее время одним из перспективных направлений совершенствования оценки изменений климата, определения потребности в орошении земель становится моделирование изменчивости гидрометеорологических параметров на основе компьютерных информационных технологий. Современный уровень науки позволяет учитывать быстрые изменения погодных условий и в дальнейшем прогнозировать их, используя информационные системы. Разработана информационно-советующая система «Климат – орошение», которая позволяет учитывать влияние изменений климата за длительный период на гидротермические показатели и определять потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях европейской части РФ. Для ее разработки использовались язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) и офисный пакет приложений Microsoft Office. ИСС «Климат – орошение» позволяет осуществлять следующие функции: 1) на основе расчета гидротермических показателей определять тенденции изменения климата (в части роста или понижения температуры воздуха, количества выпадающих осадков), вероятностных климатических характеристик и возможных климатических ситуаций за выбранный период времени, тепло- и влагообеспеченности; 2) на основе гидротермической оценки климата определять потребность в гидромелиорации; 3) представлять в табличной и графической форме значения, полученные в результате анализа и обработки данных, связанных с изменением климата, с целью определения потребности в орошении.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** информационная система, изменение климата, европейская часть Российской Федерации, сельское хозяйство, потребность в орошении.

**INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSMENT OF THE IMPACT  
OF CLIMATE ON THE CONDITIONS OF HEAT AND MOISTURE  
AVAILABILITY WITH THE AIM OF IDENTIFICATION OF NEEDS  
FOR IRRIGATION OF AGRICULTURAL LANDS OF THE  
EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Andrey A. Cheremisinov  
Galina A. Radtsevich  
Alexander Yu. Cheremisinov  
Alexander A. Tolstykh**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of research conducted in order to develop an information system software for assessing the impact of climate changes on the conditions of natural heat and moisture availability with the aim of identification of needs for land irrigation in various agroclimatic conditions of the European part of the Russian Federation. At present

one of the promising directions for improving the assessment of climate changes and determining the need for land irrigation is simulation of variability of hydrometeorological parameters on the basis of computer information technologies. The modern level of science allows taking into account the rapid changes in weather conditions and their further prediction using the information systems. The authors have developed the «Climate vs. Irrigation» Information and Advisory System (IAS) that allows taking into account the impact of climate changes on hydrothermal parameters over a long-term period and determining the need for land irrigation in various agroclimatic conditions of the European part of the Russian Federation. This system was developed on the basis of Visual Basic for Applications (VBA) and Microsoft Office suite. The «Climate vs. Irrigation» IAS performs the following functions: 1) determining the trends in climate changes in terms of increase or decrease in air temperature, amount of precipitation, probabilistic climate characteristics and possible climatic situations within a given period of time and trends in heat and moisture availability on the basis of calculation of hydrothermal indicators; 2) determining the need for hydroamelioration on the basis of hydrothermal climate assessment; 3) presenting the values obtained as a result of analysis and processing of data related to climate changes, and determination of the need for irrigation in tabular and graphical forms.

KEYWORDS: information system, climate changes, European part of the Russian Federation, agriculture, need for irrigation.

**С**овременное общество совершило переход из XX, «энергетического», века в XXI век, который со всей определенностью можно назвать веком информационных технологий. Потребность в этих технологиях особенно высока в исследованиях сложных, динамических, самоорганизующихся систем, к которым относится климат, характеризующийся на фоне циклических изменений стохастичностью поведения, нестационарностью отдельных параметров и процессов, сочетающих в себе разные временные масштабы, и т. д.

Несмотря на продолжительность ведущихся наблюдений современному человеку сложно предсказывать погодные изменения на длительную перспективу, что сказывается на всей хозяйственной деятельности.

Важнейшей отраслью, которая острее других нуждается в подобных прогнозах, является сельское хозяйство. Учитывая, что сельскохозяйственное производство ведется на значительных по площадям и протяженности территориях, особую значимость приобретает снижение неопределенности управленческих решений путем проигрывания различных ситуаций развития отрасли. К таким вопросам относится и развитие орошения в регионах России. В этих условиях использование информационной системы по принятию решений, касающихся развития орошения в зависимости от изменений климата, является актуальным, так как капитальные вложения должны быть научно и экономически обоснованы с точки зрения природных особенностей климата.

В 2017 г. сотрудники кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии Воронежского государственного аграрного университета выполняли научно-исследовательскую работу по гранту Министерства сельского хозяйства РФ («Проведение исследований и разработка информационной системы с программным обеспечением по расчету влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях европейской части Российской Федерации»).

По результатам проведенных исследований разработана информационно-советующая система «Климат – орошение», которая позволяет анализировать ретроспективные динамики годовых, внутригодовых распределений гидрометеорологических факторов, будущий вероятностный характер климатических процессов и на этой основе производить ситуационную оценку потребности в орошении.

Результаты исследования, в том числе информационная система «Климат – орошение», ориентированы на использование их в практической деятельности Министерством сельского хозяйства РФ, федеральных органов исполнительной власти.

Достижение поставленной цели исследований обусловило необходимость решения следующих задач:

- исследовать тенденции изменения климата за длительный период в различных агроклиматических условиях РФ;

- определить влияние изменения климата на гидротермические показатели и предложить по ним оценку потребности в орошении земель;
- разработать программное обеспечение информационной системы.

Объект исследований: информационная система для оценки влияния изменения климата на условия естественной тепло- и влагообеспеченности и определения потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

### **Обзор информационных ресурсов по климату**

Информационные ресурсы о состоянии атмосферы, в основном, представлены веб-сайтами, предоставляющими пользователю данные различных метеорологических величин, их прогноз на ближайшее время в каком-либо определенном регионе [15].

В интернете имеются десятки сайтов, содержащих метеоданные, но лишь единицы из них используют собственные прогнозы.

Pogoda.yandex.ru входит в десятку самых точных сайтов погоды в мире. Информацию о погоде для сайта предоставляет финская служба Foreca, которая занимается составлением прогноза по модели ECMWF для более чем 12 тыс. городов в 228 странах [21].

Американский метеосайт Intellicast.com является одним из самых точных сайтов погоды в мире. Он основан на модели GFS и способен составить прогноз в любой точке земного шара. Владельцем метеослужбы является компания Weather Services International (WSI), которая входит в корпорацию Weather Channel. WSI владеет крупнейшей в мире коммерческой метеорологической базой данных [18].

Foreca.ru – финский сайт, отличающийся максимально точными прогнозами погоды. Удобный русскоязычный интерфейс, отличная подача информации и возможность почасового прогноза [16].

Weather.com также является одним из самых точных сайтов о погоде во всем мире: у американцев он наиболее популярен [22].

Gismeteo.ru – точный сайт прогноза погоды, в России данный ресурс является лидером по посещаемости среди других сайтов о погоде. Служба проводит уточнение прогноза до 4 раз в сутки [17].

Meteoweb.ru занимает второе место среди самых точных сайтов о погоде в России. Проект представляет собой независимый ресурс, который был создан 20 лет назад специалистами-астрономами и метеорологами. Сайт предоставляет информацию о прогнозе на долгосрочную перспективу [20].

Meteoinfo.ru является официальным сайтом гидрометцентра России. Здесь предоставляется информация о погодных условиях для 5 тыс. городов страны [19].

Существуют и многие другие сайты.

### **Обзор информационных систем по орошению**

Вопросами информационного обеспечения, составлением программ и разработкой ИСС в области орошения занимались многие организации и исследователи: В.П. Остапчик с соавторами, С.С. Росс, О.Д. Сиротенко, С.В. Брыль, Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева, И.В. Ольгаренко с соавторами [1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11].

Информационная система климатического обслуживания является механизмом, посредством которого информация о прошлом, настоящем и будущем климате будет регулярно собираться, храниться и обрабатываться.

Перечень функций такой информационной системы включает накопление и анализ изменчивости климата в разных временных масштабах (год, сезон, вегетация), а также предсказание будущих состояний климата, в том числе прогнозирование сезонных климатических долгосрочных тенденций.

### **Обзор возможностей информационно-советующих систем**

Одним из перспективных направлений совершенствования оценки изменения климата, получения гидротермических показателей, развития орошения в настоящее

время становится моделирование изменчивости гидрометеорологических параметров на основе компьютерных информационных технологий [12].

За счет внедрения информационно-советующих систем, характеризующихся высокой достоверностью и точностью информационного обеспечения, может быть повышена эффективность использования водных ресурсов при орошении.

Современные информационные технологии позволяют учитывать пространственно-временную дифференциацию коэффициентов, что обеспечивает отражение цикличности внутрисезонного распределения гидрометеорологических факторов, вероятностный характер процессов, протекающих в атмосфере [12].

Если 50 лет назад традиционный набор климатических переменных вполне устраивал метеорологов, то теперь, в условиях меняющегося климата, их уже недостаточно. Прежние климатические модели были основаны, как правило, на предпосылке постоянства климата. Исходя из этого представления выбирались переменные и интервал времени для их оценки. Сейчас такой подход во многом устарел. Не всегда отвечает современным требованиям и стандартный 30-летний интервал для вычисления климатических норм. Меняющийся климат требует применения новых подходов.

В частности, для изучения климатических временных рядов больше подходят алгоритмы анализа нестационарных случайных процессов. Скользящие средние величины климатических переменных, а также значения трендов характеризуют текущее изменение климата. Место прежних долговременных норм занимают «динамические климатические нормы» [12, 15].

Пока еще не удалось создать климатическую модель, которая хорошо описывала бы реальные изменения температуры и осадков. И связано это не только с несовершенством алгоритмов и подходов или недостаточностью данных, но и с тем, что все атмосферные процессы имеют вероятностный характер, а это вносит значительную долю неопределенности в любые расчеты. Тем не менее, общая тенденция остается неизменной: климат продолжает теплеть и в России, и в мире. Именно поэтому необходимо и дальше проводить тщательный сопоставительный анализ модельных и эмпирических оценок изменений климата [15].

### **Анализ существующих информационно-советующих систем**

Такие программные продукты создавались и создаются в различных государственных учреждениях (УкрНИИГиМ, В.П. Остапчик и др. [1, 3, 4]; ВНИИ «Радуга», Г.В. Ольгаренко и др. [6, 9, 10]), а теперь и в учебных заведениях (С.В. Брыль, Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева [2, 5]).

ИСС УкрНИИГиМ (автор В.П. Остапчик и др.) [1, 3, 4]. Основной набор данных информационной системы по проектированию поливных режимов предназначен для их хранения и состоит из следующих информационных элементов: параметры расчетных моделей (справочники биологических характеристик культур и водно-физических характеристик почв); каталог состава и диапазона представления многолетней динамики параметров метеорологического режима; многолетние ряды метеорологических наблюдений.

Информационные связи между отдельными задачами, решаемыми системой, осуществляются с помощью вспомогательного набора данных, который предназначен для хранения информации многолетней сезонной динамики декадного дефицита водопотребления сельскохозяйственных культур; проектной сезонной динамики дефицита водопотребления культур, соответствующей заданной обеспеченности. Программный комплекс подготовлен авторами для ЭВМ ЕС-1033 на алгоритмическом языке ФОРТРАН. Общий объем комплекса составляет около 3 тыс. операторов.

Каждому элементу структуры программного обеспечения соответствует элемент программного комплекса (подпрограмма). Дополнительно к программному комплексу подключены не отраженные в структуре подпрограммы перекодировок и преобразования данных, а также подпрограмма координатного чтения-записи набора данных на устройстве прямого доступа.

Программный комплекс предназначен для автоматизированного решения на ЭВМ следующих задач: оперативного планирования режимов орошения, оперативного прогнозирования динамики влагозапасов, определения биологически оптимальных сроков и норм поливов, построения укомплектованных планов-графиков поливов, оптимизации графиков поливов при недостаточных ресурсах, подготовки отчетности о ходе орошения.

Разработанная технология позволяет рассчитать режимы увлажнения на основе информации о гидрометеорологической обстановке:

- фактическая метеоинформация;
- прогнозная метеоинформация;
- выдача рекомендаций по проектным режимам орошения.

ВНИИ «Радуга» (автор Г.В. Ольгаренко и др.) [6, 9, 10]. Разработанная ВНИИ «Радуга» информационно-советующая система рассчитывает рациональные нормы водопотребления с использованием компьютерных моделей при дифференциации коэффициентов, параметров и констант, входящих в математические зависимости, что обеспечивает отражение динамики внутригодового распределения гидрометеорологических факторов, вероятностный характер процессов, протекающих в агробиоценозах.

Основные блоки ИСС:

- блок анализа текущего состояния агроценозов;
- блок сбора и обработки фактической и прогнозной метеоинформации;
- блок расчета оперативного планирования поливов (наличие компьютера и программного обеспечения);
- блок выдачи рекомендаций.

Для расчетов режимов орошения по методике ВНИИ «Радуга» разработаны и зарегистрированы компьютерные программы и база данных.

Рабочей программой для расчетов является программа ROCK.xls с использованием базы данных:

- ROCK.xls «Расчет параметров режимов орошения сельскохозяйственных культур». Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2004610996 от 22 апреля 2004 г.;
- БД МЕТЕОИНФОРМАЦИЯ. Свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2006620309 от 6 октября 2006 г.;
- «Расчет динамики агроклиматических ресурсов и их регулирования». Свидетельство об официальной регистрации № 2009610137 от 11 января 2009 г.;
- Zap.Data «Формирование БД метеоинформации для корректировки режимов орошения и оперативного планирования». Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2012610821 от 18 января 2012 г. [9].

Разработанная информационная технология планирования водопользования внедрена в хозяйствах, расположенных как на территории Миусской оросительной системы, так и в хозяйствах, осуществляющих забор воды на орошение из местных водных источников Неклиновского района Ростовской области на площади 8047 га, что обеспечило рациональное использование энергетических и трудовых ресурсов, повышение оперативности и качества принимаемых решений.

### **Описание программного обеспечения ИСС «Климат – орошение»**

Информационно-советующие системы вырабатывают информацию, которая принимается человеком к сведению и не превращается немедленно в серию конкретных действий.

ИСС «Климат – орошение» представляет собой программно-аппаратный комплекс для расчета влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и определения потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

Для разработки информационно-советующей системы «Климат – орошение» использовались язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) и офисный пакет приложений Microsoft Office.

Основываясь на классификации информационных систем по характеру использования информации, ИСС «Климат – орошение» следует относить к типу информационно-решающих систем. Данный тип информационных систем предназначен для осуществления операций по переработке информации по определенному алгоритму, оценке степени воздействия выработанной результатной информации на процесс принятия решений.

### **Функциональное назначение**

ИСС «Климат – орошение» предназначена для решения задач, связанных с оценкой влияния изменения климата на потребность в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ.

Она позволяет получать исходные данные, проводить их обработку, анализ, расчет показателей и подготовку полученных на основе моделирования результатов для обоснования наиболее эффективного варианта развития орошения в том или ином регионе европейской части РФ.

ИСС «Климат – орошение» дает возможность выполнить прогноз изменения метеорологических параметров при использовании моделирования их внутригодового и среднесуточного распределения и оценить их изменчивость в многолетнем периоде.

Программа ИСС «Климат – орошение» позволяет пользователю осуществлять следующие функции.

1. На основе расчета гидротермических показателей определять тенденции изменения климата в части:

- роста или понижения температуры воздуха (средней за год, за холодный и теплый периоды наблюдений);
- роста или понижения количества выпадающих осадков (сумма за год, за холодный и теплый периоды);
- вероятностных климатических характеристик и возможных климатических ситуаций за выбранный период времени;
- роста или понижения температуры воздуха и количества осадков за вегетационный период;
- вероятностных климатических характеристик вегетационных периодов;
- тепло-влагообеспеченности.

2. На основе гидротермической оценки климата определять потребность в гидромелиорации.

3. Представлять значения, полученные в результате анализа и обработки данных, связанных с изменением климата, для определения потребности в орошении, в табличной и графической форме.

### **Используемые технические средства**

Приложение эксплуатируется на персональном компьютере типа IBM PC.

Система реализована для персональных компьютеров со следующим набором периферийных устройств: принтера, дисплея с платой адаптера SVGA, накопителя на жестком диске объемом не менее 500 Гб. Необходимая оперативная память – не менее 2048 Мб, минимальный объем свободной оперативной памяти – 256 Мб.

Для работы в диалоговом режиме используется экран дисплея, клавиатура и манипулятор типа «мышь». Входные и выходные данные хранятся на жестком диске ПК либо на любом запоминающем устройстве.

ИСС «Климат – орошение» работает под управлением операционной системы MS Windows 7 и выше.

**Инструкция пользователя**

Автоматизированная информационная система по расчету влияния изменения климата за длительный период на гидротермические показатели и определению потребности в орошении земель в различных агроклиматических условиях РФ работает на базе табличного процессора Microsoft Excel и имеет возможность изменений пользователем входных данных.

На современном этапе развития информационных технологий основным и наиболее популярным инструментом специалиста, занимающегося гидротехническими расчетами, является табличный процессор MS Excel.

Данная компьютерная программа позволяет провести и автоматизировать расчеты при работе с большими массивами данных без особых знаний по программированию, имея практические навыки использования табличного процессора MS Excel на уровне пользователя.

**Алгоритм работы с программой ИСС «Климат – орошение»**

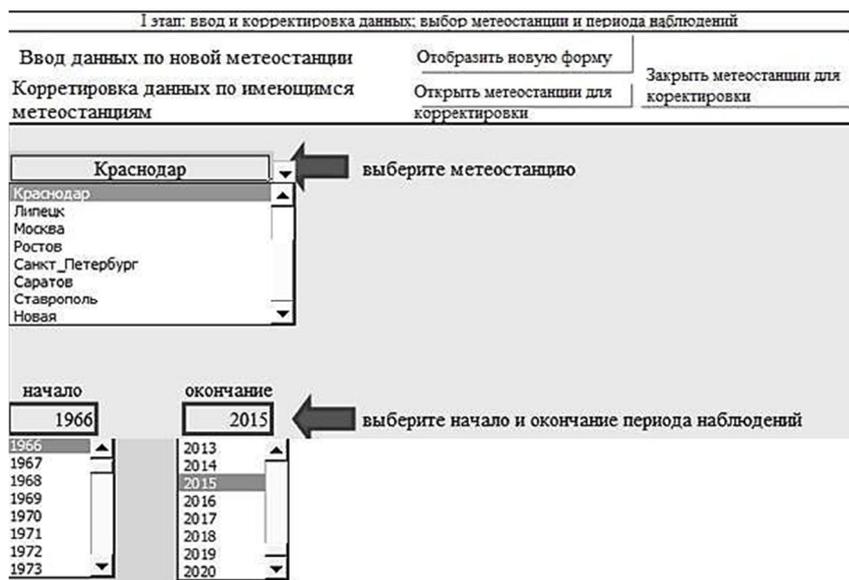
Процесс работы с системой делится на несколько этапов.

1. Запуск приложения.
2. Работа с главным меню приложения.
3. Оценка и анализ полученных результатов.
4. Формирование и печать отчетов за необходимый период.
5. Ввод новых данных (при необходимости).
6. Корректировка данных (при необходимости).
7. Выполнение повторных расчетов.
8. Сохранение полученных данных и выход из программы.

Работа с программой начинается с титульной заставки, где представлены сведения о заказчике и исполнителе гранта. Для начала работы необходимо выбрать команду «Перейти к информационно-советующей системе».

На втором экране в форме показаны основные виды работ, которые можно выполнить с помощью программы.

Работа начинается с выбора метеостанции, находящейся в базе данных. Если есть необходимость работать с метеостанцией, которая отсутствует в базе программы, то можно ввести данные по этой новой метеостанции. Если необходимо продлить базу данных по существующей метеостанции, то используется опция «Корректировка данных по имеющимся метеостанциям» (рис. 1).



**Рис. 1. Экранная форма выбора метеостанции и периода наблюдений**

По принятой метеостанции следует выбрать начальный и конечный годы расчетов.

После этого можно переходить непосредственно к расчетам. Программа на выбор предлагает решение трех задач:

- 1) анализ климата за выбранный период (среднегодовые значения, значения за холодный и теплый периоды);
- 2) анализ климата за вегетационный период;
- 3) гидротермическая оценка климата и определение потребности в гидромелиорации.

Далее, используя метеоданные за предыдущие годы, производятся ретроспективный анализ и прогнозные расчеты метеорологических процессов, моделируются вероятные климатические ситуации за выбранный срок. Для этого следует выбрать интересные расчеты из перечисленных видов работ и форму представления расчетных данных – табличную или графическую.

После выбора формы представления расчетных данных возможен переход к листу таблицы или листу с графиками (рис. 2, 3).

На рисунке 2 приведен фрагмент анализа климатических параметров: колебания суммы осадков за многолетний период незначительны, в целом же процесс изменения осадков устойчив.

Аналогичный анализ может быть выполнен для суммы осадков и температуры воздуха за холодный и теплый периоды.

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ	
АНАЛИЗ КЛИМАТА ПО МЕТЕОСТАНЦИИ	Краснодар с 1966 по 2015
<b>2.4. Тренд, коэффициент вариации (осадки, год)</b>	
тренд	тренд уменьшается
вывод	тенденция уменьшения количества выпадающих осадков
коэффициент вариации	0,18
вывод	процесс устойчивый
<b>2.5. Тренд, коэффициент вариации (осадки, холодный период)</b>	
тренд	тенденция роста количества выпадающих осадков
вывод	процесс устойчивый
коэффициент вариации	0,26
вывод	процесс устойчивый
<b>2.6. Тренд, коэффициент вариации (осадки, теплый период)</b>	
тренд	тренд уменьшается
вывод	тенденция уменьшения количества выпадающих осадков
коэффициент вариации	0,25
вывод	процесс устойчивый

**Рис. 2. Табличная форма расчетных данных**

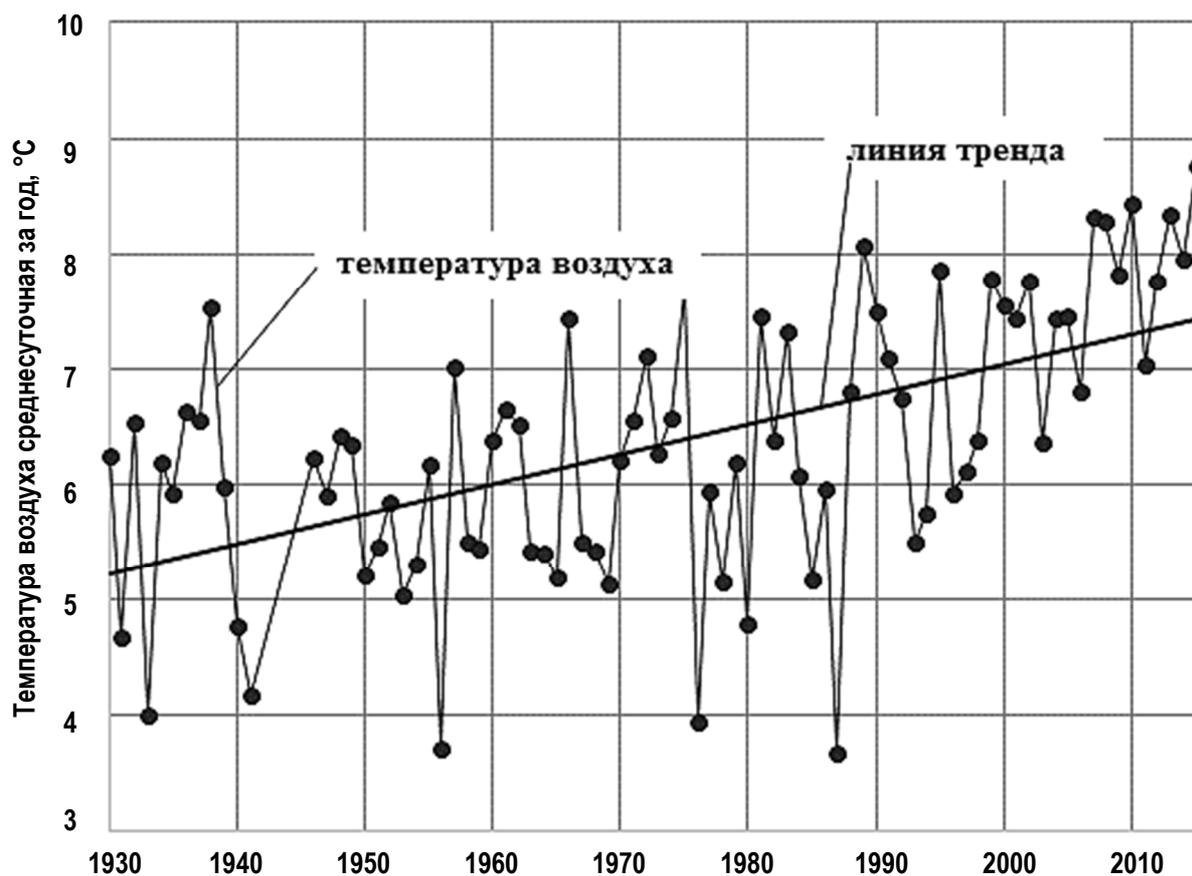


Рис. 3. Сводная экранная графическая форма выходной информации. Графики колебаний метеорологических параметров за выбранный срок и тенденции за этот период

На рисунке 3 приведена сводная экранная графическая форма выходной информации. Линии тренда указывают на прогноз уменьшения или увеличения температуры воздуха или суммы осадков в среднем за год. Таких графиков программа предлагает шесть. Три из них представляют собой графики изменений климата по многолетним рядам среднесуточной температуры за год, за холодный и теплый периоды. Три других показывают колебания многолетних данных суммы осадков также за год, холодный и теплый периоды.

Далее по аналогичным показателям проводится анализ многолетних данных за вегетационный период, оценивается вероятность появления различных климатических ситуаций. По данным расчетов строятся графики и заполняется таблица.

Заканчивается анализ климата таблицей, где приведены вероятностные ситуации климатических условий на вегетационный период (например: сухой и жаркий год; прохладный и влажный и т. д.).

Третья задача связана с определением гидротермических условий климата за многолетний период и оценкой потребности в гидромелиорации (орошении). Для этого используется расчет гидротермических условий по гидротермическому коэффициенту (ГТК) [7, 13, 14].

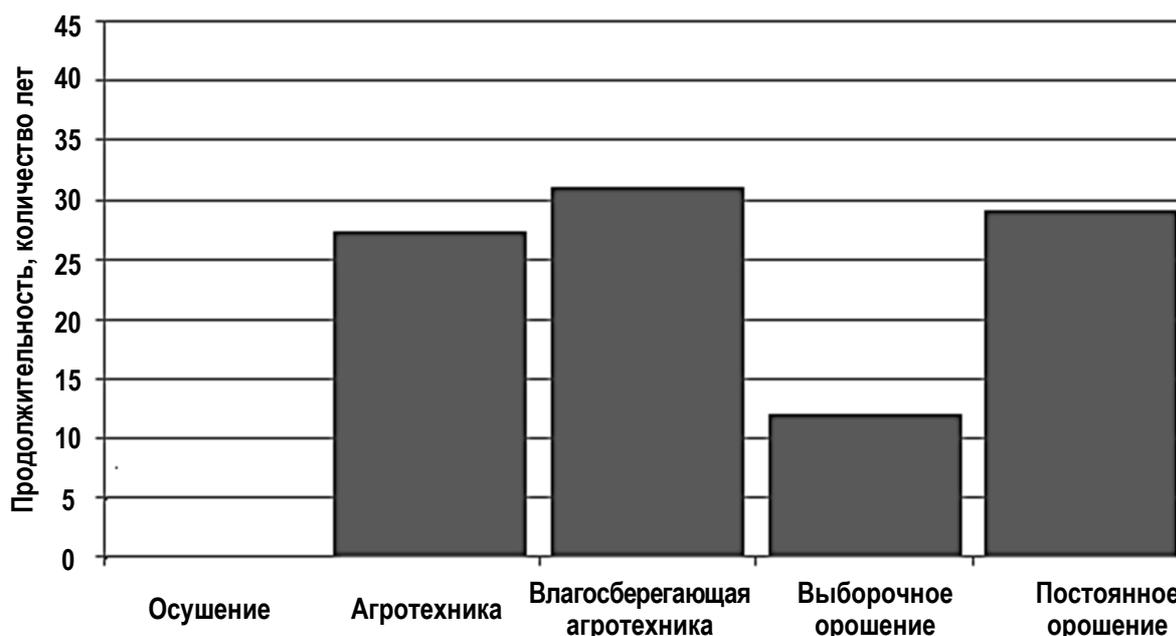
На рисунке 4 представлена шкала гидротермического коэффициента, где указаны мероприятия, соответствующие условиям увлажнения по ГТК, и количество лет, которые соответствуют этим мероприятиям. Ниже приводятся рекомендации для этих лет.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА. ПОТРЕБНОСТЬ В ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯХ					
Условия по увлажнению	Мелиоративные мероприятия	ГТК		P%, лет	Кол-во лет
		границы			
Избыточно влажные	Осушение	Более	1,7		
Влажные	Агротехника	1,7	1,3	29	29
Слабо засушливые	Влагосберегающая агротехника	1,3	1,0	59	30
Засушливые	Выборочное орошение	1,0	0,7	71	12
Очень засушливые	Постоянное орошение	0,7	0,4	100	29
Всего, лет					100

В зависимости от складывающихся ситуаций по тепло- и влагообеспеченности данной территории необходимо учитывать для каждого интервала определенные особенности ведения отрасли растениеводства: возделывать соответствующие сорта, адаптировать агротехнологии, подбирать меры и средства защиты растений от болезней и вредителей. Особое внимание при повышенной влажности следует обратить на обработку почвы для исключения ее переуплотнения, подбирать соответствующие сельскохозяйственные машины и агрегаты

**Рис. 4. Экранная форма расчета потребности в гидромелиорации**

Для наглядности на рисунке 5 представлена графическая форма продолжительности различных гидромелиоративных мероприятий, из которых два последних относятся к орошению.



**Рис. 5. Временная оценка продолжительности гидромелиоративных мероприятий по данным выбранной метеостанции**

После внесения изменений в имеющиеся данные при необходимости (для выполнения расчетов по обновленным данным) повторить этапы 1 и 2.

По окончании выполнения всех вычислений следует выбрать команды «Сохранить» и «Выйти из программы».

Все экранные формы, а также любой фрагмент таблицы базы данных могут быть распечатаны на бумажном носителе.

Для верификации программы собрана база метеорологических данных по 13 метеостанциям европейской части России, имеющим наблюдения за многолетний период – от 50 до 83 лет. Программа позволяет ввести анализ и оценку для различного количества лет – от 5 и до 83. Она имеет выходные формы результатов, которые можно распечатать. Для анализа доступны промежуточные формы с различным цифровым материалом.

---

### Библиографический список

1. Автоматизированная информационно-советующая система оперативного планирования орошения / В.П. Остапчик, В.А. Костромин, К.О. Венкель, Х.В. Майе // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 3. – С. 60–65.
2. Брыль С.В. Информационная технология планирования поливов сельскохозяйственных культур : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / С.В. Брыль. – Москва, 2009. – 27 с.
3. Инструкция по обеспечению функционирования информационно-советующей системы оперативного планирования орошения / В.П. Остапчик, В.А. Костромин, М.К. Генерозов, Л.А. Филиппенко, Е.А. Тарасенко – Киев : УкрНИИГиМ, 1982. – 119 с.
4. Информационно-советующая система управления орошением / под ред. В.П. Остапчика. – Киев : Урожай, 1989. – 248 с.
5. Капустина Т.А. Формирование информационной технологии планирования поливов сельскохозяйственных культур как основы ресурсо-энергосберегающего орошаемого земледелия / Т.А. Капустина, А.И. Бочкарева, С.В. Брыль // Сб. науч. докл. «Информационные технологии». – Коломна : ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – С. 430–435.
6. Ольгаренко И.В. Программное обеспечение процесса планирования водопользования на оросительных системах / И.В. Ольгаренко, В.И. Селюков // Природообустройство. – 2011. – № 4. – С. 38–40.
7. Радцевич Г.А. Пути оптимизации водного режима агроэкосистем в условиях меняющегося климата лесостепной зоны Воронежской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / Г.А. Радцевич. – Воронеж, 2004. – 26 с.
8. Росс С.С. Автоматизированная система управления (АСУ) сельскохозяйственных полей / С.С. Росс // Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. – Москва : МГУ, 1981. – Ч. 1. – С. 141–157.
9. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения : справочник ; под ред. Г.В. Ольгаренко. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616506 Российская Федерация, «Расчет плана водопользования на государственных оросительных системах («PlanVP.exe»)» от 01.10.2010 / В.И. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко, В.И. Селюков, Г.Т. Балакай, Г.А. Сенчуков.

11. Сиротенко О.Д. Имитационная система климат – урожай СССР / О.Д. Сиротенко // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 4. – С. 67–73.
12. Фазлиев А.З. Информационные ресурсы и Интернет-технологии для наук об окружающей среде / А.З. Фазлиев // Вычислительные технологии. – 2000. – Т. 9, Ч. 1. – С. 11–21.
13. Черемисинов А.А. Потребность в гидромелиорациях на основе оценки атмосферного увлажнения / А.А. Черемисинов. // Вестник Воронежского отделения Русского географического общества. – 2010. – Т. 10. – С. 119–123.
14. Черемисинов А.Ю. Определение потребности в гидромелиорации на основе оценки атмосферного увлажнения / А.Ю. Черемисинов, А.А. Черемисинов, В.Д. Красов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2012. – № 2. – С. 70–75.
15. Щербина И.В. Применение информационных технологий для оценки регионального природно-ресурсного потенциала тепло-влагообеспеченности земледельческих территорий агроландшафтов России / И.В. Щербина // Новые технологии и экологическая безопасность в мелиорации : сборник научных докладов 5-й Всерос. конференции молодых ученых и специалистов. – Коломна : ФГНУ «ВНИИ «Радуга», 2008. – С. 201–205.
16. Foreca.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.foreca.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
17. Gismeteo.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
18. Intellicast.com : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intellicast.com> (дата обращения: 12.12.2017).
19. Meteoinfo.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
20. Meteoweb.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoweb.ru> (дата обращения: 12.12.2017).
21. Pogoda.yandex.ru : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/pogoda> (дата обращения: 12.12.2017).
22. Weather.com : [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://weather.com/weather> (дата обращения: 12.12.2017).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Александрович Черемисинов – кандидат экономических наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [achery@mail.ru](mailto:achery@mail.ru).

Галина Аркадьевна Радцевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [g.a.radcevich@yandex.ru](mailto:g.a.radcevich@yandex.ru).

Александр Юрьевич Черемисинов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru).

Александр Александрович Толстых – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [iomas@yandex.ru](mailto:iomas@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 16.09.2018

Дата принятия к печати 28.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey A. Cheremisinov – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [achery@mail.ru](mailto:achery@mail.ru).

Galina A. Radtsevich – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [g.a.radcevich@yandex.ru](mailto:g.a.radcevich@yandex.ru).

Alexander Yu. Cheremisinov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Land Reclamation, Water Supply and Geodesy Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [melioal@mail.ru](mailto:melioal@mail.ru).

Alexander A. Tolstykh – 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: [iomas@agroeco.vsau.ru](mailto:iomas@agroeco.vsau.ru).

Received September 16, 2018

Accepted November 28, 2018

## СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ СВИНОВОДСТВЕ

Валерий Тихонович Чистяков

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Для получения максимальной продуктивности животных хозяйства, занимающиеся товарным свиноводством, используют в основном эффект гетерозиса при гибридизации свиней, при этом, как правило, скрещивают три-четыре, а иногда и пять пород. Для достижения лучших показателей применяют направленную раздельную селекцию: отдельно работают со специализированными «материнскими» и «отцовскими» линиями. Этим достигается гарантированный эффект гетерозиса в конечном товарном гибриде. В настоящее время в мире сформировалось немало генетических компаний, занимающихся получением гибридов для товарного производства. Их племенная продукция поставляется в том числе и в Россию, при этом на территории России почти каждая крупная мировая генетическая компания на сегодняшний день имеет свой селекционно-генетический центр, что дает возможность работать в современных программах геномной селекции, таких как GN Cross Breed. Без использования этих ресурсов достичь быстрого генетического улучшения по селекционируемым показателям невозможно. Становление конкурентоспособного отечественного свиноводства тесно связано с разработкой стратегии дальнейшего развития российских селекционно-генетических центров. Основными направлениями племенной работы в них должно стать выведение и совершенствование материнских и отцовских специализированных линий свиней и обеспечение бесперебойного воспроизводства племенного и кроссированного (гибридного) молодняка в зоне действия региональной и межрегиональной систем разведения свиней. Линейное разведение без учета происхождения по материнской стороне нивелирует генотип линии на среднем уровне, в результате чего не создаются необходимых предпосылок для комбинационной способности, сочетаемости линий. Все эти факторы нужно учитывать при развитии селекции и генетики в российском свиноводстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гибрид, гетерозис, селекционно-генетический центр, линия, порода.

## MODERN DEVELOPMENT OF BREEDING AND GENETICS IN THE RUSSIAN PIG BREEDING

Valeriy T. Chistyakov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In order to maximize the productivity of animals the farms engaged in commercial pig breeding are mainly using the effect of heterosis in the hybridization of pigs. As a rule, to obtain the best-quality hybrid, three or four and sometimes even five breeds are crossed. To achieve the best parameters the breeders use directional discrete selection, which means working separately with specialized maternal and paternal lines. This ensures a guaranteed effect of heterosis in the final commercial hybrid. At present there are many genetic companies in the world that produce hybrids for commodity production. Their breeding products are also supplied to Russia, where almost every major global genetic company currently has its own breeding and genetic center, which allows working in modern genomic selection programs, such as GN CrossBreed. Without the use of these resources it is impossible to achieve a rapid genetic improvement in the parameters under selection. The formation of competitive domestic pig breeding is closely connected with the development of a strategy for further development of Russian breeding and genetic centers. The main directions of breeding work in these centers should be breeding and improvement of specialized maternal and paternal pig lines and ensuring the uninterrupted reproduction of pedigree and cross-bred (hybrid) young stock in the area of operation of the regional and interregional pig breeding systems. Linear breeding without taking into account the origin on the maternal side eliminates the genotype of the line at the middle level. As a result the necessary prerequisites for combining ability and compatibility of lines are not created. All these factors should be taken into account in the development of breeding and genetics in the Russian pig breeding.

KEYWORDS: hybrid, heterosis, breeding and genetic center, line, breed.

**Д**ля улучшения племенных качеств и получения максимальной продуктивности животных хозяйства, занимающиеся товарным свиноводством, используют, в основном, проявление эффекта гетерозиса при гибридизации свиней. В этом случае поросята наследуют лучшие гены родителей: плодовитость, сохранность и большой выход мяса. Чтобы получить наиболее качественный гибрид, как правило, скрещивают три-четыре, а иногда и пять пород. Для достижения лучших показателей применяют направленную раздельную селекцию: отдельно работают со специализированными «материнскими» и «отцовскими» линиями. Необходимым моментом при создании линий является их селекция на сочетаемость. Этим достигается гарантированный эффект гетерозиса в конечном товарном гибриде.

Во всем мировом свиноводстве гибридизация является основным методом увеличения продуктивности товарного свиноводства. В США, Канаде, Дании, Нидерландах, Германии и других странах с интенсивным свиноводством до 90% товарных свиней являются гибридами.

В настоящее время в мировой практике во многих зарубежных странах принята терминальная или конечная система гибридизации, где на первом этапе (первый кросс) скрещиваются, как правило, специализированные линии материнских пород: крупная белая, йоркшир и ландрас, а полученных помесей (гибридов F1) скрещивают с хряками-производителями специализированных мясных пород или линий. Как правило, ими являются породы дюрок, гемпшир, пьетрен [1, 2, 13].

В России гибридизацию стали использовать намного позже, чем на Западе. Уже 45 лет назад компания PIC скрещивала в Европе животных крупной белой породы и породы ландрас, чтобы улучшить материнские качества, получали гибрид Camboroug (Кэмборо). С конца 60-х годов прошлого столетия на мировой рынок начали поступать гибриды английских компаний: Sykes («F. and Cr. Sykes»), Cotswold (котсволд) «Cotswold Pig Development Co», Fastback (фэстбэк) и Masterboar 3000 (мастербоар) «Мастербридерс лимитед»; гибриды Нурог (хайпор) нидерландской компании «Еврибрид», гибриды Кахиб, Хунгахиб и Тетра-С венгерских компаний; гибриды Зегхерс бельгийской компании. Характерной чертой этих животных была статистически достоверная возможность повторения результатов гибридизации, т. к. скрещиваемые линии, типы и породы комбинировались целенаправленно [5, 7, 8].

Сейчас в мире сформировалось немало генетических компаний, занимающихся получением гибридов для товарного производства. В начале 2000-х годов таких компаний насчитывалось от 10 до 15: UPB (Великобритания), FAVA (Финляндия), SBO (Австрия), Norswin (Норвегия), Hirschmann (Германия), France Hybrid (Франция), DanBred (Дания), PIC (Великобритания), Topigs (Нидерланды), Нурог (Нидерланды), Hermitage (Ирландия), JSR (Великобритания), ВНЗР (Германия), Genesus (Канада), Suisag (Suisserigs genetics, Швейцария), Nucleus (Франция) и ряд других. Их племенная продукция поставлялась в том числе и в Россию. Однако за последние 15 лет конкуренция среди этих предприятий усилилась, и более слабые ушли с этого рынка, так как этот сегмент рынка развивается по тем же законам, что и промышленное свиноводство: производителей становится все меньше, а свинины получают все больше. Этот процесс имеет место благодаря тому, что самые большие предприятия продолжают укрупняться, частично за счет поглощения самых маленьких. В настоящее время 80% всех американских и европейских племенных животных поставляют только 20% селекционных компаний. Поэтому сейчас на мировой арене осталось только несколько влиятельных глобальных игроков – Genesus, PIC, Нурог, Topigs, DanBred и Nucleus. Однако их уверенно догоняют JSR и Hermitage. Немного отстают немецкие и французские компании.

**PIС** (Pig Improvement Company) – крупнейшая генетическая компания в мире, основанная в 1962 г. в Великобритании как дочерняя компания Genus plc, лидера в области биотехнологий. В начале 1960-х годов небольшая группа фермеров из графства Оксфордшир, занимавшихся выращиванием свиней, была обеспокоена тем, что традиционное чистопородное разведение не обеспечивает таких животных, которые необходимы для рынков будущего. Фермеры пригласили группу ученых для выведения гибридов с улучшенными качествами. По совету экспертов они приобрели самых лучших свиней и приступили к их усовершенствованию путем селекции.

В настоящее время компания PIС является мировым лидером в обеспечении непрерывного генетического улучшения в свиноводстве, а также предоставления технической поддержки мирового класса в глобальной цепочке поставок продукции свиноводства. Компания PIС сочетает количественный анализ с передовыми биотехнологиями для развития племенного поголовья, что помогает свиноводческим хозяйствам максимально увеличить свою прибыль.

В марте 2017 г. компания PIС вступила в стратегическое партнерство с компанией Hermitage Genetics – ирландской генетической компанией, одной из старейших на селекционном рынке (компания Hermitage Pedigree Pigs Ltd. появилась в 1958 г.). Это партнерство означает, что Genus PIС приобретет права на генетический фонд Hermitage, а Hermitage станет поставщиком комбинированных генофондов, предоставляя элитную генетику всем общим клиентам (Hermitage PIС).

Компания PIС работает в 30 странах на 6 континентах. Нуклеусные стада (племенные фермы по разведению чистопородных линий GGP) расположены в США и Канаде. PIС обладает девятью чистопородными генетическими линиями. Основные рынки сбыта: США, Канада, Мексика, Бразилия, Россия, Китай, Вьетнам, Южная Корея и Восточная Европа, в Западной Европе – преимущественно Испания. А еще в Европе является мощным поставщиком спермопродукции.

Основной продукт компании: родительские гибридные свинки F1: (Camborough) Камбора 22, Камбора 23, Камбора 24, Камбора 29 и хрячки терминальных линий: PIС280, PIС337, PIС327, PIС8,0, PIС359, PIС380, PIС362, PIС410, PIС408G/408M. Также реализуется продукт компании Hermitage: гибридные свинки Hermitage F1, хрячки терминальных линий: Хайлин Максгро, Дюрок Top Drawer, мясная линия DM, Хайрок, Хайлин Гемпшир, Хайгро Пьетрен.

**Topigs Norsvin** – вторая по величине генетическая компания в мире. Образовалась в 2014 г. после объединения своей международной деятельности двух генетических компаний TOPIGS International и Norsvin International AS. Головной офис компании находится в городе Вугхт, Нидерланды. В результате слияния двух компаний образовался новый мировой лидер в племенном свиноводстве. Топигс Норсвин – одна из самых инновационных генетических компаний в мире в области свиноводства. TOPIGS International – большая голландская генетическая компания, объединяющая 35 нуклеусов и 25 центров искусственного оплодотворения. Это дочернее предприятие Pigturf Group (кооператива голландских фермеров – производителей свинины), доля которого достигает 77,5%. Остальным – 22,5% обладает Vion Food Group (мясоперерабатывающее предприятие). Генетика Topigs представлена в 54 странах мира, занимает 85% голландского рынка (хотя этот показатель уменьшается из-за активного распространения генетики DanBred). Основные цели племенной работы – максимальное количество живорожденных поросят и уменьшение коэффициента конверсии корма. Norsvin International AS – норвежская генетическая компания. Обе компании TOPIGS и Norsvin принадлежат фермерам, в компаниях приняты идентичные принципы достижения результатов посредством ускорения генетического прогресса при помощи новых иссле-

дований и открытий (научно-исследовательская деятельность). Также в число держателей акций компаний входят мясоперерабатывающие предприятия, принадлежащие фермерам и компании – поставщики кормов.

Основной продукт компании: родительские гибридные свинки F1: ТОПИГС 20, ТОПИГС 40 и TN70, хрячки терминальных линий: TN TALENT, TN ТЕМПО, TN TOP PI, TN ТАЙБОР, TN Трахх.

**Нурог** – является одним из ведущих мировых поставщиков генетики свиней. Это селекционное подразделение было основано в 1960 г. Первая программа по разведению свиней Нурог была представлена на рынке еще в 1968 г. компанией Euribrid. Почти 50 лет успешного опыта разведения вывели компанию в первую треть лидеров этой отрасли. С 2007 г. стала частью и действует в структуре ведущей многопрофильной многопородной животноводческой и генетической племенной голландской компании Hendrix Genetics, которая значительно упрочила фундамент компании благодаря органичному росту и целенаправленным приобретениям. В 2010 г. компания Нурог приобрела канадскую компанию Designed Genetics Inc., широко известную как лидера в селекции свиней породы дюрок. Свиньи породы дюрок селекции этой компании уже более 25 лет популярны в странах Америки и Азии. Генетика Нурог представлена почти во всех европейских странах (особенно в Германии, Франции и Испании), а также в США, Канаде, Колумбии, Мексике, Китае, Японии, Южной Корее, России и Вьетнаме. Основная цель племенной работы – концепция «качественного отъема» (использование генетического потенциала для увеличения живой массы поросят на момент отъема и, соответственно, количества произведенного мяса на свиноматку за ее продуктивную жизнь).

Основным продуктом компании являются родительские гибридные свинки F1 – Хайпор Либра (Нурог Libra) и хрячки терминальных линий: Нурог Madnus, Нурог Myrus, Нурог Kanto, Нурог Maxter.

**DanBred** – датская компания, которая занимается экспортом высококачественного племенного поголовья и спермы. Образовалась как ассоциация в 2016 г. при объединении: SPF Denmark – перевозчика и экспортера свиноголовья, DanAvl – датской селекционной системы свиней Датского исследовательского центра по свиноводству (Videncenter for Svineproduktion, VSP) с компанией DanBred International, которая была основана в 1972 г. Владельцем компании является ассоциация собственников племенных ферм (нуклеусов) и хозяйств мультипликаторов и репродукторов Дании. Генетика «ДанБред» основывается на более чем 100-летнем опыте селекционной работы. Датская система свиноводства существовала с конца XIX века, но название «DanAvl» было впервые использовано в 1990 г. (в 2016 г. DanAvl становится DanBred). Вначале цель заключалась в разработке генетики, которая отвечала потребностям датских производителей свиней и мясопереработчиков как производителей конкурентоспособных продуктов свинины для экспорта и внутреннего рынка. В мире производство свиней генетики DanAvl (DanBred в настоящее время) достигает 65 млн голов (из них 35 млн за пределами Дании). Экспорт племенных свиней компании осуществляется в более чем 40 стран – Южной Америки, Северной Америки, Европы, Африки и Азии. Крупнейший импортер – Германия. Компания очень быстро развивается. Главное преимущество генетики DanBred – большие гнезда (многоплодность), хотя и достаточно высокий показатель падежа поросят до отъема. Племенное поголовье в Дании выращивается на 38 мультипликаторах с около 6,5 тыс. свиноматок и 158 репродукторов с около 70 тыс. свиноматок.

Основной продукт этой генетической компании – родительские гибридные свинки F1 DanBred Hybrid (LY или YL) и хрячки терминальной линии: DanBred Duroc (дюрок).

Генетическая компания **Genesis Inc.** является мировым лидером в производстве высокопродуктивного поголовья свинок и хряков. Поголовью компании присвоен статус чистопородного поголовья с высоким статусом здоровья. Поголовье генетики Genesis – крупнейшее зарегистрированное поголовье чистопородных свиней в мире, его доля от зарегистрированного чистопородного поголовья в Канаде превышает 80%. В 2014 г. компания Genesis стала крупнейшим экспортером племенного поголовья свиней в Китай, более того, является крупнейшим поставщиком племенного поголовья канадских свиней в Россию. Компания занимает лидирующие позиции по экспорту свиней в те страны, где очень ценится качество мяса и его вкусовые свойства (Япония, Корея, Китай). Высокая продуктивность материнских и отцовских линий, высокий убойный выход туши, низкая конверсия корма – это факторы, определяющие выбор производителей мяса свинины в пользу животных генетики Genesis. Миссия компании Genesis Genetics заключается в производстве самого лучшего животного в мире.

Основной продукт компании: родительские гибридные свинки F1 (двухпородный гибрид, полученный при скрещивании канадского йоркшира Genesis и канадского ландраса Genesis), хрячки терминальных линий – канадский дюрок Genesis.

Компания **NUCLEUS - S.A.S.** (Nucléus) – является французским лидером в области селекции свиней, с долей на рынке в 38%. Компания сформировалась как генетический филиал компания Cooperl, организованной в 1972 г., и является результатом 30-летней работы этой компании в области генетики свиней во Франции. Ежегодно NUCLEUS поставляет большое количество доз спермы и голов молодых племенных свиней. NUCLEUS принадлежит самое большое во Франции прапрародительское поголовье (GGP) чистопородных свиноматок пород йоркшир и ландрас. Большое GGP стадо позволяет отбирать лучших животных исходя из показателей плодовитости, материнских свойств свиноматок и качества ног. Благодаря большому поголовью стада компании NUCLEUS генетическое улучшение происходит быстрее.

Основной продукт компании: родительские гибридные свинки F1: SÉRÉNIS by Nucléus (серенис) и хрячки терминальных линий: PIÉTRAIN by Nucléus (пьетрен), DUROC by Nucléus (дюрок), VIGOR by Nucléus (вигор) [6, 15].

Ни для кого не секрет, что свиноводство становится все более эффективным и прежде всего благодаря генетическому прогрессу. При этом разная генетика – разные результаты. Все генетические типы свиней указанных выше компаний имеют свои преимущества и недостатки. Различаться они могут по следующим критериям: производительность (количество родившихся и количество отлученных поросят на свиноматку в год), потребление корма, постность мяса (соотношение толщины шпика к мышечной массе), поведенческие особенности, эффективность (ежегодное количество корма на свиноматку в соотношении с количеством поросят).

Из-за неоказания должного внимания к генетике в российском свиноводстве было многое упущено. В настоящее время в Российской Федерации по различным оценкам производится только от 30 до 50% гибридных свиней. Развитие этого направления началось лишь 10–15 лет назад. Но в нашей стране гибридизацией на линейном уровне занимается ограниченное число промышленных свиноводческих комплексов, так как еще не созданы сочетающиеся на эффект гетерозиса специализированные линии свиней. Ряд промышленных предприятий до недавнего времени шли по простому пути – массовой закупки свиней за рубежом. Генетические компании Западной Европы предпочитают продавать в Россию гибриды. Иными словами, они не слишком горят желанием отдавать ключики, предлагая готовый эффект гетерозиса, мол, всю сложную работу мы уже выполнили. Однако эффект гибридной силы короткий, как инъекция, и в следующих поколениях нивелируется. По сути, это игла. В случаях же продаж чистопородных свиней...

породного поголовья компании, как правило, обуславливают их запретом на самостоятельную реализацию племенных животных. Но в последнее время налачился процесс реализации российским предприятиям и чистопородных животных. За это время в страну были завезены все основные чистые породы, на которых базируется современное свиноводство: йоркшир, крупная белая (импортной селекции), ландрас и дюрок. Сейчас они есть у всех крупных компаний, которые выращивают ремонтное маточное поголовье [2, 10, 13].

В России почти каждая крупная мировая генетическая компания на сегодняшний момент имеет свой селекционно-генетический центр (СелГенЦентр), регулярно или время от времени они обеспечивают российским СГенЦ поставку лучших генов, которые обновляются через завоз семени, либо чистопородных животных (как правило, хряков). Однако юридически соответствуют этому статусу в России только около десяти предприятий. По состоянию на начало января 2018 года в России функционирует 11 СГенЦ, девять из которых вышли на проектную мощность. В России не больше шести предприятий, которые являются полноценными СГенЦ. На сайте Минсельхоза представлен Госплемрегистр в версии 2017 г., согласно которому в стране работает восемь селекционно-генетических центров (см. табл.) [2, 3, 11, 12].

**Селекционные генетические центры РФ по свиноводству**

Наименование хозяйства	Регион РФ	Наименование породы
ООО «ВСГЦ»	Псковская область	Крупная белая, ландрас, дюрок
ООО «СГЦ» (ООО «ГК Агро-Белогорье»)	Белгородская область	Крупная белая, ландрас, йоркшир
ООО «СГЦ»	Воронежская область	Крупная белая, ландрас, дюрок
ООО «Фирма Мортадель» (Александровский филиал)	Владимирская область	Ландрас, дюрок, йоркшир
ООО «Отрада Ген»	Липецкая область	Крупная белая, ландрас, дюрок
ООО «Знаменский СГЦ» (ЗАО «АВК «Эксима»)	Орловская область	Крупная белая, ландрас, дюрок
ООО «Уфимский СГЦ» (ЗАО «АВК «Эксима»)	Республика Башкортостан	Крупная белая, ландрас, дюрок
ООО «СГЦ Вишневы»	Воронежская область	Ландрас, дюрок, йоркшир
ООО СГЦ «АГРОЭКО»	Воронежская область	Ландрас, дюрок, йоркшир
Филиал «СГЦ» ООО «Башкирская мясная компания»	Республика Башкортостан	Ландрас, дюрок, йоркшир
Филиал АО «Агрофирма «Дмитрова Гора» (ГК «Агропромкомплектация»)	Тверская область	Крупная белая, ландрас, йоркшир

На данном этапе развития селекции эффективным отечественный СГенЦ будет только во взаимодействии со специализированной генетической компанией, которая сможет с технологиями, базой данных, селекционной программой, предоставит возможность работать в современных программах геномной селекции, таких как GN Cross Breed. Без использования этих ресурсов достичь быстрого генетического улучшения по селекционируемым показателям невозможно. Так, ООО СГЦ «АГРОЭКО» и ООО «СГЦ» (ООО «ГК Агро-Белогорье») получают генетический материал от компании Genesus. Поставщик ФЛ «СГЦ» ООО «Башкирская мясная компания» и ООО «Отрада Ген» – компания DanBred. ООО «Знаменский СГЦ» и ООО «Уфимский СГЦ» работают в партнерстве с нидерландской компанией Нуруг. ООО «СГЦ» Воронежской области занимается разведением свиней на основе генетики France Hybrid. В ООО «СГЦ Вишневы» в начале 2018 г. завезли свиней швейцарской генетико-свиноводческой фирмы

«Suisag» («Suissepigs genetics» Швейцария). СГенЦ АО «Агрофирма «Дмитрова Гора» сейчас работает с двумя генетиками – компаниями PIC и DanBred. Отечественные селекционно-генетические центры уже могут практически почти полностью обеспечить свиноводов ремонтными свинками [2, 3].

В развитых странах мира современные тенденции развития свиноводства направлены на создание не новых пород (этот процесс приостановился), а генетических и биохимических методов и путей усовершенствования существующих генотипов, отработку новых гибридизационных схем, обеспечивающих рост продуктивности животных.

В последние годы наблюдается даже процесс сокращения количества пород свиней. Племенная база свиноводства России на начало 2018 г. представлена 8 породами свиней, которые разводятся и совершенствуются в 61 племенном заводе и 63 племенных репродукторах 42 регионов РФ. В структуре племенной базы свиноводства поголовье свиноматок крупной белой породы составило 52,9%, пород ландрас – 16,8%, йоркшир – 21,9%, дюрок – 6,4%, на остальные разводимые породы свиней отечественной селекции приходится 2,0% (скороспелая мясная (СМ-1) – 0,9%, кемеровская – 0,4%, цивильская – 0,4%, ливенская – 0,3%) [4, 9, 14].

По данным бонитировки 2000 и 2001 гг., в России разводили 22 породы. Основной породой в стране была крупная белая – 87,7%. Вместе с ней в пятерку наиболее многочисленных входили три мясные породы: СМ-1 – 2,7%, ландрас – 2,7%, дюрок – 1,0% и крупная черная порода мясо-сального направления продуктивности – 1,5%. Породы сального направления (ливенская, уржумская, северокавказская, брейтовская, цивильская, короткоухая белая и белорусская черно-пестрая) имели удельный вес 0,2–0,6%. Менее 0,1% в породном составе занимали кемеровская, эстонская беконная, уэльская и муромская породы [1].

За последние 17 лет потеря генетического материала в РФ составила 14 пород. На этот процесс помимо экономических факторов и пересмотра направления развития свиноводства также влияют и внешние природные факторы. Так, из-за вспышки африканской чумы свиней (АЧС) в 2018 г. Украина полностью потеряла две породы свиней – миргородскую и крупную черную. По словам члена-корреспондента НААНУ Институт свиноводства и АПВ УААН Николая Березовского, в июле исчезла миргородская порода, до этого исчезли племенные репродукторы и крупная черная порода. В хозяйствах, находившихся в Полтавской области, от АЧС погибли все свиньи.

Становление конкурентоспособного отечественного свиноводства тесно связано с разработкой стратегии дальнейшего развития российских селекционно-генетических центров. Основными направлениями племенной работы в них должно стать выведение и совершенствование материнских и отцовских специализированных линий свиней и обеспечение бесперебойного воспроизводства племенного и кроссированного (гибридного) молодняка в зоне действия региональной и межрегиональной систем разведения свиней. В специализированных материнских линиях предусматривается отбор животных по воспроизводительным качествам, селекция в отцовских линиях ведется на достижение исключительно высоких мясных и откормочных качеств. В одной линии эти показатели совместить нельзя из-за наличия антагонистических направлений корреляционных связей между этими признаками.

В кроссах специализированных линий (гибридизации) достигается совмещение отцовских и материнских признаков. Это объясняется тем, что признаки с низкой наследуемостью, к которым относятся воспроизводительные качества, как правило, проявляют эффект гетерозиса. Отцовские признаки в гибридных комбинациях получают развитие в силу их большей наследственной детерминации. Однако такое совмещение признаков исчезает при разведении гибридов F1 «в себе». Линейное разведение без учета проис-

хождения по материнской стороне нивелирует генотип линии на среднем (популяционном) уровне, в результате чего не создается необходимых предпосылок для комбинационной способности, сочетаемости линий. Все эти факторы нужно учитывать при развитии селекции и генетики в российском свиноводстве.

### Библиографический список

1. Бажов Г.М. Племенное свиноводство : учеб. пособие / Г.М. Бажов. – Санкт-Петербург : Лань, 2006. – 384 с.
2. Максимова Е. Генетика made in Russia. Ввоз чистопородных племенных свиней уменьшился в 3,7 раза / Е. Максимова // *Агроинвестор*. – 2018. – № 11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/30688-genetika-made-in-russia/> (дата обращения: 01.12.2018).
3. Государственный племенной регистр (по состоянию на 07.04.2017 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://old.mcx.ru/documents/section/v7\\_show/3831.htm](http://old.mcx.ru/documents/section/v7_show/3831.htm) (дата обращения: 01.10.2018).
4. Ежегодник по племенной работе в свиноводстве в хозяйствах Российской Федерации (2016) ; сост.: Г.Ф. Сафина и др. ; ред. Т.А. Мороз ; под рук. И.М. Дунина, Х.А. Амерханова. – Москва : Изд-во ФГБНУ ВНИИплем, 2017. – 192 с.
5. Кабанов В.Д. Породы свиней / В.Д. Кабанов, А.С. Терентьева. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 336 с.
6. Маас П.-Я. Генетичні типи свиней: особливості годівлі поросних свиноматок / П.-Я. Маас // *Прибуткове свинарство*. – 2013. – № 6 (18). – С. 47.
7. Никитченко И.Н. Гетерозис в свиноводстве / И.Н. Никитченко. – Ленинград : Агропромиздат, 1987. – 215 с.
8. Овчинников А.В. Научные и практические аспекты подбора в племенном и промышленном свиноводстве : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.01 / А.В. Овчинников. – Москва, 2006. – 386 с.
9. Павлова С.В. Состояние племенной и товарной базы свиноводства Российской Федерации на начало 2017 года / С.В. Павлова, И.В. Николаева, Т.Н. Щавликова // *Эффективное животноводство*. – 2017. – № 8 (62). – С. 11–13.
10. Передовые практики в отечественном племенном животноводстве: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина, А.И. Тихомиров, С.В. Гуськова, И.Ю. Свиначев, В.А. Бекенев, Ю.А. Колосов, В.И. Фролова, И.В. Большакова. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 72 с.
11. Племенные хозяйства России. Специализированное справочное издание. Первый выпуск 2017–2018 гг. – Ульяновск : Изд-во «ООО «Терра», 2017. – 132 с.
12. Приказ Минсельхоза РФ от 17 ноября 2011 г. № 431 «Об утверждении Правил в области племенного животноводства «Виды организаций, осуществляющих деятельность в области племенного животноводства», и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2011 г. № 22885) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70016958> (дата обращения: 01.10.2018).
13. Родословная для свиньи / Т. Кулистикова и др. // *Агротехника и технологии*. – 2007. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14727-rodoslovnayadlya-svini/> (дата обращения: 01.10.2018).
14. Состояние племенной и товарной базы свиноводства Российской Федерации / И.М. Дунин, С.В. Павлова, Н.А. Козлова, Т.Н. Щавликова // *Свиноводство*. – 2018. – № 5. – С. 4–7.
15. Энциклопедия воспроизводства : практическое пособие / И. Морару, Т. Фогльмайр, А. Грисслер и др. – Киев : ООО «Аграр Медиен Украина», 2012. – 223 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Валерий Тихонович Чистяков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей зоотехнии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [distant@dist.vsau.ru](mailto:distant@dist.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 02.10.2018

Дата принятия к печати 09.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Valeriy T. Chistyakov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of General Animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [distant@dist.vsau.ru](mailto:distant@dist.vsau.ru).

Received October 02, 2018

Accepted November 09, 2018

## ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭМБРИОНА ПТИЦ

Евгений Александрович Андрианов<sup>1</sup>  
Алексей Александрович Андрианов<sup>1</sup>  
Александр Николаевич Судаков<sup>2</sup>  
Николай Яковлевич Скользнев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный заочный университет

<sup>3</sup>Воронежский государственный университет

С учетом важности понимания роли внешних воздействий на развитие эмбриона, а также ряда сходных процессов эмбриогенеза животных и человека изучение эмбрионального развития является одним из важнейших направлений современной науки. Выявлено непосредственное влияние двигательной активности эмбриона на формирование скелета и мышечной системы. Активизация двигательной активности эмбриона в процессе инкубации положительно влияет на мясную продуктивность бройлеров в постэмбриональный период. Изучение двигательной активности эмбриона в яйце имеет ряд преимуществ по сравнению с исследованиями, при которых эмбрион развивается в материнском организме. При этом необходимо учитывать, что яйцо имеет особенности, осложняющие наблюдение за развитием эмбриона, а исследования, не предполагающие повреждения скорлупы, требуют применения технических средств. В рамках исследования рабочих параметров устройства оптической неинвазивной регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц одним из помехообразующих факторов являлась подвижность эмбриона, однако анализ осциллограмм светопропускающей способности яйца, полученных при длительном мониторинге сердечной деятельности эмбриона, выявил возможность получения и регистрации высокоточных данных о двигательной активности эмбриона. Приводится сравнительный анализ различных типов осциллограмм колебаний напряжения, вызванных изменениями светопропускающей способности яйца вследствие сердечных сокращений и двигательной активности эмбриона. Оценка продолжительности двигательной активности эмбриона осуществляется посредством сравнения амплитуды напряжений и частотной составляющей полезного сигнала. Предлагается использование спектрограммы для дифференциации типов полезного сигнала. Рассматривается возможность использования оптического метода в целях изучения двигательной активности эмбриона в яйце. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования метода регистрации светопропускающей способности яйца для изучения двигательной активности эмбриона. Методика полностью исключает повреждение скорлупы и позволяет проводить исследования с первой четверти срока инкубации до выупления.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** двигательная активность эмбриона птиц, неинвазивное исследование, спектрограмма, частота сердечных сокращений, светопропускающая способность яйца.

## OPTICAL METHOD OF REGISTRATION OF MOTOR ACTIVITY OF BIRD EMBRYO

Evgeniy A. Andrianov<sup>1</sup>  
Aleksey A. Andrianov<sup>1</sup>  
Alexander N. Sudakov<sup>2</sup>  
Nikolay Ya. Skolznev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

<sup>2</sup>Russian State Agrarian Correspondence University

<sup>3</sup>Voronezh State University

Taking into account the importance of understanding the role of external impact on the development of the embryo, as well as a number of similar processes of animal and human embryogenesis, studying the embryonic development is one of the most important directions in modern science. The authors have revealed a direct influence of motor activity of the embryo on the formation of the skeleton and muscular system. The activation of the embryo's motor activity in the process of incubation has a positive effect on meat productivity of broilers in the postembryonic period. Studying the embryo's motor activity in the egg has a number of advantages compared to studies in which the embryo develops in the maternal organism. It should be taken into account that the egg has some features that complicate the observation of development of the embryo, and studies that do not involve the damage to the shell require the use of special

technical means. In the study of operating parameters of the device for optical non-invasive recording of heart rate of bird embryos one of the interference-generating factors was the embryo's mobility. However, the analysis of oscillograms of egg light transmitting ability obtained during long-term monitoring of the embryo's cardiac activity revealed the possibility of obtaining and recording high-precision data on the embryonic motor activity. The authors provide a comparative analysis of various types of oscillograms of voltage fluctuations caused by changes in egg light transmitting ability due to heart contractions and motor activity of the embryo. The duration of the embryo's motor activity is estimated by comparing the voltage amplitude and frequency component of the desired signal. It is proposed to use spectrograms to differentiate the types of desired signal. The authors also consider the possibility of using the optical method for studying the motor activity of the embryo in the egg. The results of research indicate the possibility of using the method of recording the egg light transmitting ability for studying the embryo's motor activity. This technique completely eliminates the damage to the shell and allows conducting research from the first quarter of the incubation period until hatching.

KEYWORDS: motor activity of bird embryo, non-invasive study, spectrograms, heart rate, egg light transmitting ability.

**В**ведение  
Сложно переоценить влияние эмбрионального периода развития организма на его дальнейшую жизнь. В процессе эмбриогенеза закладываются и формируются висцеральные системы, складывается внешний облик животных и человека [1]. С учетом сходности ряда процессов эмбрионального развития позвоночных одним из современных направлений исследований является изучение двигательной активности эмбриона птиц [10]. Яйцо, в котором эмбрион развивается независимо от воздействия материнского организма, позволяет проводить ряд экспериментов, недоступных исследователю в иных условиях. Доказано, что двигательная активность эмбриона оказывает значительное влияние на формирование скелета и мышечной системы. Стимуляция двигательной активности эмбриона позволяет повысить мясную продуктивность бройлеров в постэмбриональный период [6, 11, 14, 16].

Показателен опыт, при котором посредством воздействия химических соединений снижалась или прекращалась полностью двигательная активность эмбриона птиц. Дальнейшее морфологическое исследование эмбриона выявило значительные изменения в формировании костных и мышечных тканей, которые, в отсутствие двигательной активности, не получили нормального развития [8].

Вместе с тем в качестве объекта наблюдений яйцо и развивающийся в нем зародыш имеют ряд особенностей, вызванных наличием скорлупы, повреждение которой повышает риски инфицирования зародыша и в большинстве случаев затрудняет продолжительные эксперименты, связанные с визуальным наблюдением двигательной активности эмбриона [2].

На сегодняшний день известно несколько способов, позволяющих регистрировать двигательную активность эмбриона без повреждения скорлупы. Наиболее распространенным является способ, при котором двигательная активность эмбриона регистрируется в процессе визуального контроля яйца в проходящем свете видимой части спектра (овоскопия). Существуют также способы, при которых регистрируются микровибрации яйца, вызванные движениями эмбриона, акустические колебания или локальные колебания скорлупы посредством тензодатчиков [9].

Следует отметить, что сходные методики проведения эксперимента применяются при изучении сердечной деятельности эмбриона птиц [7, 15]. Однако наиболее современным направлением технических средств регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц является регистрация изменений светопропускающей способности яйца, вызванная изменением диаметра кровеносных сосудов [12].

Экспериментальные данные, полученные в рамках разработки устройства оптической регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц, выявили возможность оптической регистрации двигательной активности эмбриона [5].

### Методика исследований

Определение двигательной активности эмбрионов домашней курицы проводили на базе инкубатория Воронежского государственного университета (Задонский район, Липецкая область).

Яйца инкубировались в автоматическом инкубаторе «R-COM 50 PRO» при температуре 37,5°C и влажности 66%.

Регистрация двигательной активности осуществлялась при помощи устройства регистрации частоты сердечных сокращений, представляющего собой специализированное высокоточное устройство измерения уровня освещенности (рис. 1) [3].

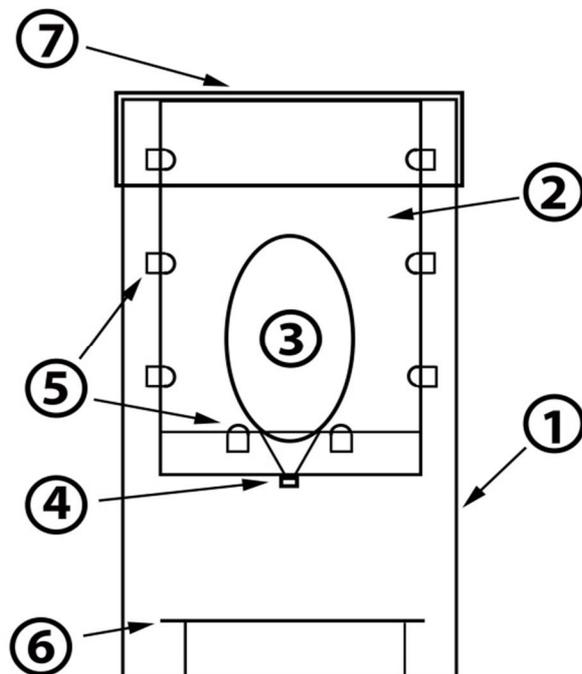


Рис. 1. Устройство регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц:  
1 – корпус; 2 – внутренняя камера; 3 – яйцо; 4 – фоточувствительный датчик;  
5 – ИК-светодиоды; 6 – блок управления; 7 – крышка

Принцип работы устройства основан на регистрации изменений количества проходящего и отраженного от яйца инфракрасного излучения (950 нм), источником которого является группа светодиодов. Изменения светопропускающей способности яйца связаны с пульсацией кровеносных сосудов вследствие сердечных сокращений, а также двигательной активностью эмбриона. Регистрация количества инфракрасного излучения осуществляется высокочувствительным фотодиодом, колебания напряжения на выходе которого, после усиления многокаскадным усилителем на операционных усилителях и фильтрации, достигают значений, позволяющих использовать акустический тракт персонального компьютера для записи осциллограммы и последующего анализа.

Объектом исследований стала партия инкубационного яйца кур породы джерсийский гигант в количестве 20 штук. Каждое яйцо ежедневно помещали на 5 мин. в устройство контроля частоты сердечных сокращений, данные об изменении светопропускающей способности яйца записывались в формате аудиофайла в память персонального компьютера для последующего визуального анализа осциллограмм.

Дифференциация типов сигнала и выделение изменений амплитуды сигнала, вызванных двигательной активностью эмбриона, проводились на основании методики подсчета частоты сердечных сокращений эмбриона птиц [4].

Длительный мониторинг двигательной активности эмбриона осуществлялся с применением удаленного оптического датчика, закрепляемого непосредственно на яйце, находящемся в камере инкубатора.

#### Результаты и их обсуждение

В ходе эксперимента были получены осциллограммы, на которых визуально дифференцировались три типа колебаний светопропускающей способности яйца.

К первому типу относятся колебания малой амплитуды широкого диапазона частот (рис. 2). Данный тип колебаний присутствует при исследовании как неоплодотворенных яиц, так и яиц на раннем сроке инкубации. Несмотря на высокую чувствительность применяемого устройства, позволяющего регистрировать изменения интенсивности освещенности до 0,05 люкс, пороговым значением, при котором возможно определение как частоты сердечных сокращений, так и двигательной активности эмбриона, являются 5-е сутки инкубации для эмбриона кур, срок инкубации которых составляет 22 дня. Колебания малой амплитуды, регистрируемые на ранних сроках эмбриогенеза, вызваны оптическими и электромагнитными помехами.

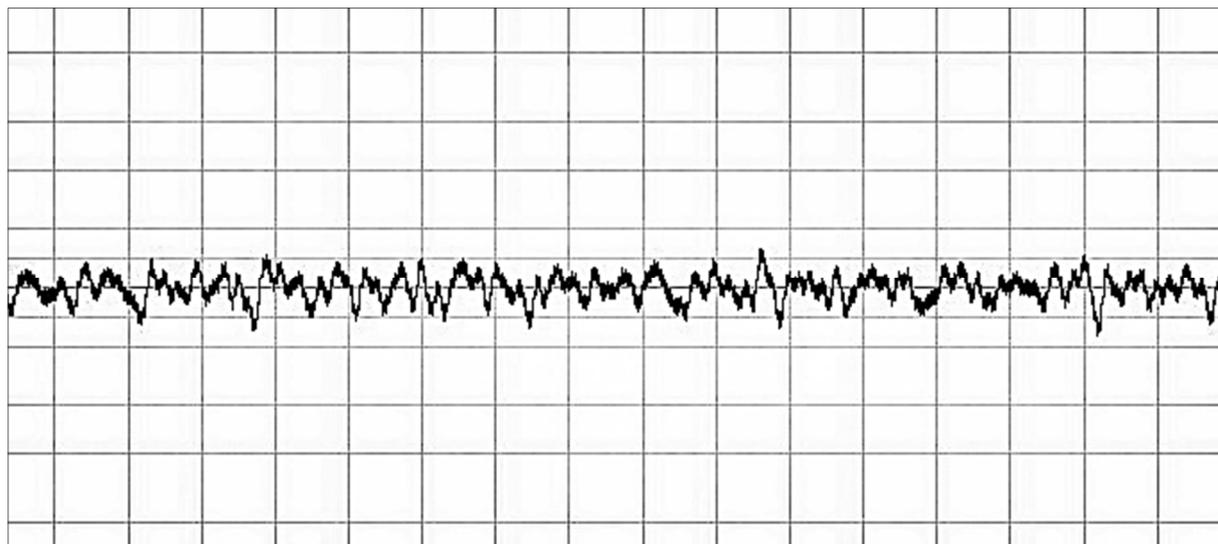


Рис. 2. Осциллограмма исследования неоплодотворенного яйца курицы продолжительностью 1 сек.

Второй тип колебаний светопропускающей способности яйца представлен на рисунке 3 и характеризуется средним диапазоном значений. Данные колебания вызваны изменением диаметра кровеносных сосудов аллантаоиса и позволяют регистрировать частоту сердечных сокращений эмбриона.

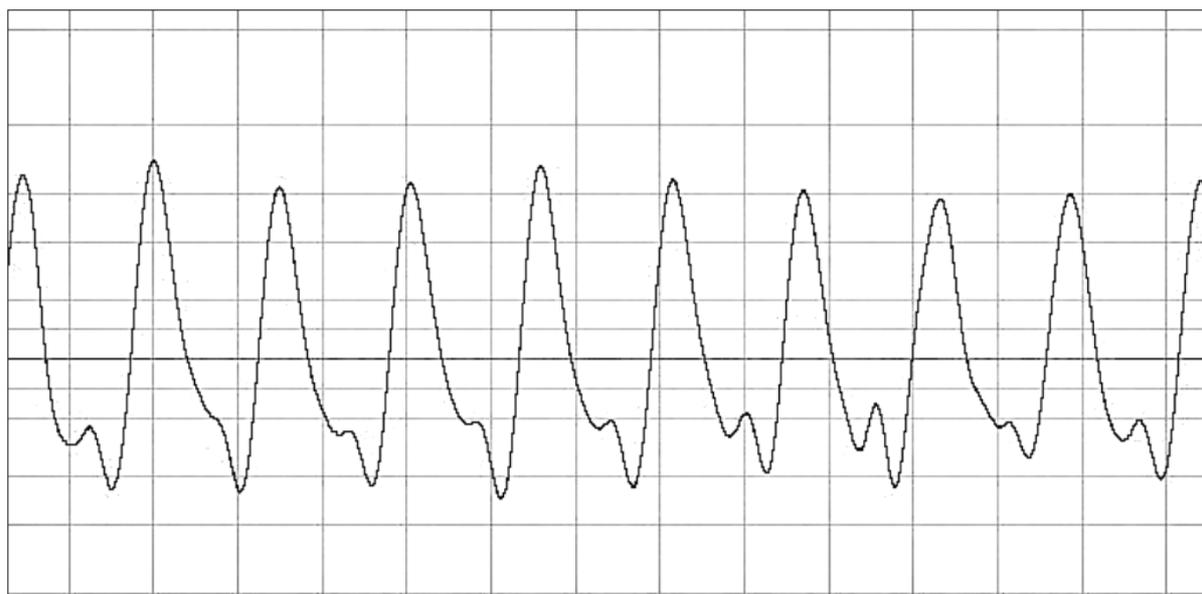
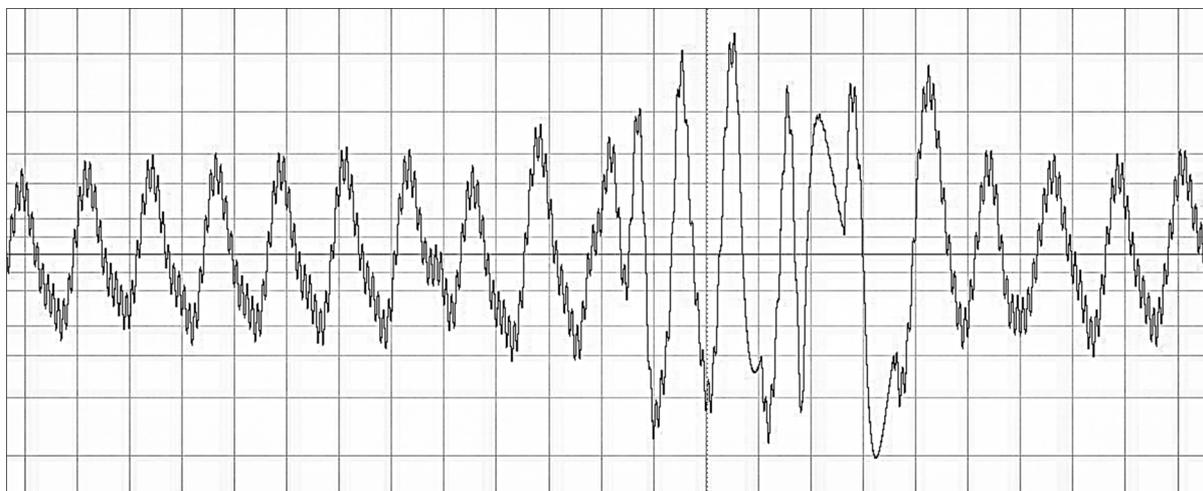


Рис. 3. Осциллограмма исследования оплодотворенного яйца курицы на 12-е сутки инкубации продолжительностью 2 сек.

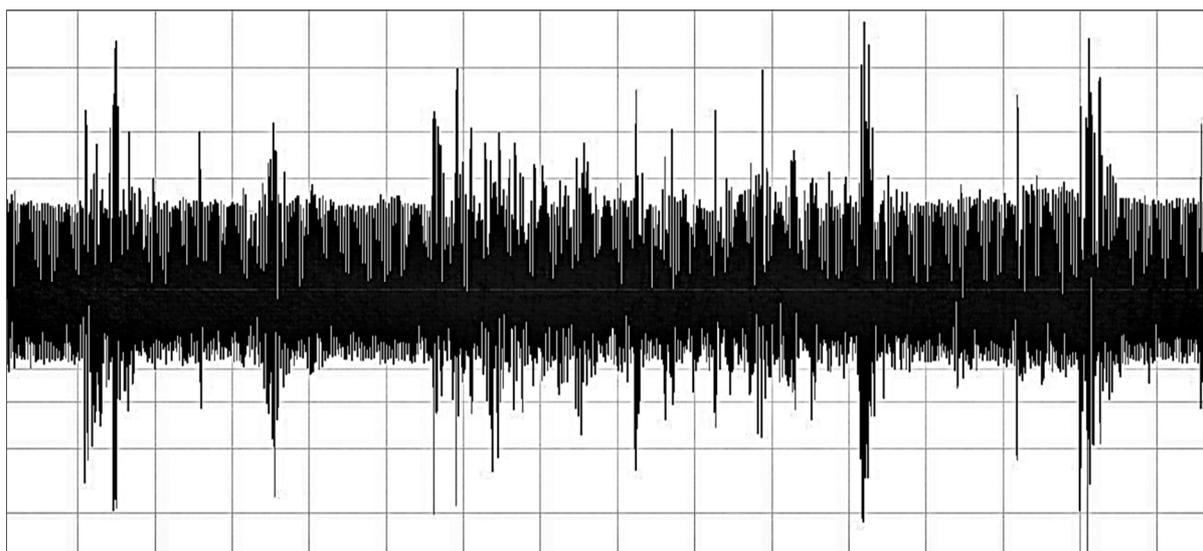
Третий тип колебаний характеризуется широким диапазоном напряжений, однако, в большинстве случаев, его амплитуда значительно превышает амплитуду как первого, так и второго типов сигнала (рис. 4). Колебания хаотичные, продолжительность колебаний данного типа значительно варьирует.



**Рис. 4. Осциллограмма исследования оплодотворенного яйца курицы на 8-е сутки инкубации продолжительностью 5 сек. Наблюдаются скачки напряжения, вызванные движениями эмбриона**

Для выявления причины колебаний данного типа, параллельно с регистрацией изменения светопропускающей способности яйца в инфракрасном диапазоне, было проведено визуальное наблюдение при просвечивании яйца светом видимой части спектра, позволившее установить, что данный тип колебаний вызван двигательной активностью эмбриона.

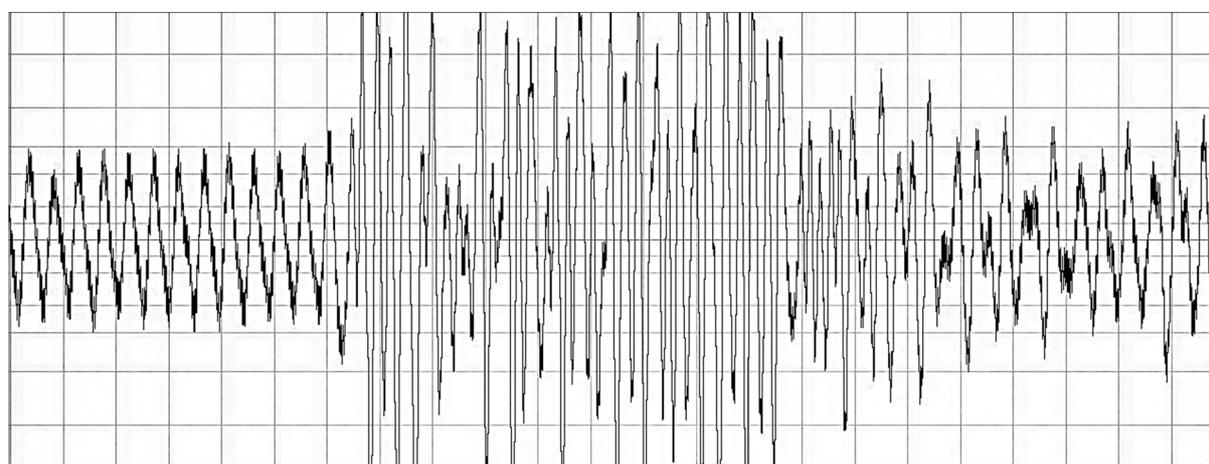
В связи с тем что колебания, вызванные двигательной активностью эмбриона, имеют значительную амплитуду, визуальная оценка длительности двигательной активности не представляет сложности для экспериментатора при анализе осциллограмм напряжения сигнала (рис. 5).



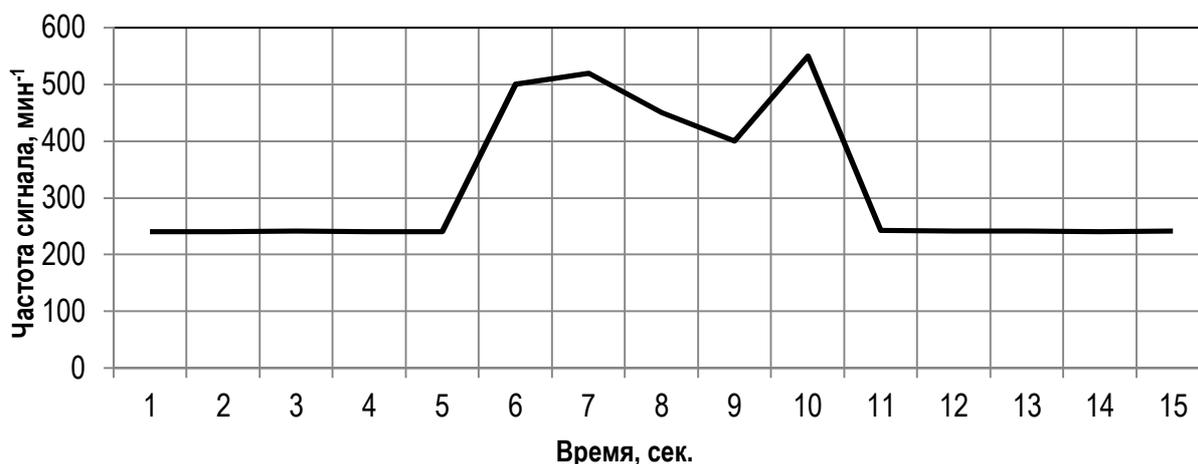
**Рис. 5. Осциллограмма исследования оплодотворенного яйца курицы на 15-е сутки инкубации продолжительностью 3 мин.**

Особо следует отметить возможность спектральной визуализации частотной составляющей полученных сигналов (рис. 6). Несмотря на то что подобный тип визуализации

зации не отражает данных о сердечной деятельности эмбриона, изменение частотной характеристики сигнала облегчает визуальное наблюдение периодов двигательной активности эмбриона.



а



б

Рис. 6. Осциллограмма (а) и график частотной характеристики (б) исследования оплодотворенного яйца курицы на 8-е сутки инкубации продолжительностью 15 сек.

В ходе эксперимента были выявлены корреляции снижения двигательной активности эмбриона с понижением температуры яйца, что соответствует данным ранних исследований, полученных инвазивными методами [13].

**Выводы**

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования метода регистрации светопропускающей способности яйца для изучения двигательной активности эмбриона.

Значительное различие в амплитуде колебаний, вызванных сердечной деятельностью и двигательной активностью эмбриона, позволяет предположить возможность автоматизации процесса выявления периодов двигательной активности.

Методика полностью исключает повреждение скорлупы и позволяет проводить исследования с первой четверти срока инкубации до вылупления.

Как показали исследования, при стимуляции двигательной активности эмбриона можно повысить мясную продуктивность бройлеров в постэмбриональный период.

## Библиографический список

1. Антипчук Ю.П. Гистология с основами эмбриологии : учеб. пособие / Ю.П. Антипчук. – Москва : Просвещение, 1983. – 240 с.
2. Буртов Ю.З. Инкубация яиц / Ю.З. Буртов, Ю.С. Голдин, И.П. Кривошипин. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 238 с.
3. Пат. 2665117 Российская Федерация, МПК А61В 5/0245 (2006.01). Способ регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы и устройство для его осуществления / Судаков А.Н. и др. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАУ. – № 2016115016 ; заявл. 18.04.2016 ; опубл. 28.08.2018, Бюл. № 25. – 4 с.
4. Разработка методики подсчета частоты сердечных сокращений эмбриона птиц / А.Н. Судаков и др. // Наука сегодня: вызовы и решения : матер. международной науч.-практ. конф. : в 2 ч. (31 января 2018 г., г. Вологда, Научный центр «Диспут»). – Вологда : Изд-во ООО «Маркер», 2018. – Ч. 2. – С. 172–175.
5. Судаков А.Н. Мониторинг состояния эмбриона птиц в реальном времени / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов // Биотехнологии и инновации в агробизнесе : матер. международной науч.-практ. конф. – Белгород : Белгород. гос. аграр. ун-т, 2018. – Ч. II. – С. 80–84.
6. Bos A.F. Intrauterine growth retardation, general movements, and neurodevelopmental outcome: a review / A.F. Bos, C. Einspieler, H.F. Precht // *Dev. Med. Child. Neurol.* – 2001. – Vol. 43 (1). – Pp. 61–68.
7. Cain J.R. Heart rate of the developing chick embryo / J.R. Cain, U.K. Abbott, V.L. Rogallo // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* – 1967. – Vol. 126. – Pp. 502–510.
8. Hall B.K. A simple, single-injection method for inducing long-term paralysis in embryonic chicks, and preliminary observations on growth of the tibia / B.K. Hall // *Anatomical record.* – 1975. – Vol. 181. – Pp. 767–778.
9. Hamburger V. Some aspects of the embryology of behavior / V. Hamburger // *Q. Rev. Biol.* – 1963. – Vol. 38. – Pp. 342–365.
10. Muller G.B. Embryonic motility: environmental influences and evolutionary innovation / G.B. Muller // *Evol. Dev.* – 2003. – Vol. 5. – Pp. 56–60.
11. Neuromuscular development in the avian paralytic mutant crooked neck dwarf (cn/cn): further evidence for the role of neuromuscular activity in motoneuron survival / R.W. Oppenheim [et al.] // *J. Comp. Neurol.* – 1997. – Vol. 381. – Pp. 353–372.
12. Noninvasive heart rate measurement using a digital egg monitor in chicken and Turkey embryos / M. Lierz, O. Gooss, H.M. Hafez // *Journal of Avian Medicine and Surgery.* – 2006. – Vol. 20 (3). – Pp. 141–146.
13. Oppenheim R. W. Short-term changes in incubation temperature. Behavioral and physiological effects in the chick embryo from 6 to 20 days / R.W. Oppenheim, H.L. Levin // *Dev. Psychobiol.* – 1975. – Vol. 8. – Pp. 103–115.
14. Paralysis and long bone growth in the chick: growth shape trajectories of the pelvic limb / J.E. Bertram [et al.] // *Growth Dev. Aging.* – 1997. – Vol. 61. – Pp. 51–60.
15. Rahn H. The acoustocardiogram: a non-invasive method for measuring heart rate of avian embryos in ovo / H. Rahn, S.A. Poturalski, C.V. Paganelli // *J. Appl. Physiol.* – 1990. – Vol. 69. – Pp. 1546–1548.
16. Ryu Y.U. Precocious locomotor behavior begins in the egg: development of leg muscle patterns for stepping in the chick / Y.U. Ryu, N.S. Bradley // *PLoS ONE.* – 2009. DOI: 10.1371/journal.pone.0006111.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Принадлежность к организации

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

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

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

Николай Яковлевич Скользнев – кандидат биологических наук, директор заповедника «Галичья гора» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, Липецкая область, с. Донское, e-mail: skolznik@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 02.10.2018

Дата принятия к печати 10.11.2018

## AUTHOR CREDENTIALS

### Affiliations

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

Aleksey A. Andrianov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Technological Equipment, 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.

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

Nikolay Ya. Skolznnev – Candidate of Biological Sciences, Director, Voronezh State University-affiliated Galichya Gora Nature Reserve, Russia, Lipetsk Oblast, Donskoe, e-mail: skolznik@mail.ru.

Received October 02, 2018

Accepted November 10, 2018

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Владимир Иванович Оробинский  
Александр Павлович Тарасенко  
Наталья Митрофановна Дерканосова  
Андрей Сергеевич Корнев  
Даниил Алексеевич Подорванов**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Развитие агропромышленного комплекса требует постоянного увеличения показателей зернового производства, которые зависят от своевременного внедрения современных инновационных технологических и технических решений при уборке сельскохозяйственных культур и послеуборочной обработке. Известно, что при укладке поступающего от комбайнов зернового вороха на ток он подвергается воздействию различных метеоусловий и микроорганизмов, при этом имеет место дополнительное травмирование зерна на 4...6% зернопогрузчиками при его последующей погрузке или каждом перебросе зернометателями. В результате повышаются энерго- и ресурсозатраты на производство кондиционного зерна, а полученные семена не отвечают требованиям ГОСТа. Чтобы не допустить этого, сельхозтоваропроизводителям (особенно в семеноводческих хозяйствах) следует применять поточную обработку поступающего от комбайнов зернового вороха, которая позволяет уменьшить как суммарное травмирование зерна, так и наличие наиболее опасных видов травм. Исследования качества зерна озимой пшеницы проводили на материале, полученном при уборке озимой пшеницы барабанными комбайнами «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторными – «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740». Установлено, что применение роторных комбайнов позволяет существенно уменьшить травмирование зерна при уборке, что особенно важно для семенных посевов. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740» качественные показатели обмолота превышают показатели барабанного комбайна «New Holland CS 660»: отмечено снижение как дробленого (в 21,4; 13,4; 1,5 раза), так и травмированного зерна (в 1,24; 1,12 и 1,05 раза). Таким образом, использование при уборке урожая роторных комбайнов позволит уменьшить травмирование зерна и, как следствие, повысить качество подготавливаемых семян, снизить норму высева и повысить урожайность.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** барабанные и роторные комбайны, травмирование зерна, фракционная обработка вороха, упрощение семяочистительного агрегата, снижение энерго- и материалозатрат.

## RATIONALE FOR CHOOSING PROPER COMBINE TYPE FOR HARVESTING SEED-PRODUCING GRAIN CROPS

**Vladimir I. Orobinsky  
Aleksandr P. Tarasenko  
Natalia M. Derkanosova  
Andrey S. Kornev  
Daniil A. Podorvanov**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Sustainable development of Agro-Industrial Complex requires a constant increase in grain production indicators, which depend on timely implementation of modern innovative technical and technological solutions for harvesting and postharvest processing of crops. It is known that when unloading grain heap from combine harvesters on a field floor it is exposed to impact of various weather conditions and microorganisms. More over, there occur additional (by 4–6%) injuries of grain caused by grain loaders at further grain loading or each displacement by grain throwers. As a result, the energy and resource costs of grain production are increasing and the obtained seeds often fail to meet the requirements of GOST. In order to prevent this, the producers of agricultural goods (especially in seed farms) should apply the in-line processing of grain heap coming from the combines, which allows reducing both total impact of injuries of grain and the occurrence of the most critical types of injuries. Studies of quality of winter wheat grain were performed using the

material obtained from John Deere 9660, New Holland CS 660, and Palesse GS-12 drum harvesters, and New Holland CR 9080, John Deere 9880, and Torum 740 rotary harvesters. It was established that the use of rotary combines can significantly reduce the damage to grain during harvesting, which is especially important when harvesting seed crops. When harvesting winter wheat with New Holland CR 9080, John Deere 9880 and Torum 740 rotary combines the threshing quality parameters exceeded those of New Holland CS 660 drum combine, i.e. there was a decrease in the amount of both crushed (by 21.4, 13.4, and 1.5 times) and damaged grain (by 1.24, 1.12, and 1.05 times). Thus, the use of rotary combines for harvesting will reduce the damage to the grain during harvesting, which will allow improving the quality of seeds being prepared, reduce the seeding rate and increase the yield.

KEYWORDS: drum and rotary combine harvesters, grain damage, fractional processing of heap, simplification of seed cleaning unit, reduction of energy and material costs.

**П**ервостепенной задачей, стоящей перед агропромышленным комплексом Российской Федерации, является стабильный рост производства зерна. Безопасность государства в части продовольственной независимости обеспечивается прежде всего валовым сбором зерна, значительные объемы которого необходимы для создания оптимального уровня семенных фондов, а также удовлетворения потребностей населения в высококачественных продуктах питания, а отрасли животноводства – в кормовой базе, особенно в зернофураже. Успешное решение задачи увеличения производства качественного зерна и семян зависит от своевременного внедрения современных инновационных технологических и технических решений при уборке и послеуборочной обработке [7, 14].

Основным фактором снижения всхожести семян считается большая степень их травмированности, возникающая в процессе уборки и послеуборочной обработки [1, 6, 12, 13]. Негативное воздействие на качество семенного материала оказывает длительное пребывание необработанного продукта в крупных «завалах», что обусловлено недостаточной производительностью зерноперерабатывающей техники, входящей в технологическую линию.

Известно, что при укладке поступающего от комбайнов зернового вороха на ток он подвергается воздействию различных метеоусловий и микроорганизмов [9], при этом имеет место дополнительное травмирование зерна на 4...6% зернопогрузчиками при его последующей погрузке или каждом перебросе зернометателями. В результате повышаются энерго- и ресурсозатраты на производство кондиционного зерна, а полученные семена нередко не отвечают требованиям ГОСТа [11]. Чтобы не допустить этого, сельхозтоваропроизводителям (особенно в семеноводческих хозяйствах) следует применять поточную обработку поступающего от комбайнов зернового вороха, которая позволяет уменьшить как суммарное травмирование зерна, так и наличие наиболее опасных видов травм.

С целью объективной оценки воздействия травмирования зерна на посевные свойства семенного материала пользуются формулой

$$T_{\text{пр}} = G_2 + G_1 \cdot \frac{b_1}{b_2} + G_3 \cdot \frac{b_3}{b_2} + G_4 \cdot \frac{b_4}{b_2} + G_5 \cdot \frac{b_5}{b_2} + G_6 \cdot \frac{b_6}{b_2},$$

где  $T_{\text{пр}}$  – приведенный показатель травмирования, в результате которого повреждается зародыш зерновки;

$G_1...G_6$  – процентное содержание зерна: 1) с выбитым зародышем; 2) с поврежденным зародышем; 3) с поврежденной оболочкой зародыша; 4) с поврежденной оболочкой зародыша и эндосперма; 5) с поврежденным эндоспермом; 6) с поврежденной оболочкой эндосперма;

$b_1...b_6$  – коэффициенты, определить которые можно, используя формулу

$$b_i = 0,01 \cdot (B_7 - B_i),$$

где  $B_7$  – процент всхожести зерна без травм;

$B_i$  – процент всхожести семян с травмами рассматриваемых видов.

Как показывают результаты большого объема экспериментальных исследований [6], лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы без повреждений составляет в среднем 99%, различные повреждения снижают показатель всхожести по-разному. Так,

при повреждении зародыша всхожесть составляет 50,8%, эндосперма – 60,6%, оболочки зародыша – 85,6%, оболочки зародыша и эндосперма – 83,4%, оболочки эндосперма – 94,4% [14].

В настоящее время отечественные и зарубежные фирмы выпускают зерноуборочные комбайны с барабанным или роторным молотильно-сепарирующим устройством. Многие зарубежные фирмы перешли на выпуск зерноуборочных комбайнов только с роторным молотильно-сепарирующим устройством.

В Центрально-Черноземном регионе РФ используют как роторные, так и барабанные зерноуборочные комбайны, но в настоящее время преобладающими пока являются барабанные.

Содержание травмированного зерна в поступающем на послеуборочную обработку зерновом ворохе существенно затрудняет получение кондиционных семян, а нередко и качественного продовольственного зерна. Установлено, что каждые 10% травмированного семенного материала приводят к снижению урожайности зерновых культур на 1,0...2,5 ц/га, зависимость уровня травмирования семян обратно пропорциональна урожайности. Только из-за высокого уровня травмирования зерна ежегодно недобор урожая составляет 10...15 млн тонн [5]. Поэтому изыскание путей снижения травмирования зерна при уборке является важной научно-производственной задачей.

В Центрально-Черноземном регионе РФ применяли в основном барабанные зерноуборочные комбайны отечественных и зарубежных фирм. В последние годы на полях все чаще стали появляться роторные комбайны как зарубежных фирм («New Holland», «John Deere», «Case IH», «Massey Ferguson», «Challenger», «Fendt» и др.), так и отечественного производства («Тогум 740») [8, 15].

Результаты исследования качества зерна озимой пшеницы по фракциям, полученным при использовании барабанных комбайнов «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторных «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740», приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Качество зерна озимой пшеницы по фракциям в зависимости от типа молотильно-сепарирующего устройства комбайна**

Фракция зерна	Тип МСУ	Содержание зерна, %			Засоренность, %	Масса 1000 зерен, г	Лабораторная всхожесть семян, %	Стекловидность, %	Содержание клейковины, %
		дробленого	травмированного	в пленке					
Основная	Роторный	0,03	26,95	3,21	0,04	42,01	98,87	70,9	36,2
	Барабанный	0,35	29,00	1,37	0,16	42,12	96,75	65,3	35,9
Фуражная	Роторный	1,14	29,93	1,25	0,23	26,43	94,82	40,8	31,0
	Барабанный	6,63	31,96	0,60	1,25	24,03	91,86	33,3	30,1

Анализ данных таблицы 1 показал, что на самой ранней стадии послеуборочной обработки зернового вороха необходимо, не прибегая к укладке зернового вороха на ток, осуществить процесс выделения и очистки основной фракции, что будет способствовать существенному сокращению степени поражения семян микроорганизмами. Снижение в основной фракции травмированного зерна на 1,26% обеспечено большим уровнем его выделения в фуражную фракцию. Исключение из технологической линии обработки зернового материала погрузочно-разгрузочных операций с зерном непосред-

ственно на току ведет к снижению степени травмирования зерна и экономических затрат на осуществление его послеуборочной обработки.

Качество зерна, полученного при уборке, зависит в основном от особенностей конструкции молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) и режимов его работы, т. е. от количества и интенсивности механических воздействий на зерно при уборке. Использование фракционных воздушно-решетных машин серии ОЗФ позволит наиболее эффективно осуществлять разделение зернового вороха на фракции.

Результаты исследования качества зерна озимой пшеницы, полученного при использовании барабанных комбайнов «John Deere 9660», «New Holland CS 660», «Полесье GS-12» и роторных – «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Торум 740», представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Качество зерна, полученного при использовании барабанных и роторных комбайнов при уборке озимой пшеницы**

Комбайн	Тип МСУ	Частота вращения ротора (барабана) мин <sup>-1</sup>	Содержание в полученном ворохе зерна, %				Масса 1000 зерен, г
			целого	дробленого	в пленке	травмированного	
«John Deere 9880»	Роторный	600	96,68	0,04	3,04	24,71	38,6
		700	96,81	0,08	2,41	23,82	38,6
		800	96,52	0,13	2,14	25,61	38,6
«John Deere 9660»	Барабанный	600	97,58	0,82	1,51	25,41	38,6
		700	97,45	1,41	1,42	25,62	38,6
		800	97,28	1,48	0,91	27,92	38,6
«New Holland CR 9080»	Роторный	600	96,74	0,07	3,11	21,38	37,4
		700	96,82	0,04	3,15	22,00	37,4
		800	96,68	0,03	3,24	22,81	37,4
«New Holland CS 660»	Барабанный	600	96,51	0,84	2,21	26,41	37,4
		700	96,84	0,81	1,22	27,94	37,4
		800	96,32	1,57	1,11	28,21	37,4
«Торум 740»	Роторный	600	69,21	0,69	30,83	25,29	26,3
		700	70,64	0,72	28,12	27,11	25,8
		800	92,41	0,92	10,31	26,54	25,7
«Полесье GS-12»	Барабанный	600	92,85	2,84	3,01	38,41	35,4
		700	93,74	3,21	2,88	40,71	25,6
		800	94,21	3,45	2,84	41,91	25,8

Из таблицы 2 следует, что в зерновом ворохе, полученном от роторных комбайнов, содержится меньше как дробленого, так и травмированного зерна. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080» отмечены наименьшие значения показателей дробления и микротравмирования зерна, наибольшие значения – при использовании барабанного комбайна «Полесье GS-12».

Значительное влияние на содержание в зерновом ворохе зерна в пленке оказывает частота вращения ротора. Для снижения количества зерна в пленке в зерновом ворохе необходимо увеличить частоту вращения ротора. Данный показатель легко контролируется в полевых условиях. С увеличением частоты вращения ротора наблюдается повышение дробления и микротравмирования зерна. Следует отметить, что в образцах, полученных при использовании роторных комбайнов, при частоте вращения ротора 800 мин<sup>-1</sup> практически отсутствуют зерновки с выбитыми зародышами.

Анализ полученных данных показывает, что уровень дробления и травмирования зерна, убранных роторными комбайнами «John Deere», выше из-за наличия в конструкции приемного бitera акселератора для подачи хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство и транспортирующих шнеков для подачи зернового вороха

на очистку, которые увеличивают интенсивность механических воздействий на зерновки. При уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «Тогум 740» отмечено увеличение дробления и микротравмирования (по сравнению с роторными комбайнами «New Holland CR 9080») вследствие увеличения количества и интенсивности воздействий на зерно в наклонной камере.

Применение роторных комбайнов при уборке озимой пшеницы позволяет существенно снизить как дробление, так и микротравмирование зерна, что особенно важно для семенных посевов. Так, при уборке озимой пшеницы роторными комбайнами «New Holland CR 9080», «John Deere 9880» и «Тогум 740» качественные показатели обмолота превышают показатели барабанного комбайна «New Holland CS 660»: отмечено снижение как дробленого (в 21,4; 13,4; 1,5 раза), так и травмированного зерна (в 1,24; 1,12 и 1,05 раза).

### Выводы

На основании результатов проведенных исследований сельхозтоваропроизводителям рекомендуется использовать для уборки семенных посевов зерноуборочные комбайны роторного типа, так как они позволяют существенно снизить дробление и микротравмирование зерна при уборке и, как следствие, повысить качественные показатели семенного материала, что, в свою очередь, приведет к снижению нормы высева и повышению урожайности возделываемой культуры.

При послеуборочной обработке зернового вороха, поступающего на зерноочистительные агрегаты, применив поточную фракционную технологию на универсальной высокопроизводительной машине, можно выделить в фуражную фракцию зерновки размером менее 2,6 мм и тем самым исключить из технологической линии зерноочистительного агрегата воздушно-решетную машину для вторичной очистки и триерный блок, а также две норки для транспортирования зерна. Рекомендуемая комплектация технологической линии машинами для послеуборочной обработки позволяет уменьшить ее протяженность, сократить количество и интенсивность механических воздействий на зерно и, как следствие, повысить посевные качества семян. Крупные примеси, необмолоченное зерно будут выделены на пневмосортировальном столе [2, 3, 4, 10].

Использование предложенных конструктивных изменений при комплектации технологической линии зерноочистительного агрегата машинами для послеуборочной обработки позволит существенно сократить энерго- и материалозатраты на обработку зернового вороха и подготовку высококачественных семян.

Таким образом, широкое применение роторных комбайнов при уборке зерновых культур будет не только способствовать существенному снижению дробления и микротравмирования семенного материала, но и упростит конструкцию семяочистительного агрегата, что, в свою очередь, снизит затраты на послеуборочную обработку товарного зерна и семян.

---

### Библиографический список

1. Анискин В.И. Повреждение семян зерновых культур при машинной обработке / В.И. Анискин, В.М. Дринча, И.А. Пехальский // Аграрная наука. – 1992. – № 1. – С. 97–105.
2. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы универсальных воздушно-решетных зерноочистительных машин : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / А.М. Гиевский. – Воронеж, 2016. – 364 с.
3. Гиевский А.М. Снижение энергозатрат на работу двухаспирационной пневмосистемы / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 1. – С. 2–4.
4. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж : Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.
5. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахив. – Казань : Изд-во «Слово», 2009. – 103 с.
6. Косилов Н.И. Фракционные технологии для сепарирования зернового вороха / Н.И. Косилов, А.В. Фоминых. – Куртамыш : Куртамышская типография, 2006. – 152 с.

7. Лачуга Ю.Ф. Высокоэффективные ресурсо- и энергосберегающие технологии и технические средства послеуборочной обработки зерна и семян / Ю.Ф. Лачуга, А.Ю. Измайлов, А.Н. Зюлин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 1. – С. 2–9.
8. Ожерельев В.Н. Современные зерноуборочные комбайны / В.Н. Ожерельев. – Москва : Колос, 2009. – 175 с.
9. Оробинский В.И. Влияние микроорганизмов и срока хранения на посевные качества семян / В.И. Оробинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 11. – С. 5–6.
10. Оробинский В.И. Влияние схемы размещения решет в решетном стане на фракционирование зернового вороха / В.И. Оробинский // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 3. – С. 32–34.
11. Пилипюк В.Л. Технология хранения зерна и семян : учеб. пособие / В.Л. Пилипюк. – Москва : Вузовский учебник, 2009. – 457 с.
12. Пьяных В.П. Снижение травмирования зерна при обмолоте / В.П. Пьяных, С.А. Родимцев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 12. – С. 4–6.
13. Совершенствование механизации производства семян зерновых культур : рекомендации. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 60 с.
14. Тарасенко А.П. Инновационные направления совершенствования послеуборочной обработки зерна / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 1. – С. 83–85.
15. Чернышов А.В. Повышение эффективности подготовки товарного и семенного зерна на решетных станах зерноочистительных машин : монография / А.В. Чернышов, А.М. Гиевский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 159 с.

### 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.

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.

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

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

Дата поступления в редакцию 24.10.2018

Дата принятия к печати 20.11.2018

### 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.

Natalia M. Derkanosova – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Pro-Rector for Academic Affairs, Head of 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.

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

Daniil A. Podorvanov – Laboratory Assistant, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: smachin@agroeng.vsau.ru.

Received October 24, 2018

Accepted November 20, 2018

---

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА ПО СЕПАРАЦИОННОМУ РЕШЕТУ

---

Владимир Иванович Оробинский  
Владимир Павлович Шацкий  
Людмила Ивановна Федулова  
Ирина Владимировна Гриднева  
Ким Рубенович Казаров

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Из всех технологических операций при возделывании той или иной сельскохозяйственной культуры самой трудоемкой и энергоемкой является послеуборочная обработка. До настоящего времени основными устройствами очистки продовольственного зерна и семенного материала как в нашей стране, так и за рубежом являются зерноочистительные агрегаты и зерносушильные комплексы, в технологических линиях которых устанавливаются зерноочистительные машины российского и зарубежного производства. Получение высококачественных семян сельскохозяйственных культур невозможно без срочного выделения из комбайнового вороха, поступающего на послеуборочную обработку, примесей органического и минерального происхождения и поврежденного зерна. Одним из рабочих органов технологической послеуборочной обработки семенного материала являются вибрационные сепарирующие решета. Для анализа их работы и предложений по конструктивным и геометрическим параметрам необходимо определять кинематику движения частиц зерна. Представлены результаты моделирования процесса движения элемента зернового вороха по колеблющемуся сепарационному решету с учетом потери массы. В силу переменности направления силы трения строятся конечно-разностные аналоги дифференциальных уравнений движения, которые реализуются численными методами. Доказан факт стабилизации движения частиц независимо от их начальной скорости. Решение дифференциальных уравнений относительного движения позволило определить время движения элемента массы по сепарационному решету, а также учесть при этом силы, действующие на элемент зерновой массы, определить скорость движения и время сепарации. Установлено, что частицы зернового вороха достигают конца решета длиной 1,15 м через 3 сек., что дает возможность находить производительность сепарационных установок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерновой ворох, зерноочистительная машина, решета, семенной материал, скорость движения, время.

## IMPROVING THE PERFORMANCE OF SEED CLEANING MACHINES BASED ON THE ANALYSIS OF GRAIN HEAP FLOW ALONG THE SEPARATION SCREEN

Vladimir I. Orobinsky  
Vladimir P. Shatsky  
Ludmila I. Fedulova  
Irina V. Gridneva  
Kim R. Kazarov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Post-harvest processing is the most labor-intensive and power-consuming technological operation in crop cultivation. Until now the main devices for cleaning food grains and seeds both in our country and abroad have been the grain cleaning units and grain drying complexes. Their processing lines are equipped with grain cleaning machines of the Russian and foreign origin. Obtaining high-quality seeds of agricultural crops is impossible without immediate isolation of impurities of organic and mineral origin and damaged grain from the combine heap delivered for post-harvest processing. One of the working bodies of technological post-harvest processing of seed material is rep-

resented by vibrating separation screens. For the purpose of analyzing their operation and making proposals for their design and geometric parameters it is necessary to determine the kinematics of movement of grain particles. The authors present the results of simulating the movement of a grain heap element along the oscillating separation screen taking into account the loss of mass. Due to the variability of friction force direction the authors have constructed the finite-difference analogues of differential equations of motion that are realized by numerical methods. The fact of stabilization of motion of particles is proved regardless of their initial flow rate. Solving the differential equations of relative motion allowed determining the time of movement of the mass element along the separation screen, taking into account the forces acting on the element of grain mass, and determining the flow rate and time of separation. It was established that particles of grain heap reach the end of a 1.15 m screen in 3 seconds, which makes it possible to determine the performance of separation units.

KEYWORDS: grain heap, grain cleaning machine, screens, seed material, flow rate, time.

**М**ногочисленными исследованиями установлено, что существенное отрицательное влияние на качество получаемых семян оказывают следующие факторы:

- природно-климатические условия и место расположения сельхозпредприятия;
- нарушение технологии возделывания сельскохозяйственных культур;
- чрезвычайно высокий уровень травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке;
- физико-механические свойства зерна убираемой культуры;
- количественные и качественные характеристики комбайнового вороха, поступающего на послеуборочную обработку.

Качественный состав зернового вороха представляет собой механическую смесь, в состав которой входят семена основной культуры, в том числе щуплое и поврежденное зерно, семена различных культурных и сорных растений, а также примеси органического (частицы соломы, растений, колосьев, соломы) и минерального происхождения (песок, комочки земли и др.). Наличие огромного количества примесей в ворохе, поступающем на послеуборочную обработку, создает благоприятные условия для размножения микроорганизмов, ухудшающих как посевные качества семян, так и качественные показатели товарного зерна [1, 2, 12–17, 19].

Фракционная технология обработки зернового вороха позволяет наиболее полно выделить эти компоненты на самой ранней стадии его обработки. Для данной технологии необходимо иметь высокопроизводительные зерноочистительные машины. Производительность технологических линий зерноочистительных агрегатов зерносушильных комплексов зависит от качества работы и производительности машин для послеуборочной обработки, входящих в состав агрегата. Эффективность работы машин для обработки поступающего зернового вороха зависит от их конструктивных и режимных параметров и физико-механических свойств вороха [3–11].

В лаборатории агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета проведены исследования по поиску путей повышения производительности семяочистительной машины на основе анализа движения зернового вороха по сепарационному решету. В качестве объекта исследования был выбран рабочий процесс решетного стана зерноочистительной машины.

Пусть элемент зерновой массы движется по сепарационному решету, образуя с горизонтом угол  $\alpha$  и совершающему колебания вида  $z = r \sin \omega t$  (рис. 1) [18].

При этом на элемент зерновой массы действуют следующие силы:

- вес –  $mg$ ;
- переносная сила инерции –  $F_{ин} = mr\omega^2 \sin \omega t$ ;
- нормальная реакция –  $N = mg \cos \alpha + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha$ ;
- сила трения –  $F_{тр} = fN = f(mg \cos \alpha + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha)$ .

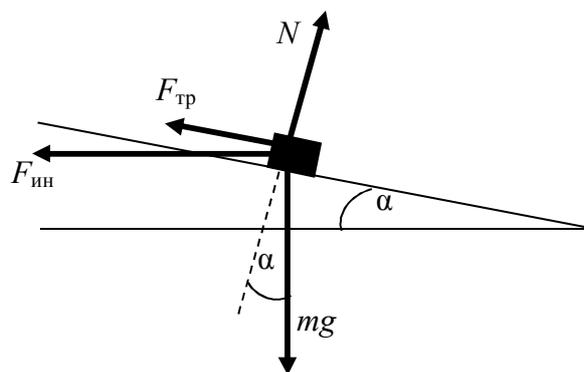


Рис. 1. Схема сил, действующих на элемент зерновой массы при движении по решетке

Абсолютное движение элемента зерновой массы в проекции на ось, совпадающей с направлением наклонной плоскости, моделируется теоремой об изменении количества движения

$$\frac{d(mv)}{dt} = mg \sin \alpha \mp f(mg \cos \alpha + m\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha). \quad (1)$$

В зависимости от направления относительной скорости движения элемента массы определяется знак силы трения. После дифференцирования получим

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha \mp f(mg \cos \alpha + m\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) - \frac{dm}{dt} v. \quad (2)$$

Отметим, что в процессе движения по поверхности решета масса элемента убывает и изменяется по закону

$$m = m_0 e^{-\mu x},$$

где  $m_0$  – исходная масса элемента вороха;  
 $\mu$  – коэффициент сепарации, 1/м;  
 $x$  – координата по направлению движения.

Тогда  $\frac{dm}{dt} = -m_0 \mu e^{-\mu x} \cdot \frac{dx}{dt} = -m_0 \mu e^{-\mu x} \cdot v.$

Подставив последние соотношения в уравнение (2), получим

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) + \mu v^2. \quad (3)$$

Начальное условие  $v(0) = v_0$  замыкает полученную задачу Коши.

Учитывая, что в зависимости от знака относительной скорости элемента массы будет меняться как величина нормальной реакции, так и направление силы трения, данную задачу будем решать методом пошагового движения с использованием алгебраических конечно-разностных уравнений.

Производная  $\frac{dv}{dt}$  представляется в виде  $\frac{dv}{dt} \approx \frac{v(t_{i+1}) - v(t_i)}{h},$

где  $h = t_{i+1} - t_i$  – временной шаг.

Тогда уравнение (3) примет вид

$$\frac{v(t_{i+1}) - v(t_i)}{h} = g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t_i \cdot \sin \alpha) + \mu v(t_i)^2,$$

или

$$v(t_{i+1}) = v(t_i) + h \left[ g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t_i \cdot \sin \alpha) + \mu v(t_i)^2 \right]. \quad (4)$$

Относительная скорость элемента массы равняется разности абсолютной скорости и проекции переносной скорости на направление движения:  $v(t_i) - r\omega \cos \omega t_i \cdot \cos \alpha$ . Если относительная скорость больше нуля, то уравнение (4) решается с отрицательным знаком, если меньше нуля, то – с положительным знаком. Численную реализацию этой задачи будем проводить при  $r = 0,015$  м,  $\omega = 40$  с<sup>-1</sup>,  $\alpha = 9^\circ$ ,  $h = 0,0002$  с,  $\mu = 0,25$  1/м,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

На первом шаге определяется величина нормальной реакции:

$$N = mg \cos \alpha + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha \quad (\text{рис. 2}).$$

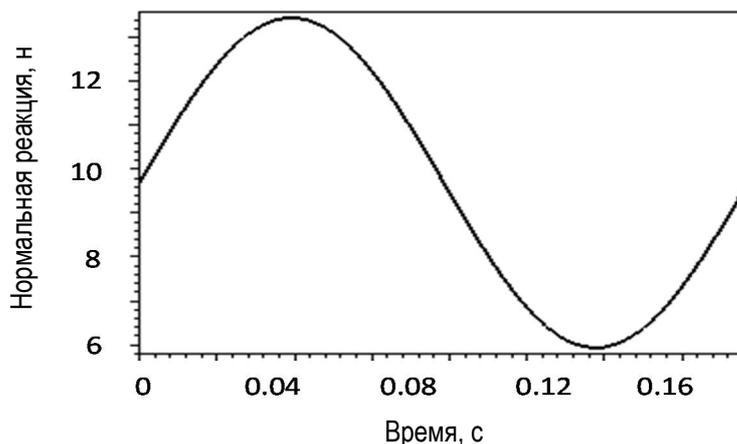


Рис. 2. Изменение нормальной реакции за период колебаний

На рисунке 2 видно, что нормальная реакция остается положительной за все время движения, что исключает возможность отрыва частиц от сепарирующей поверхности.

Далее, в сочетании с условным оператором, проверяющим знак относительной скорости движения, строится оператор цикла, который в каждой точке временного шага последовательно определяет абсолютную скорость движения элемента зерновой массы.

Зависимость абсолютной скорости от времени при условии  $v(0) = 0,3$  м/с представлена на рисунке 3.

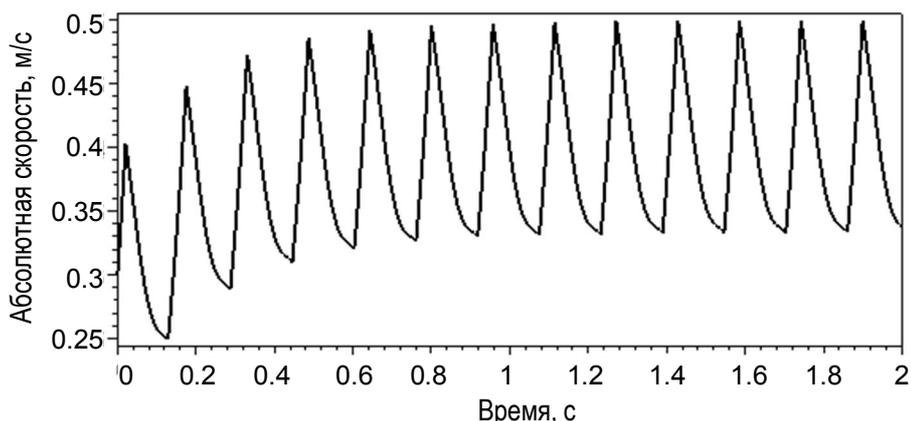


Рис. 3. Зависимость абсолютной скорости движения от времени

Как видно из графика, представленного на рисунке 3, через промежуток времени менее 1 секунды, скорость стабилизируется в диапазон 0,33–0,5 м/с. Достаточно интересным является тот факт, что этот диапазон не зависит от начальной скорости движения.

На рисунке 4 представлена зависимость абсолютной скорости от времени при  $v(0) = 0,7$  м/с. Из этого графика видно, что через 0,5 секунды абсолютная скорость стабилизируется в том же диапазоне, как и на рисунке 3.

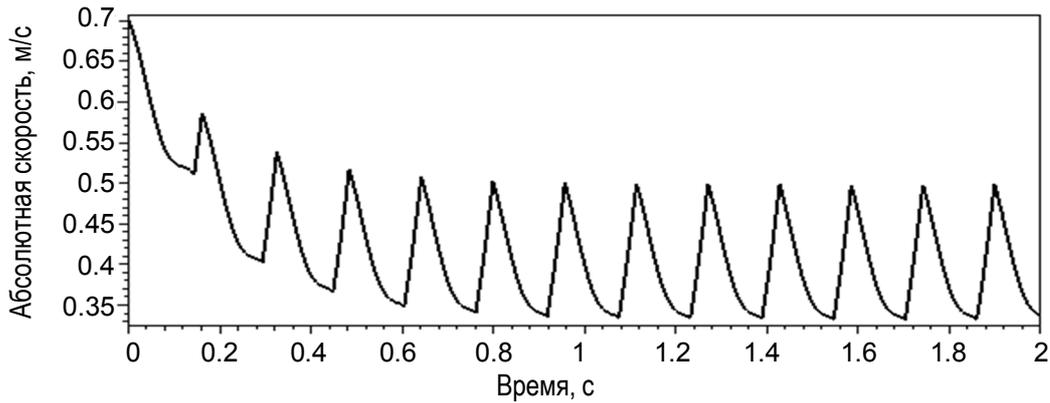


Рис. 4. Зависимость абсолютной скорости движения от времени

На рисунке 5 визуализировано наложение абсолютных скоростей движения решета и элемента зерновой массы. Кривые, представленные на этом рисунке, показывают, что на участках, где скорость решета больше скорости элемента зернового вороха, и направление силы трения совпадает с направлением движения, скорость частиц растет, в противном случае – уменьшается. Характерен тот факт, что промежутки времени возрастания скорости больше, чем промежутки ее убывания.

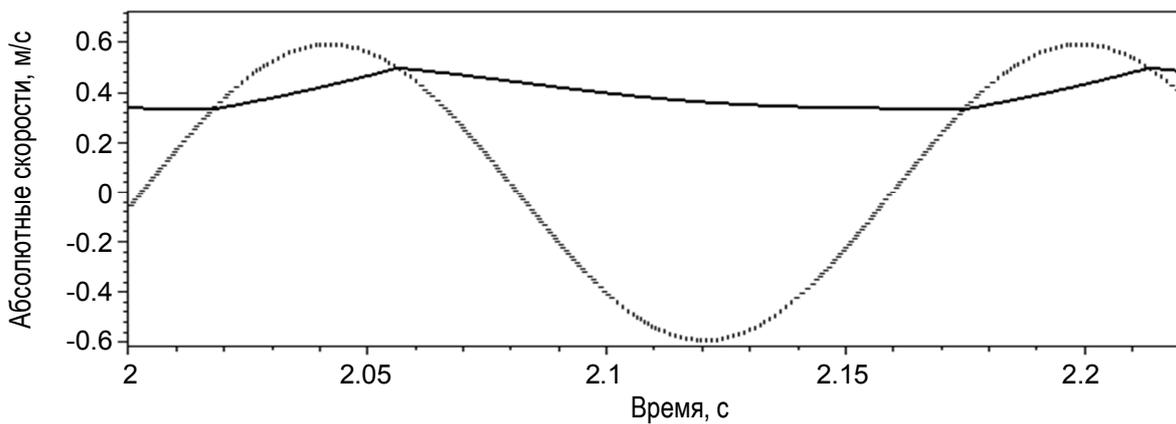


Рис. 5. Абсолютные скорости движения:  
 — элемент массы;  
 ..... – решето

Для того чтобы сопоставить порядок скачков скорости элемента массы с его положением на решете, смоделируем закон его относительного движения.

В формуле (3) представим абсолютную скорость движения элемента массы как сумму относительной и переносной скоростей  $v_{отн} + v_{пер}$

$$\frac{d(v_{отн} + v_{пер})}{dt} = g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) + \mu(v_{отн} + v_{пер})^2. \quad (5)$$

Значение проекции переносной скорости на направление движения определяется по формуле  $v_{пер} = r\omega \cos \omega t \cdot \cos \alpha$ , что позволяет представить формулу (5) в виде

$$\frac{d(v_{отн} + r\omega \cos \omega t \cdot \cos \alpha)}{dt} = g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) + \mu(v_{отн} + r\omega \cos \omega t \cdot \cos \alpha)^2,$$

или

$$\frac{dv_{отн}}{dt} = r\omega^2 \sin \omega t \cdot \cos \alpha + g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) + \mu(v_{отн} + r\omega \cos \omega t \cdot \cos \alpha)^2. \quad (6)$$

Пусть  $x$  – относительная координата элемента зернового вороха. Конечно-разностные аналоги относительной скорости и относительного ускорения представляются в виде:

$$v(t_i) \approx \frac{x(t_{i+1}) - x(t_i)}{h}; \quad \frac{dv}{dt} \approx \frac{x(t_{i+2}) - 2x(t_{i+1}) + x(t_i))}{h^2}.$$

Подставив последние выражения в формулу (6), получим

$$\frac{x(t_{i+2}) - 2x(t_{i+1}) + x(t_i))}{h^2} = r\omega^2 \sin \omega t \cdot \cos \alpha + g \sin \alpha \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha) + \mu \left( \frac{x(t_{i+1}) - x(t_i)}{h} + r\omega \cos \omega t \cdot \cos \alpha \right)^2,$$

или

$$x(t_{i+2}) = 2x(t_{i+1}) - x(t_i) + h^2 \left[ \begin{array}{l} r\omega^2 \sin \omega t_i \cdot \cos \alpha + g \sin \alpha \mp \\ \mp f(g \cos \alpha + r\omega^2 \sin \omega t_i \cdot \sin \alpha) + \\ + \mu \left( \frac{x(t_{i+1}) - x(t_i)}{h} + r\omega \cos \omega t_i \cdot \cos \alpha \right)^2 \end{array} \right]. \quad (7)$$

Начальные условия для данной задачи Коши будут иметь вид:  $x(t_0) = 0$  и  $x(t_1) = x(t_0) + v_0 h$ .

Так же, как и ранее, вводится условный оператор, проверяющий знак относительной скорости движения, и строится циклический процесс, который последовательно в каждой точке временного шага определяет относительную координату и относительную скорость движения элемента зерновой массы.

На рисунке 6 представлены графики зависимостей относительной скорости и относительной координаты движения элемента зерновой массы от времени при  $v(0) = 0,4$ . Кривые, изображенные на этих графиках, показывают, что элемент массы достигает конца решета длиной 1,15 м через промежуток времени 3 с.

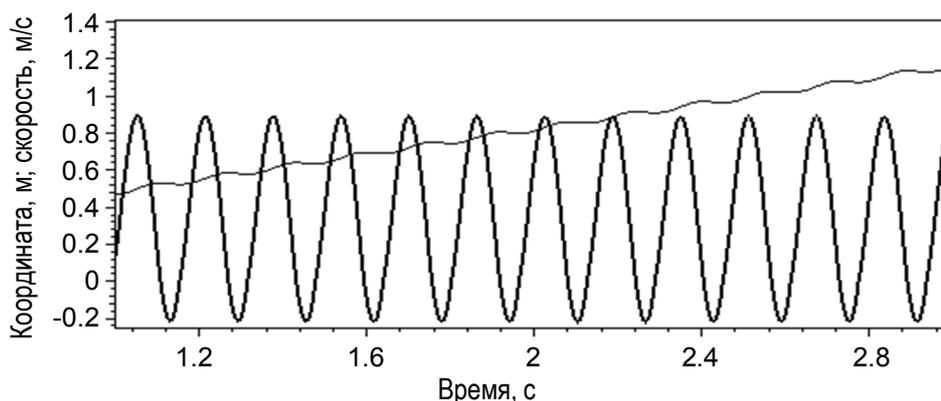


Рис. 6. Относительная скорость – тонкая линия; относительная координата – толстая линия

Таким образом, в результате проведенных исследований получены математические модели абсолютного и относительного движений элемента зернового вороха по сепарационному решету, позволяющие учесть действующие силы на элемент зерновой массы, определить скорость движения и время сепарации.

---

### Библиографический список

1. Галкин А.Д. Методы и средства повышения эффективности послеуборочной обработки зерна и семян (для хозяйств Среднеуральского региона) / А.Д. Галкин, В.Д. Галкин, А.М. Гузаиров // Совершенствование конструкций с.-х. техники в растениеводстве. – Пермь, 2001. – 84 с.
2. Галкин В.Д. Параметры и режимы решетного функционирования семян зерновых культур с легконатурной примесью / В.Д. Галкин // Совершенствование конструкций с.-х. техники в растениеводстве. – Пермь : Изд-во Пермского с.-х. института, 1990. – С. 40–53.
3. Гиевский А.М. Исследование работы диаметрального вентилятора в пневмосистемах машин серии ОЗФ / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 6. – С. 35–36.
4. Гиевский А.М. Качественные показатели работы двухаспирационной пневмосистемы зерноочистительной машины с одним воздушным потоком / А.М. Гиевский, А.В. Чернышов, И.В. Баскаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 15–17.
5. Гиевский А.М. Обоснование параметров двухаспирационной пневмосистемы с последовательным обслуживанием одним воздушным потоком / А.М. Гиевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1 (36). – С. 90–97.
6. Гиевский А.М. Обоснование параметров наклонного пневмосепарирующего канала первой аспирации машин серии ОЗФ / А.М. Гиевский, А.И. Королев // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте : межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 3. – ГОУ ВПО ВГЛТА. – 2008. – С. 91–98.
7. Гиевский А.М. Пневмосистема зерноочистительной машины с одним воздушным потоком / А.М. Гиевский // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 4. – С. 2–4.
8. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы двухаспирационной пневмосистемы универсальной воздушно-решетной зерноочистительной машины / А.М. Гиевский и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 5. – С. 32–34.
9. Гиевский А.М. Повышение эффективности работы канала послерешетной очистки / А.М. Гиевский, А.А. Никульников // Инновационные технологии и технические средства для АПК : матер. международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – Ч. III. – С. 272–279.
10. Гиевский А.М. Снижение энергозатрат на работу двухаспирационной пневмосистемы / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 1. – С. 2–4.
11. Гиевский А.М. Совершенствование пневмосепарирования зерна машинами серии ОЗФ / А.М. Гиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 10. – С. 5.

12. Ермольев Ю.И. Фракционные технологии семенной очистки зерна / Ю.И. Ермольев, М.Н. Московский, М.В. Шемсунов // Тракторы и с.-х. машины. – 2005. – № 6. – С. 23–25.
13. Зюлин А.Н. Теоретические проблемы развития технологий сепарирования зерна : монография / А.Н. Зюлин. – Москва : ВИМ, 1992. – 208 с.
14. Косилов Н.И. Модернизация поточных линий / Н.И. Косилов, С.В. Фомин, Д.Н. Косилов // Сельский механизатор. – 2005. – № 1. – С. 14–15.
15. Лебедев В.Б. Обработка и хранение семян / В.Б. Лебедев. – Москва : Колос, 1983. – 203 с.
16. Лебедев В.Б. Промышленная обработка и хранение семян / В.Б. Лебедев. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 225 с.
17. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации : дис. ... д-ра с.-х. наук : 05.20.01 / В.И. Оробинский. – Воронеж, 2007. – 334 с.
18. Тарабрин Д.С. Совершенствование процесса пневмосепарации зернового вороха на двухаспирационных зерноочистительных машинах : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.С. Тарабрин. – Воронеж, 2018. – 159 с.
19. Тарасенко А.П. Обоснование схемы расстановки решет в решетном стане / А.П. Тарасенко и др. // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 5. – С. 9–11.

### 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.

Владимир Павлович Шацкий – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Людмила Ивановна Федулова – кандидат технических наук, доцент кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Ирина Владимировна Гриднева – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

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

Дата поступления в редакцию 26.10.2018

Дата принятия к печати 20.11.2018

### 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.

Vladimir P. Shatsky – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Ludmila I. Fedulova – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

Irina V. Gridneva – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, the Dept. of Mathematics and Physics, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: mathem@agroeng.vsau.ru.

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

Received October 26, 2018

Accepted November 20, 2018

## СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ВОРОХА НА ПАЛЬЦЕВОЙ РЕШЕТКЕ СТЯСНОЙ ДОСКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Евгений Евгеньевич Петров  
Борис Григорьевич Шаповал

Донской государственный технический университет

При проведении экспериментальных исследований по определению качества функционирования системы воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна в реальных условиях эксплуатации выявлены недостатки применяемых в настоящее время пальцевых решеток стрясной доски. Обоснована актуальность создания пальцевой решетки, обеспечивающей повышение качества технологического процесса сепарации, и стенда для исследования процесса сепарации на пальцевой решетке стрясной доски с целью воспроизведения эксплуатационных условий процесса сепарации. Представлено описание разработанных конструкций стенда и экспериментальной пальцевой решетки. Рассмотрены принцип работы предложенного стенда, а также способы варьирования таких параметров, как частота колебаний стрясной доски с пальцевой решеткой (в интервале  $3,3\div 6,6\text{ с}^{-1}$ ); амплитуда колебаний стрясной доски с пальцевой решеткой (в интервале  $0\div 60\text{ мм}$ ); скорость воздушного потока, создаваемого вентилятором очистки (в интервале  $8,9\div 11,5\text{ м/с}$ ); длина пальцевой решетки (в интервале  $100\div 500\text{ мм}$ ); шаг установки рабочих элементов пальцевой решетки (в интервале  $20\div 30\text{ мм}$ ); ширина щели пальцевой решетки (в интервале  $4\div 12\text{ мм}$ ); угол установки скатов к горизонтальной плоскости пальцевой решетки (в интервале  $15\div 75^\circ$ ); угол установки пальцевой решетки относительно стрясной доски (в интервале  $-10\div 10^\circ$ ). Разработанный стенд позволяет исследовать процесс сепарации вороха на пальцевой решетке стрясной доски зерноуборочного комбайна в лабораторных условиях, оценивать влияние стрясной доски, а также отдельных рабочих органов воздушно-решетной очистки на процесс сепарации вороха, варьировать параметры, которые оказывают влияние на качество функционирования пальцевой решетки, воспроизводить основные условия эксплуатации системы воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** воздушно-решетная очистка, сепарация, зерноуборочный комбайн, качество функционирования, лабораторные исследования, рабочий орган, пальцевая решетка.

## TEST BENCH FOR STUDYING THE PROCESS OF HEAP SEPARATION ON FINGER RAKE OF TOSSING BOARD OF A COMBINE HARVESTER

Evgeny E. Petrov  
Boris G. Shapoval

Don State Technical University

Experimental studies on determining the quality of operation of the air-screen separation system of a combine harvester under actual operating conditions have revealed the disadvantages of currently used finger rakes of tossing boards. The authors have substantiated the relevance of creating a finger rake that would provide a higher quality of the separation process, and a test bench for studying the separation process on a finger rake of a tossing board in order to simulate the operating conditions of separation process. The description of the developed test bench designs and experimental finger rake is presented. The authors have considered the operating principle of the proposed test bench, as well as methods for adjusting the following parameters: oscillation frequency of tossing board with finger rake (within the range of  $3.3\text{--}6.6\text{ s}^{-1}$ ); oscillation amplitude of tossing board with finger rake (within the range of  $0\text{--}60\text{ mm}$ ); rate of air flow generated by the cleaning fan (within the range of  $8.9\text{--}11.5\text{ m/s}$ ); length of finger rake (within the range of  $100\text{--}500\text{ mm}$ ); pitch setting of finger rake working elements (within the range of  $20\text{--}30\text{ mm}$ ); finger rake gap width (within the range of  $4\text{--}12\text{ mm}$ ); angle of slopes installation to the horizontal plane of finger rake (within the range of  $15\text{--}75^\circ$ ); angle of installation of finger rake to the tossing board (within the range of  $-10\text{--}10^\circ$ ). The developed test bench allows studying the process of heap separation on a finger rake of tossing board of a combine harvester in laboratory conditions and evaluating the effect of tossing board, as well as individual

working bodies of air-screen separation system on the process of heap separation. It also allows adjusting the parameters that might affect the quality of finger rake operation and allows simulating the main operating conditions of the air-screen separation system of combine harvesters.

KEYWORDS: air-screen cleaning, separation, combine harvester, quality of operation, laboratory tests, working body, finger rake.

**В**оздушно-решетная очистка – одна из важнейших систем зерноуборочного комбайна. Установлено, что повысить эффективность системы воздушно-решетной очистки можно за счет повышения эффективности технологического процесса, реализуемого на пальцевой решетке стрясной доски [4, 5, 7, 11].

Существенными недостатками применяемых в настоящее время пальцевых решеток являются низкое качество технологического процесса сепарации вследствие его низкой организации, а также сложность конструкции [4, 10, 11, 15–17]. Наличие указанных недостатков обуславливает необходимость проведения исследований с целью создания пальцевой решетки, обеспечивающей повышение эффективности процесса сепарации.

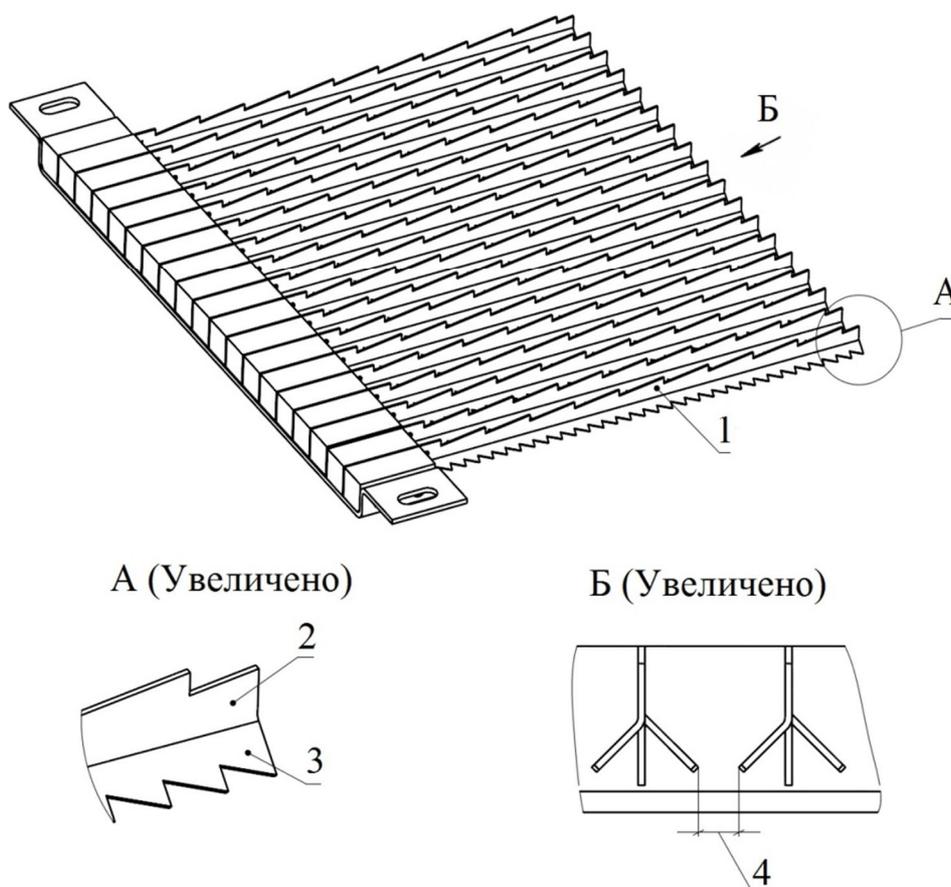
При проведении экспериментальных исследований по определению качества функционирования пальцевой решетки в реальных условиях эксплуатации зерноуборочного комбайна учитывается вся совокупность воздействий. Однако эта же «совокупность воздействий» не позволяет оценить силу влияния отдельных факторов, представляющих наибольший интерес. Поэтому создание стенда для исследования процесса сепарации на пальцевой решетке стрясной доски, обеспечивающего воспроизведение основных воздействий на технологический процесс воздушно-решетной очистки в условиях эксплуатации, является актуальной задачей.

Для исследования свойств экспериментальной пальцевой решетки разработан стенд, состоящий из рамы, на которой установлены стрясная доска с жестко закрепленной на ней пальцевой решеткой, вентилятор очистки, верхнее и нижнее решета блока решетных сепараторов, блок шнеков (зерновым, колосовым, бункером отходов). Для сбора выходов компонентов вороха стенд оборудован бункерами (зерновой, колосовой, отходов). Подача вороха реализуется загрузочным транспортером, управление стендом – при помощи пульта. Для осуществления фото- и видеосъемки имеется прозрачный щиток на боковой панели стенда. Предусмотрена возможность замены верхнего и нижнего решет блока решетных сепараторов. Приведение в движение стрясной доски, блока решетных сепараторов, вентилятора и транспортера осуществляется отдельными электродвигателями, что позволяет оценивать влияние рабочих органов на исследуемый процесс как в комплексе, так и по отдельности.

Пальцевая решетка представляет собой набор рабочих элементов, лежащих в одной плоскости, верхние части которых выполнены в виде гребней, а нижние – в виде скатов с насечками, образующими желоба, на дне каждого из которых расположены щели [8]. Схема разработанной пальцевой решетки представлена на рисунке.

Стенд с установленной на нем экспериментальной пальцевой решеткой работает следующим образом. Предварительно заготовленный ворох [13] с загрузочного транспортера поступает на стрясную доску, совершающую колебательные движения благодаря шатуну, соединенному с коленчатым валом и двуплечим рычагом, откуда он транспортируется к пальцевой решетке, где продолжается его разрыхление. Верхние части рабочих элементов пальцевой решетки, благодаря колебательным движениям стрясной доски и гребням, транспортируют компоненты вороха, имеющие наименьшую плотность (мелкая солома, обмолоченные колосья, солома, сор), к сходу пальцевой решетки, что снижает вероятность их попадания в готовый продукт. Нижние части

рабочих элементов, благодаря скатам с насечками, образующими желоба, ориентируют немолоченные колосья при прохождении через пальцевую решетку и транспортируют их на окончание верхнего решета, где происходит их дальнейшая сепарация – транспортировка на нижнее решето, а затем – в колосовой бункер. Через щели, находящиеся на дне каждого желоба, сепарируется свободное зерно, имеющее наибольшую плотность, которое транспортируется на начало верхнего, затем нижнего решета, откуда – в зерновой бункер. Перепады между пальцевой решеткой, верхним и нижним решетами продуваются воздушным потоком вентилятора, в результате чего из вороха, поступающего с пальцевой решетки в бункер отходов, удаляются незерновые компоненты, имеющие наименьшую плотность.



**Схема пальцевой решетки: 1 – рабочий элемент; 2 – гребень; 3 – скат с насечками; 4 – щель**

Разработанный стенд для исследования процесса сепарации на пальцевой решетке стрясной доски позволяет варьировать следующие параметры:

- частоту колебаний стрясной доски с пальцевой решеткой (за счет изменения частоты вращения колебательного вала) в интервале  $3,3 \div 6,6 \text{ с}^{-1}$ , с учетом рекомендаций [3];
- амплитуду колебаний стрясной доски с пальцевой решеткой (за счет изменения длины кривошипа привода стрясной доски) в интервале  $0 \div 60 \text{ мм}$ , с учетом рекомендаций [3];
- скорость воздушного потока, создаваемого вентилятором очистки (за счет изменения частоты вращения вала вентилятора), в интервале  $8,9 \div 11,5 \text{ м/с}$ , с учетом рекомендаций [3, 6];

- длину пальцевой решетки (за счет возможности ее перемещения к переднему или заднему поперечному соединению стрясной доски) в интервале 100÷500 мм;
- шаг установки рабочих элементов (за счет установки сухарей необходимого размера между рабочими элементами пальцевой решетки) в интервале 20÷30 мм, с учетом рекомендаций [1, 2, 5, 9, 12, 14];
- ширину щели пальцевой решетки (за счет съемных частей ее рабочих элементов) в интервале 4÷12 мм;
- угол установки скатов к горизонтальной плоскости пальцевой решетки (за счет съемных частей ее рабочих элементов) в интервале 15÷75°;
- угол установки пальцевой решетки относительно стрясной доски (за счет характера их соединения) в интервале -10÷10°.

### **Выводы**

Разработанный стенд позволяет:

- исследовать процесс сепарации вороха на пальцевой решетке стрясной доски зерноуборочного комбайна в лабораторных условиях;
- оценивать влияние стрясной доски, а также отдельных рабочих органов системы воздушно-решетной очистки на процесс сепарации вороха;
- варьировать параметры, которые оказывают влияние на качество функционирования пальцевой решетки;
- воспроизводить основные условия процесса эксплуатации воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна.

---

### **Библиографический список**

1. Комбайны «Ростсельмаш»: [сайт] [Электронный каталог запчастей]. – Режим доступа: <http://pp.rostselmash.com/index> (дата обращения: 06.07.2018).
2. Комбайны «CLAAS»: [сайт] [Электронный каталог запчастей]. – Режим доступа: <http://partsdoc-public.claas.com/ipp> (дата обращения: 06.07.2017).
3. Красниченко А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / А.В. Красниченко. – Москва, 1961. – 863 с.

4. Мартыненко Д.С. Повышение эффективности системы очистки зерноуборочного комбайна путем применения рекуперативного привода решет и транспортной доски : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.С. Мартыненко. – Тюмень, 2015. – 170 с.
5. Марченко А.Т. Совершенствование технологии уборки люцерны на семена с обработкой вороха на стационаре : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / А.Т. Марченко. – Краснодар, 1994. – 130 с.
6. Миренков В.В. Анализ работы вентилятора системы очистки зерноуборочного комбайна / В.В. Миренков // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого. – 2012. – № 2. – С. 18–25.
7. Муратов Д.К. Интенсификация процесса сепарации мелкого зернового вороха в воздушно-решетной очистке зерноуборочного комбайна : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.К. Муратов. – Ростов-на-Дону, 2012. – 220 с.
8. Пат. 178042 РФ на полезную модель, МПК А01F 12/44, А01D 41/12 (2006.01). Пальцевая решетка стрясной доски / Петров Е.Е., Бутовченко А.В., Шаповал Б.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет». – № 2017143933 ; заявл. 15.12.2017 ; опубл. 21.03.2018, Бюл. № 9. – 5 с.
9. Ридный С.Д. Совершенствование технологии и средств механизации уборки семенников люцерны (применительно условий степной зоны Северного Кавказа) : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.Д. Ридный. – Ставрополь, 2002. – 126 с.
10. Сельскохозяйственные машины : краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве / Г.Е. Шардина, Р.Р. Хахимзянов (сост.). – Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2014. – 80 с.
11. Сороченко С.Ф. Адаптер для работы на склонах / С.Ф. Сороченко, А.В. Рязанов // Сельский механизатор. – 2010. – № 5. – С. 6.
12. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины : учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – Москва : КолосС, 2004. – 624 с.
13. Шаповал Б.Г. Обоснование состава и свойств вороха, поступающего со стрясной доски на пальцевую решетку, при моделировании процесса сепарации в лабораторных условиях / Б.Г. Шаповал, Е.Е. Петров, А.В. Бутовченко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : материалы 11-й международной науч.-практ. конф. в рамках 21-й агропромышленной выставки «Интерагромаш-2018», г. Ростов-на-Дону, 28 февраля – 02 марта 2018 г. – Ростов-на-Дону : ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2018. – С. 20–22.
14. Эйгер М.И. Обоснование и исследование пальцевой решетки для высокопроизводительной очистки зернового вороха : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / М.И. Эйгер. – Ростов-на-Дону, 1970. – 220 с.
15. Aguirre R. Continuous flowing portable separator for cleaning and upgrading beans seeds and grains / R. Aguirre, A.E. Garay // Agricultural Mechanization in Asia, Latin America and Africa. – 1999. – Vol. 30, No. 1. – P. 59–63.
16. Kutzbach H.D. Mähdrescher (Combine Harvesters) / H.D. Kutzbach // Jahrbuch Agrartechnik – Yearbook Agricultural Engineering. – 2001. – Band (Vol.) 13. – Pp. 125–132.
17. Lucas N.G. Whole crop harvesting. The next move / N.G. Lucas // Power Farming. – 1983. – Vol. 62, No. 3. – Pp. 26–29.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Евгений Евгеньевич Петров – аспирант кафедры проектирования и технического сервиса транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: patka4@mail.ru.

Борис Григорьевич Шаповал – кандидат технических наук, ведущий инженер кафедры теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: nba-shapoval@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 31.10.2018

Дата принятия к печати 29.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliation

Evgeny E. Petrov – Postgraduate Student, the Dept. of Engineering and Maintenance of Transporting and Manufacturing Systems, Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: patka4@mail.ru.

Boris G. Shapoval – Candidate of Engineering Sciences, Leading Engineer, the Dept. of Theoretical and Applied Mechanics, Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don, e-mail: nba-shapoval@yandex.ru.

Received October 31, 2018

Accepted November 29, 2018

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

Сергей Дмитриевич Шепелёв<sup>1</sup>  
Владимир Дмитриевич Шепелёв<sup>2</sup>  
Никита Юрьевич Высоцкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)

Проведенный анализ эффективности процесса уборки кукурузы на силос показывает, что в производстве не учитывается в полной мере влияние различных по скороспелости гибридов кукурузы на потребность в техническом оснащении, что является одним из перспективных направлений повышения эффективности машиноиспользования. В условиях дефицита трудовых и материальных ресурсов необходимо выявить закономерности изменения параметров механизированных процессов уборки при использовании гибридов кукурузы с различными сроками созревания. С позиции системного анализа разработана структурная схема управления механизированным процессом уборки. На основе экономико-математического моделирования определены закономерности между процессами роста, накопления обменной энергии силосных культур и затратами на привлечение трудовых и технических ресурсов. Получены целевые функции по определению удельного веса площадей, занимаемых ультраранними (ФАО 110), раннеспелыми (ФАО 180) и среднеспелыми (ФАО 140) гибридами кукурузы (оптимальное соотношение соответственно 15, 40, 45% в структуре посевных площадей), определено потребное количество уборочных агрегатов с учетом уровня эксплуатации технических средств. Правильное определение срока уборки кукурузы на силос является решающим условием для снижения себестоимости производства силоса и расчета потребности в техническом обеспечении. Определение оптимального периода уборки особенно важно для хозяйств, которые возделывают кукурузу на силос на больших площадях. Возделывание гибридов кукурузы с различными сроками созревания позволяет продлить период уборки, уменьшать потребное количество уборочных и транспортных агрегатов до 30% и, как следствие, повышать эффективность использования техники и получать максимальную прибыль.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уборка урожая, гибриды кукурузы, продуктивность, затраты, соотношение площадей.

## SIMULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MAIZE HARVESTING FOR SILAGE

Sergey D. Shepelev<sup>1</sup>  
Vladimir D. Shepelev<sup>2</sup>  
Nikita Yu. Vysotsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>South Ural State Agrarian University

<sup>2</sup>South Ural State University (national research university)

The performed analysis of efficiency of the process of harvesting maize for silage shows that the production process does not fully take into account the influence of different early-maturity maize hybrids on the need for technical equipment, which is one of the promising areas for increasing the efficiency of machine use. In the conditions of shortage of labor and material resources it is necessary to identify the patterns of changes in the parameters of mechanized harvesting processes when using maize hybrids with different terms of maturation. From the point of view of system analysis a block diagram of controlling the process of mechanized harvesting was developed. On the basis of economic and mathematical modeling the authors determined the regularities between the processes of growth, accumulation of exchange energy of silage crops and the costs of attracting labor and technical resources. Target functions were obtained to determine the ratio between the areas under ultra-early (FAO 110), early (FAO 180), and medium-early (FAO 140) maize hybrids (the optimal ratio being 15%, 40%, and 45%, respectively, in the structure of cultivated areas). The required number of harvesting units was determined taking into account the level of operational activity of technical means. The correct determination of terms to harvest maize for silage is a crucial condition for reducing the cost of silage production and calculating the need for technical support. Determining the optimal harvesting

period is especially important for farms that cultivate maize for silage on large areas. Cultivation of maize hybrids with different ripening terms allows prolonging the harvesting period, reducing the required number of harvesting and transport units by 30% and, as a result, increasing the efficiency of machine use and maximizing the profit.

KEYWORDS: harvesting, maize hybrids, productivity, costs, area ratio.

**В** современных условиях эффективность животноводства в значительной мере зависит от стоимости производства кормов. Многочисленные научные исследования и опыт производства показывают, что в рацион крупного рогатого скота должен входить кукурузный силос [1, 3, 5, 7, 8]. Кроме того, необходимо учитывать, что функционирование сельскохозяйственного производства протекает в условиях хозяйственного риска, который связан с природными факторами [5, 6].

Проведенный анализ эффективности процесса уборки кукурузы на силос показывает, что в производстве не учитывается в полной мере влияние различных по скороспелости гибридов кукурузы на потребность в техническом оснащении, что является одним из перспективных направлений повышения эффективности машиноиспользования. В условиях дефицита трудовых и материальных ресурсов необходимо выявить закономерности изменения параметров механизированных процессов уборки при использовании гибридов кукурузы с различными сроками созревания. Маневрирование различными по скороспелости гибридами кукурузы, их рациональное сочетание позволяют растянуть период уборки, сократить количество уборочных и транспортных агрегатов и, как следствие, снизить потребность в трудовых ресурсах [4, 10].

Рациональное построение силосоуборочного процесса может быть осуществлено на основе экономико-математического моделирования с учетом стоимости продукции и затрат на ее уборку [2, 9]. На основе экономико-математического моделирования определены закономерности между процессами роста, накопления обменной энергии силосных культур и затратами на привлечение трудовых и технических ресурсов.

С позиции системного анализа разработана структурная схема управления механизированным процессом уборки (рис. 1).

Входные параметры системы:

- количество уборочных агрегатов ( $n$ );
- количество механизаторов ( $n_m$ );
- площадь уборки при возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы на силос ( $F$ );

- коэффициент использования времени смены ( $\tau$ );

- стоимость продукции ( $C_{np}$ );

- урожайность ( $У$ ).

Параметры на выходе системы:

- прибыль ( $П_p$ );

- себестоимость продукции ( $C_{себ}$ );

- оптимальная длительность уборочных работ ( $Д$ ).

Управляемые параметры системы:

- фактическая длительность уборочных работ ( $Д_p$ );

- сезонная нагрузка на силосоуборочный комбайн ( $Q$ ).

С увеличением длительности выполнения уборочных работ ( $Д$ ) ухудшается качество продукции и снижается цена. Поэтому и необходимо введение рационального соотношения гибридов кукурузы на силос для уборки урожая в рекомендуемые агротехнические сроки. В качестве неуправляемых параметров выступают погодные условия.

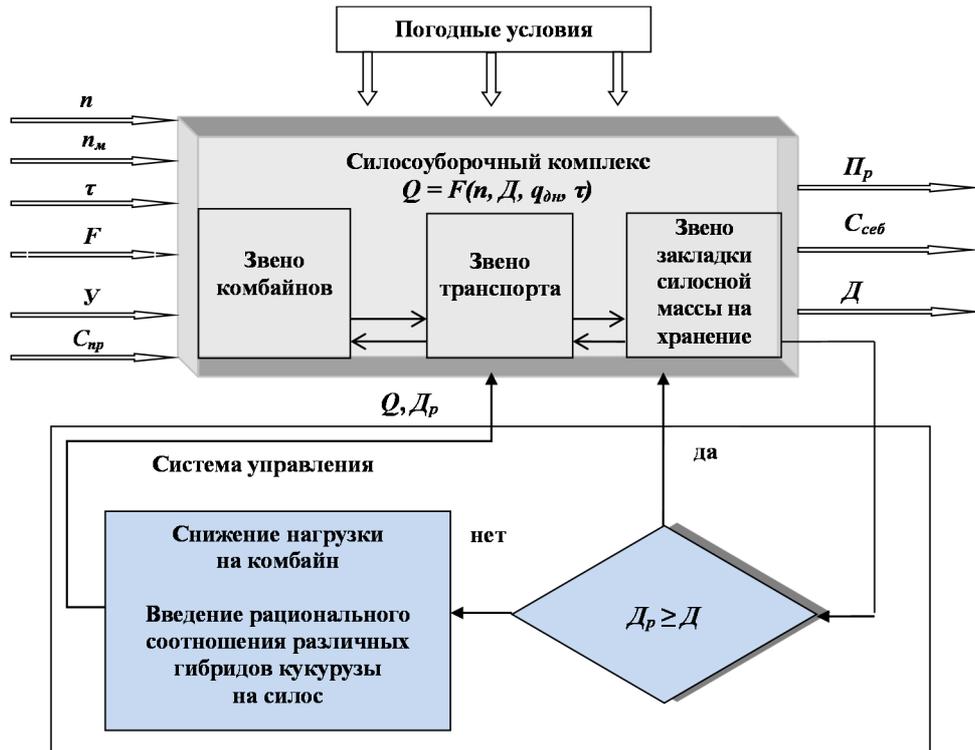


Рис. 1. Структурная схема управления силосоуборочным процессом:

$Q$  – сезонная нагрузка на силосоуборочный комбайн;  
 $F$  – площадь уборки при возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы на силос;  $n$  – количество силосоуборочных агрегатов;  $n_m$  – количество механизаторов;  
 $D_p$  – фактическая длительность работ;  $D$  – оптимальная длительность уборочных работ;  
 $q_{дн}$  – дневная производительность силосоуборочного комбайна;  
 $\tau$  – коэффициент использования времени смены;  $C_{пр}$  – стоимость продукции;  
 $C_{себ}$  – себестоимость продукции;  $P_p$  – прибыль;  $Y$  – урожайность

Критерием целевой функции по экономическому обоснованию площади посева гибридов кукурузы и определения рациональной технической оснащённости является прибыль предприятия  $S(F)$ .

Как известно, прибыль предприятия  $S(F)$  представляет собой разность между стоимостью урожая [1] и затратами на привлечение технологических и транспортных машин [10]. С учетом рационального соотношения различных по скороспелости гибридов кукурузы прибыль определяется как

$$S(F) = \frac{\int_{t_0}^{t_k} (C_{k.e} K_y) dt}{t_k - t_0} - Q Y G k_{в.к} - \sum_{i=1}^n B_i \alpha \gamma_i + \sum_{\zeta=m}^m B_{\zeta} \alpha \gamma_{\zeta}, \quad (1)$$

где  $C_{k.e}$  – энергетическая питательность кукурузы на силос, зависящая от длительности выполнения силосоуборочных работ, мДж/ц;

$K_y$  – зависимость урожайности кукурузы на силос от сроков выполнения силосоуборочных работ;

$t_k, t_0$  – фактическое время начала и окончания силосоуборочных работ, дни;

$G$  – себестоимость силоса, руб./мДж;

$k_{в.к}$  – коэффициент выхода корма с учетом потерь при силосовании;

$F$  – площадь уборки при возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы на силос, га;

$B_{i,\zeta}$  – балансовая стоимость  $i$ -го уборочного и  $\zeta$ -го транспортного агрегата, руб.;

$\alpha$  – отчисления на погашение банковского кредита;  
 $\gamma$  – доля занятости  $i$ -го уборочного и  $\zeta$ -го транспортного агрегата;  
 $m$  – количество транспортных машин.

Для определения площадей под посев ультраранними (ФАО 110), раннеспелыми (ФАО 180) и среднеспелыми (ФАО 140) гибридами кукурузы представлена целевая функция в общем виде

$$S(F2, F3) = C_{T1}(F1) + C_{T2}(F2) + C_{T3}(F3) - M(F) \rightarrow \max, \quad (2)$$

где  $C_{T1}(F1)$  – функциональная зависимость стоимости урожая от площади возделывания при использовании раннеспелых гибридов (ФАО 180), руб.;

$C_{T2}(F2)$  – функциональная зависимость стоимости урожая от площади возделывания при использовании ультраранних гибридов (ФАО 110), руб.;

$C_{T3}(F3)$  – функциональная зависимость стоимости урожая от площади возделывания при использовании среднеспелых гибридов (ФАО 140), руб.;

$M(F)$  – затраты на привлечение уборочных и транспортных агрегатов, руб.

Целевая функция по определению оптимальной площади, предназначенной для возделывания ультраранних гибридов ФАО 110, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} S(F2) = & \left( a(T_2 - \frac{F2(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_2 - \frac{F2(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \right. \\ & \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F2(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_y Q_y \zeta (4.7 + 36.25 \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F2(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - \\ & - 1.87d) k_y + \left. (a(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b \times (T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \right. \\ & \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_p Q_p \zeta (4.7 + 36.25 \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - \\ & \left. - 1.87d) k_y - (mB_i \alpha \gamma_i + nB_\zeta \alpha \gamma_\zeta) \rightarrow \max, \quad (3) \end{aligned}$$

где  $F1$  – площадь посева раннеспелыми гибридами кукурузы, га;

$F2$  – площадь посева ультраранними гибридами кукурузы, га;

$a, b$  – коэффициенты пропорциональности,  $a = -1,43 \times 10^{-4}$ ;  $b = -96,93 \times 10^{-4}$ ;

$T$  – разница во времени между наступлением восковой спелости гибридов кукурузы ФАО 110 и ФАО 180, дни;

$T_2$  – время между наступлением восковой спелости гибрида кукурузы ФАО180 и осенними заморозками, дни;

$B$  – ширина захвата силосоуборочного комбайна, м;

$V$  – рабочая скорость силосоуборочного комбайна, км/ч;

$T_{cm}$  – длительность работы, ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены комбайна;

$Y_0$  – урожайность кукурузы, соответствующая максимальному выходу кормовых единиц с единицы посевной площади,  $Y_0 = 0.8415$  доль;

$Y_y, Y_p$  – урожайность силосной кукурузы при сочетании ультраранних и раннеспелых гибридов, ц/га;

$Q_y, Q_p$  – площадь под ультраранними и раннеспелыми гибридами кукурузы, га;

$C_{k0}$  – энергетическая питательность кукурузного силоса, соответствующая максимальному выходу обменной энергии с единицы посевной площади, руб./мДж;

$C$  – цена одного мДж, руб.,  $C = 0,32$  руб./мДж;  
 $K_p$  – коэффициент пропорциональности,  $K_p = 0,0137$ ;  
 $k_e$  – коэффициент выхода силоса с учетом потерь при силосовании в траншеи,  $k_e = 0,95$ ;  
 $k_y$  – коэффициент снижения урожайности кукурузы с учетом сценария погодных условий,  $k_y = 1$ ;  
 $d$  – классность кукурузного силоса,  $d = 2$ .

Для определения оптимальной площади, предназначенной для возделывания среднеспелых гибридов кукурузы ФАО 140, использована следующая зависимость:

$$S(F3) = \left( a(T_3 - \frac{F3(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_3 - \frac{F3(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \right. \\
\times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_3 - \frac{F3(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_c Q_c C(4.7 + 36.25 - \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_3 - \frac{F3(F1)}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - \\
- 1.87d)k_e k_y + \left. (a(T_1 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_1 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \right. \quad (4) \\
\times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_1 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_p Q_p C(4.7 + 36.25 - \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_1 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - \\
- 1.87d)k_e k_y - (mB_i \alpha \gamma_i + nB_\zeta \alpha \gamma_\zeta) \rightarrow \max,$$

где  $F3$  – площадь посева среднеспелыми гибридами кукурузы, га;

$F1$  – площадь посева раннеспелыми гибридами кукурузы после оптимизации площади посева ФАО 180 и ФАО 110, га;

$T_1$  – время между наступлением восковой спелости гибрида кукурузы ФАО 110 и осенними заморозками, дни;

$T_3$  – время между наступлением восковой спелости гибрида кукурузы ФАО 140 и осенними заморозками, дни;

$Q_c$  – площадь под среднеспелыми гибридами кукурузы, га;

$Y_c$  – урожайность среднеспелых гибридов кукурузы, ц/га.

При моделировании технологических процессов уборки кукурузы на силос необходимо учитывать количество технологических машин и их ресурсное состояние, оцениваемое коэффициентом использования полезного времени смены. Для определения рационального количества уборочных агрегатов была использована функциональная зависимость получения прибыли  $[S(n)]$  в зависимости от количества возделываемых гибридов кукурузы в общем виде

$$S(n) = C_{T1}(n) + C_{T2}(n) + C_{T3}(n) - M(n) \rightarrow \max, \quad (5)$$

где  $C_{T1}(n)$  – функциональная зависимость стоимости урожая при использовании раннеспелых гибридов, руб.;

$C_{T2}(n)$  – функциональная зависимость стоимости урожая при использовании ультраннеспелых гибридов, руб.;

$C_{T3}(n)$  – функциональная зависимость стоимости урожая при использовании среднеспелых гибридов от площади возделывания, руб.;

$M(n)$  – затраты на привлечение силосоуборочных и транспортных агрегатов в зависимости от количества привлекаемых машин, руб.

В развернутом виде целевая функция по определению рационального количества уборочных агрегатов при возделывании среднеспелых (ФАО 140) гибридов кукурузы примет вид

$$S^{F3}(n) = (a(T - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_c Q_c \Pi (4.7 + 36.25 \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y - (mB_i \alpha \gamma_i + nB_\zeta \alpha \gamma_\zeta) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Рациональное количество уборочных агрегатов при возделывании среднеспелых (ФАО 140) и раннеспелых (ФАО 180) гибридов кукурузы было определено с помощью целевой функции

$$S^{F3F1}(n) = (a(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_c Q_c \Pi (4.7 + 36.25 \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y + (a(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_p Q_p \Pi (4.7 + 36.25 \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y - (mB_i \alpha \gamma_i + nB_\zeta \alpha \gamma_\zeta) \rightarrow \max, \quad (7)$$

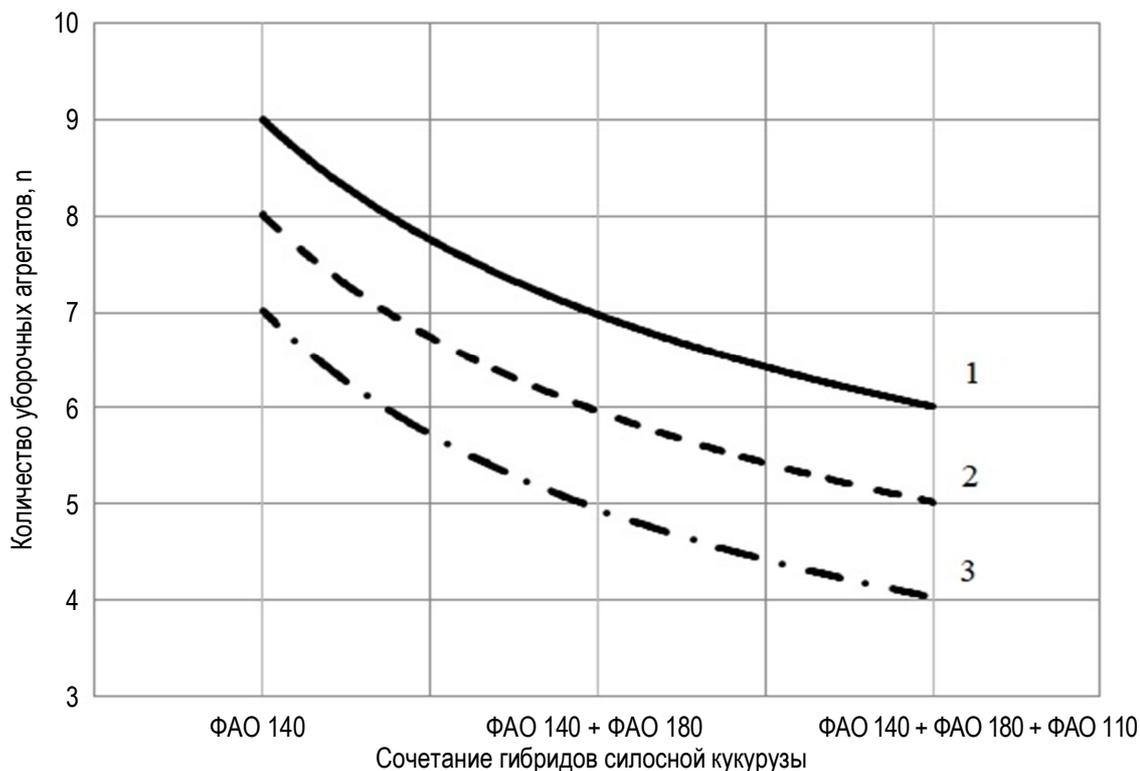
где F1 – площадь посева раннеспелыми гибридами кукурузы после оптимизации площади посева под три гибрида силосной кукурузы, га.

Для определения рационального количества уборочных агрегатов при возделывании среднеспелых (ФАО 140), раннеспелых (ФАО 180) и ультраранних (ФАО 110) гибридов кукурузы была использована целевая функция

$$S^{F1F2F3}(n) = (a(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_c Q_c \Pi (4.7 + 36.25 \cdot \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_2 - \frac{F3}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y + (a(T_3 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T_3 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_3 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} Y_p Q_p \Pi (4.7 + 36.25 \cdot \frac{C_{k0}(1 + K_p(T_3 - \frac{F1}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y + (a(T - \frac{F2}{0.1BVT_{cm}\tau n} + b(T - \frac{F2}{0.1BVT_{cm}\tau n} + Y_0) \times \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F2}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} \cdot Y_y Q_y \Pi (4.7 + 36.25 \cdot \frac{C_{k0}(1 + K_p(T - \frac{F2}{0.1BVT_{cm}\tau n}))}{100} - 1.87d)k_6 k_y - (mB_i \alpha \gamma_i + nB_\zeta \alpha \gamma_\zeta) \rightarrow \max. \quad (8)$$

Экономико-математическое моделирование позволило определить экономически целесообразное соотношение между площадями посева под ультраранними (15%), раннеспелыми (40%) и среднеспелыми (45%) гибридами силосной кукурузы.

На основе полученного оптимального соотношения площади посева между различными по скороспелости гибридами кукурузы определено рациональное количество уборочных агрегатов (КСК-100) с учетом уровня эксплуатации технических средств (рис. 2).



**Рис. 2. Зависимость изменения количества уборочных агрегатов при использовании различных по скороспелости гибридов кукурузы с учетом уровня эксплуатации технических средств: 1 –  $\tau = 0,35$ ; 2 –  $\tau = 0,55$ ; 3 –  $\tau = 0,75$ ;  $F = 1000$  га;  $B = 3,4$  м;  $V = 5$  км/ч;  $T_{см} = 14$  ч)**

Из рисунка 2 видно, что рациональное количество уборочных агрегатов значительно зависит от использования различных гибридов силосной кукурузы. При посеве гибридов ФАО 140 + ФАО 180 + ФАО 110 в сравнении с ФАО 140 при  $\tau = 0,55$  количество уборочных агрегатов типа КСК-100 уменьшается с 8 до 5 единиц.

Моделированием определено, что при снижении коэффициента использования полезного времени смены с 0,75 до 0,35 рациональное количество агрегатов увеличивается на 30%.

### Выводы

1. Использование различных по скороспелости гибридов кукурузы позволит снизить потребность в уборочных агрегатах с 7 до 4 единиц на 1000 га.

2. При снижении уровня эксплуатации технических средств потребное количество агрегатов увеличивается на 30%, поэтому особое внимание в производстве необходимо уделить техническому сервису и обновлению машинно-тракторного парка.

---

### Библиографический список

1. Астафьев В.Л. Повышение эффективности механизированного процесса производства кукурузы на силос широкозахватными агрегатами : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / В.Л. Астафьев. – Челябинск, 2003. – 376 с.
2. Бледных В.В. Определение оптимальной продолжительности уборки силосных культур / В.В. Бледных, Ю.Е. Михайлов. – Челябинск : ЧИМЭСХ, 1973. – Вып. 72. – С. 86–93.
3. Буклагина Г.В. Энергосберегающие технологии приготовления кормов из кукурузы [заготовка кукурузы в различные стадии спелости] / Г.В. Буклагина // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2006. – № 1. – С. 41–42.
4. Гибридность семян кукурузы и урожай / А.Н. Воронин, Н.С. Соколов, П.М. Авраменко, Н.Д. Самущенко, Г.М. Журба // Кукуруза и сорго. – 2004. – № 6. – С. 12–14.
5. Заготовка кормов из кукурузы, возделываемой по зерновой технологии / И.Н. Цымбаленко и др. – Курган : ИПП Зауралье, 1991. – 87 с.
6. Панфилов А.Э. Культура кукурузы в Зауралье : монография / А.Э. Панфилов. – Челябинск : ЧГАУ, 2004. – 356 с.
7. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания кукурузы / И.А. Сикорский и др. – Новосибирск : Редакционно-полиграфическое объединение СО РАСХН, 1990. – 67 с.
8. Шайтанов О.Л. Перспектива – за кукурузой / О.Л. Шайтанов, А.С. Садеков // Кормопроизводство. – 2007. – № 12. – С. 8–10.
9. Шепелёв С.Д. Обоснование рационального уровня надежности технологических машин в зерноуборочном процессе / С.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (104). – С. 58–63.
10. Шепелёв С.Д. Рекомендации по совершенствованию технологических процессов уборки сельскохозяйственных культур (на примере уборки зерновых и силосных культур) : монография / С.Д. Шепелёв, Г.А. Окунев, С.П. Маринин. – Челябинск : ЧГАА, 2010. – 43 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Сергей Дмитриевич Шепелёв – доктор технических наук, проректор по учебной работе, и.о. директора Института агроинженерии, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Челябинск, e-mail: Shepelev2@ya.ru.

Владимир Дмитриевич Шепелёв – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Россия, г. Челябинск, e-mail: shepelev1978@mail.ru.

Никита Юрьевич Высоцкий – аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», Россия, г. Челябинск, e-mail: yarin.vitalya@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 15.11.2018

Дата принятия к печати 22.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliation

Sergey D. Shepelev – Doctor of Engineering Sciences, Vice-Rector for Academic Affairs, Acting Director of the Agrarian Engineering Institute, Docent of the Dept. of Machine and Tractor Fleet Operations, South Ural State Agrarian University, Russia, Chelyabinsk, e-mail: Shepelev2@ya.ru.

Vladimir D. Shepelev – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Motor Transport, South Ural State University (national research university), Russia, Chelyabinsk, e-mail: shepelev1978@mail.ru.

Nikita Yu. Vysotsky – Postgraduate Student, the Dept. of Machine and Tractor Fleet Operations, South Ural State Agrarian University, Russia, Chelyabinsk, e-mail: yarin.vitalya@mail.ru.

Received November 15, 2018

Accepted December 22, 2018

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА РЕГУЛИРОВАНИЕМ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ

Андрей Викторович Ворохобин  
Сергей Иванович Коржов

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Одной из актуальных проблем современного сельскохозяйственного производства является недостаточно эффективная работа известных мобильных энергетических средств (МЭС). Это связано, прежде всего, с низкими тягово-цепными свойствами, снижением топливной экономичности и производительности МЭС в реальных условиях эксплуатации, а также с чрезмерным уплотнением почвы. Все эти показатели объединяются под общим понятием «эксплуатационные свойства». При работе гусеничного трактора происходит постоянное изменение положения центра тяжести, что приводит к увеличению потерь на качение, нерациональному распределению нагрузки по опорной поверхности гусеничного движителя, увеличению уплотняющего воздействия движителя на почву. Проведенный анализ вариантов распределения давления гусеничного движителя по опорной поверхности показал, что в процессе работы трактора форма эпюры давления меняется в широких пределах, что оказывает существенное влияние на его эксплуатационные показатели. Для поддержания неизменного положения центра давления ( $X_D = 0$ ) необходимо обеспечить регулируемое положение центра тяжести трактора. Рассмотрены теоретические предпосылки по регулированию положения центра тяжести гусеничного трактора путем регулирования положения балластного груза. Получены зависимости для определения продольной координаты центра тяжести для случаев прицепного и навесного агрегатирования гусеничного трактора. Анализ полученных зависимостей подтвердил возможность широкого изменения продольной координаты центра тяжести при регулируемом положении балластного груза. Предложено техническое решение для реализации автоматического регулирования положения центра тяжести, которое позволяет повысить тягово-цепные свойства гусеничного трактора, его производительность и топливную экономичность (в зависимости от условий работы), а также снизить степень уплотнения почвы и образование колеи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гусеничный трактор, центр тяжести, центр давления, тягово-цепные свойства, уплотнение почвы, балластный груз, регулирование.

## ENHANCEMENT OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF A CRAWLER TRACTOR BY ADJUSTING ITS CENTER OF GRAVITY

Andrey V. Vorokhobin  
Sergey I. Korzhov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

One of the current problems of modern agricultural production is the lack of efficient operation of the existing mobile power facilities (MPF). This is primarily due to low traction properties, reduced fuel efficiency and performance of MPF in actual operating conditions, as well as excessive soil compaction. All these parameters are combined under the general concept of «operational properties». When a crawler tractor is in operation, there is a constant change in the center of gravity position, which leads to an increase in rolling losses, inefficient load distribution on the supporting surface of the crawler unit, and an increase in the compacting effect of the drive on the soil. The authors analyzed the options for distributing the pressure of the crawler unit over the supporting surface and determined that during the operation of the tractor the shape of the pressure profile varies widely, which has a significant impact on its performance. To maintain a constant position of the pressure center ( $X_D = 0$ ) it is necessary to ensure the adjustable position of the center of gravity of the tractor. The authors have considered the theoretical background for adjusting the center of gravity of a crawler tractor by adjusting the position of the ballast load. Dependences were obtained for determining the longitudinal coordinate of the center of gravity for the cases of trailed and mounted aggregation of a crawler tractor. The analysis of the obtained dependences confirmed the possibility of a wide change in the longitudinal coordinate of the center of gravity with the adjustable position of the ballast load. A technical solution has been proposed for implementing an automatic control of the position of the center of gravity. It allows increasing the traction parameters of a crawler tractor, improving its performance and fuel efficiency (depending on the operating conditions), and reducing the degree of soil compaction and formation of ruts.

KEYWORDS: crawler tractor, center of gravity, center of pressure, traction properties, soil compaction, ballast load, adjustment.

Основными направлениями совершенствования и развития тракторной техники являются повышение производительности и экономической эффективности, увеличение надежности и энергонасыщенности, снижение расхода топлива, улучшение условий труда и защита окружающей среды, применение средств автоматизации, роботизации и интеллектуализации.

Современный трактор представляет собой мобильное энергетическое средство, предназначенное для выполнения большого количества производственных операций. Кроме того, значительно возросло многообразие типов и марок машин, используемых в современных сельскохозяйственных технологических процессах. Большинство из этих машин, особенно используемых для поверхностной и основной обработки почвы, являются тяжелыми навесными машинами, работа с которыми приводит к перераспределению вертикальных нагрузок на опоры агрегата. Для колесных тракторов – это перераспределение между колесами, а для гусеничных тракторов – изменение положения центра тяжести. Все это является ключевым моментом при рассмотрении вопросов улучшения тягово-сцепных свойств как колесных, так и гусеничных мобильных энергетических средств.

Гусеничные тракторы в сравнении с колесными имеют ряд существенных преимуществ: они обладают лучшими тяговыми возможностями, более высокой проходимостью и грузоподъемностью навесных устройств, их ходовая система оказывает меньшее негативное воздействие на почву и др. Однако при работе этих тракторов с различными сельскохозяйственными машинами происходит постоянное изменение положения центра тяжести, что приводит к увеличению потерь на качение, нерациональному распределению нагрузки по опорной поверхности гусеничного движителя и, как следствие, снижает его тягово-сцепные свойства, повышает уплотняющее воздействие движителя на почву, способствует образованию колеи [2, 10].

В связи с этим актуальным является обоснование целесообразности регулирования положения центра тяжести гусеничного трактора для обеспечения рационального распределения нагрузки по опорной поверхности его движителя.

По результатам опубликованных исследований, проведенных различными авторами, показано, что на тягово-сцепные свойства гусеничного трактора существенное влияние оказывает положение его центра тяжести. Причем это влияние ощутимо проявляется на всех типах грунтов и почв [1, 3, 5].

Также установлено, что коэффициент сопротивления качению и буксование гусеничного движителя увеличиваются в 1,5 раза при смещении центра тяжести назад от середины его опорной поверхности [5].

Известно, что давление по длине гусеницы распределено неравномерно. Неравномерность зависит от типа подвески, числа опорных катков и расстояния между ними, шага и натяжения гусеницы, силы тяги на крюке, положения центра тяжести трактора и скорости движения.

Рассмотрим возможные варианты эпюр распределения давления гусеничного движителя по опорной поверхности (рис. 1).

Одним из показателей, который влияет на данное распределение, является положение центра давления (точка D). Центр давления – это точка приложения результирующей нормальных реакций почвы Y на опорную поверхность. Наилучшим расположением точки D считается середина опорной поверхности гусеничного движителя [4, 8, 9]. В этом случае наблюдается равномерный характер распределения ( $X_D = 0$ ).

Эпюра давлений представляет собой прямоугольник. При  $X_D > 0$  и  $X_D < 0$  эпюра распределения приобретает форму трапеции, а при  $X_D = (1/6)L$  – форму прямоугольного треугольника.

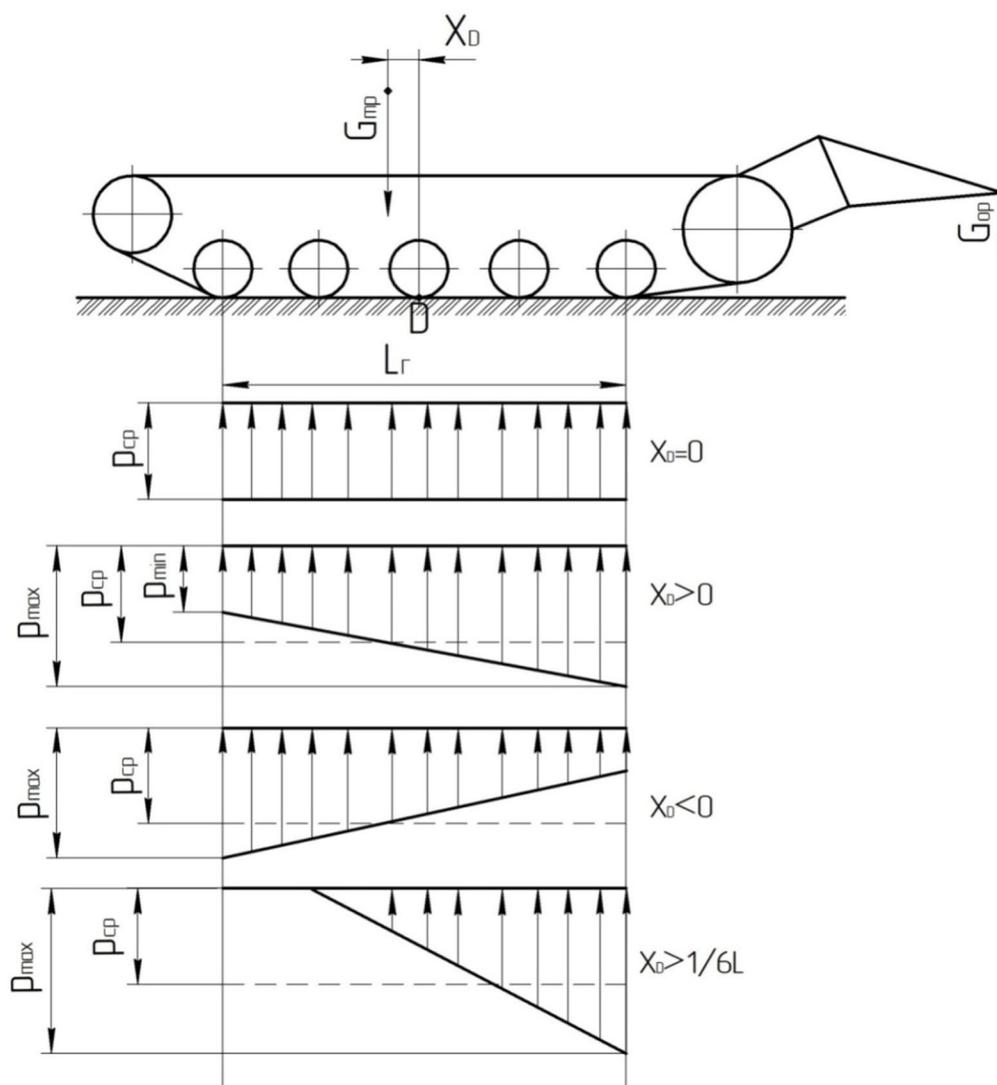


Рис. 1. Эпюры давлений на почву гусеничных тракторов при различном положении центра давления

В том случае, когда  $X_D = 0$ , то есть при совпадении центра давления с серединой опорной поверхности гусеничного движителя, максимальное давление на почву равно среднему давлению  $P_{max} = P_{ср}$ . При этом трактор наилучшим образом развивает свои тягово-сцепные свойства и оказывает минимальное вредное воздействие на почву. Для всех других вариантов распределения  $P_{max} > P_{ср}$ .

Самым критичным считается вариант, при котором центр давления максимально смещен назад:  $X_D = (1/6)L$ . В этом случае часть опорной поверхности гусеничного движителя не участвует в передаче веса трактора почве, что приводит к чрезмерному уплотнению почвы и образованию колеи [6].

Таким образом, проведенный анализ вариантов распределения давления гусеничного движителя по опорной поверхности показал, что в процессе работы трактора форма эпюры давления меняется в широких пределах, что оказывает существенное влияние на его эксплуатационные показатели.

Для улучшения эксплуатационных показателей гусеничного трактора, а именно повышения его тягово-сцепных свойств, производительности и топливной экономичности, а также снижения степени уплотнения почвы и образования колеи, в процессе эксплуатации необходимо добиваться неизменного положения центра давления при

любом значении нагрузки. Достичь этого можно путем регулирования положения центра тяжести трактора.

Рассмотрим общий случай движения, когда гусеничный трактор движется ускоренно на подъем с углом  $\alpha$  наклона поверхности к горизонтالي. Особенностью гусеничного трактора является возможность регулирования положения балластного груза, расположенного спереди (рис. 2).

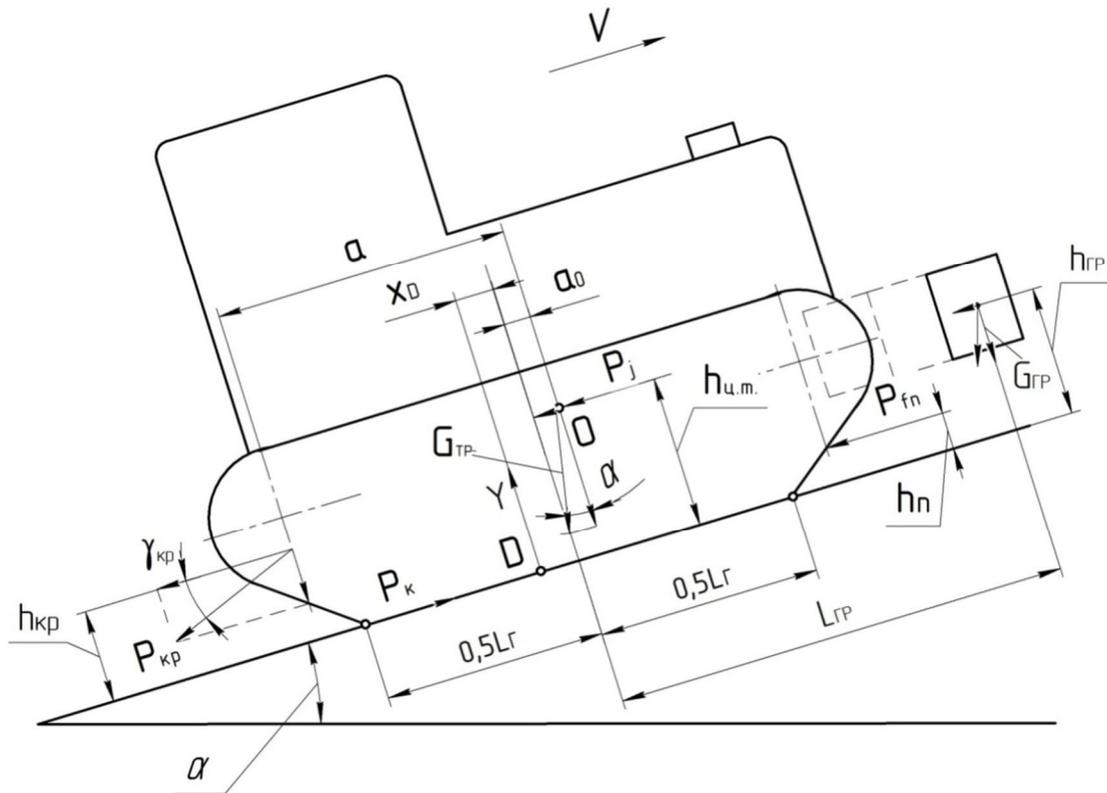


Рис. 2. Схема сил, действующих на гусеничный трактор в общем случае движения

Сопротивлением воздуха, моментами касательных сил инерции вращающихся деталей трансмиссии и двигателя, посаженных на поперечные валы, а также движущихся звеньев гусеничных цепей пренебрегаем.

Для упрощения рисунка в качестве опорной поверхности гусениц принята плоскость, в которой действует касательная сила тяги  $P_k$ .

В общем случае центр давления  $D$  не совпадает с серединой опорной длины гусениц [2], поэтому продольное расстояние  $X_D$  от указанной середины до центра давления и есть смещение центра давления.

Положение центра тяжести гусеничного трактора (точка  $O$ ) можно регулировать изменением положения балластного груза, регулируя расстояние  $L_{гр}$ .

Смещение центра давления  $X_D$  определяется в соответствии с уравнением моментов относительно точки  $D$ , полученным после преобразований (для случая равномерного движения трактора на горизонтальном участке)

$$X_D = \frac{P_{кр} (h_{кр} \cdot \cos \gamma_{кр} + a \cdot \sin \gamma_{кр}) - G_{гр} L_{гр} + M_f}{G_{тр} + P_{кр} \sin \gamma_{кр} + G_{гр}} - a_0, \quad (1)$$

где  $P_{кр}$  – усилие на крюке трактора;

$h_{кр}$  – вертикальная координата условной точки прицепа;

$\gamma_{кр}$  – угол приложения условной точки прицепа;

$a$  – продольная координата центра тяжести трактора;

$G_{тр}$ ,  $G_{гр}$  – соответственно вес трактора и балластного груза;

$L_{гр}$  – расстояние от середины опорной поверхности гусеницы до точки приложения веса балластного груза;

$M_f$  – момент сопротивления качению трактора,  $M_f = P_{fn} \cdot h_{п}$ ;

$a_0$  – расстояние от середины опорной поверхности гусеницы до точки расположения центра тяжести трактора.

Анализ зависимости (1) показывает, что, регулируя положение координаты  $a_0$ , можно обеспечить неизменное положение центра давления и, следовательно, рациональную эпюру давления, лучшие тягово-сцепные свойства и минимальное негативное воздействие на почву.

Регулирование координаты  $a_0$  обеспечивается изменением положения балластного груза, расположенного спереди трактора, при автоматическом изменении расстояния  $L_{гр}$  в зависимости от условий работы.

Для обеспечения неизменного положения центра давления координата  $a_0$  должна изменяться в соответствии с зависимостью (2):

$$a_0 = \frac{P_{кр}(h_{кр} \cdot \cos\gamma_{кр} + a \cdot \sin\gamma_{кр}) + G_{гр}L_{гр} + M_f}{G_{тр} + P_{кр}\sin\gamma_{кр} + G_{гр}} \quad (2)$$

На рисунке 3 представлена зависимость изменения координаты  $a_0$  от усилия на крюке трактора  $P_{кр}$  для различного положения балластного груза. Линия 1 соответствует изменению координаты  $a_0$  от усилия на крюке трактора  $P_{кр}$  без балластного груза, а линии 2, 3 и 4 – с балластным грузом и регулированием  $L_{гр}$ .

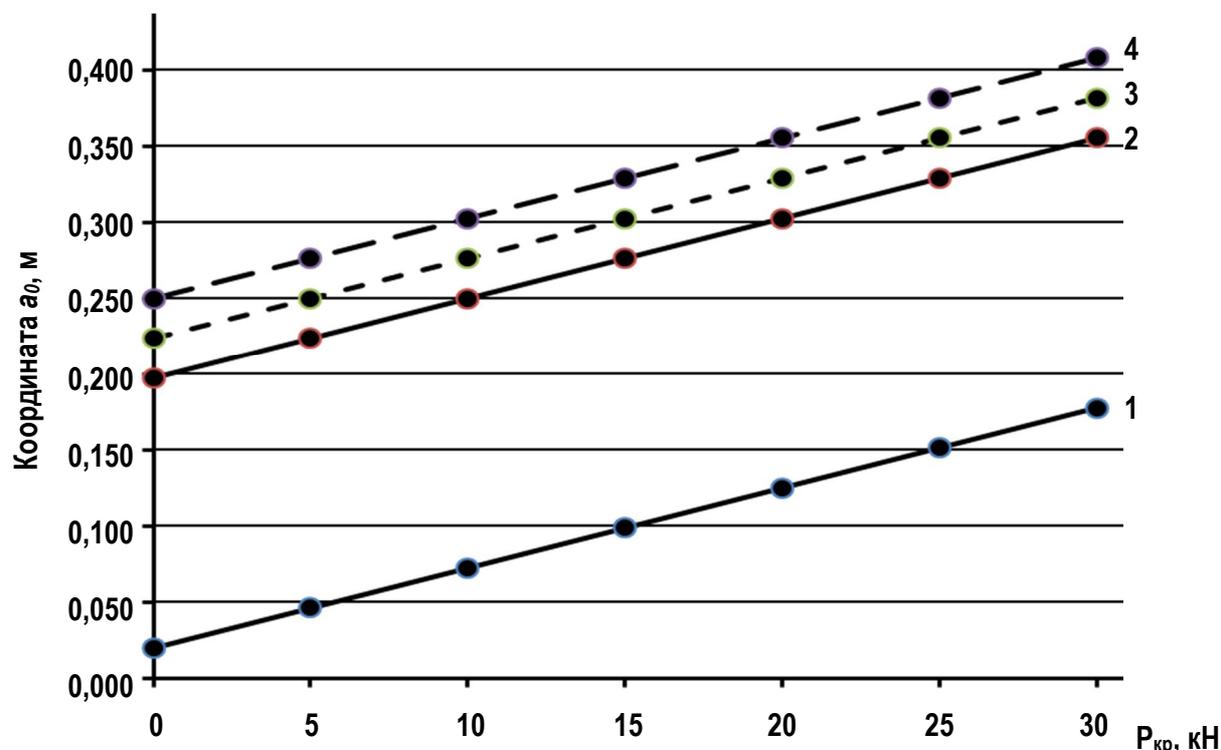


Рис. 3. Зависимость изменения координаты  $a_0$  от усилия на крюке трактора  $P_{кр}$  при различных положениях балластного груза: 1 – без балластного груза; 2 – с балластным грузом и  $L_{гр} = 1,35$  м; 3 – с балластным грузом и  $L_{гр} = 1,55$  м; 4 – с балластным грузом и  $L_{гр} = 1,75$  м

Представленная зависимость подтверждает возможность широкого изменения продольной координаты  $a_0$  при регулируемом положении балластного груза. Это, в свою очередь, позволит обеспечить неизменное положение центра давления независимо от условий работы.

При работе гусеничного трактора с навесными машинами посредством задней навески смещение центра давления можно определить по следующей зависимости (для статического состояния тракторного агрегата, но при рабочем положении навесного орудия):

$$X_D = \frac{G_{op}(a_{op} + a) - G_{гр}L_{гр} + M_f}{G_{тр} + G_{op} + G_{гр}} - a_0, \quad (3)$$

где  $G_{op}$  – вес навесного орудия;

$a_{op}$  – расстояние от оси ведущей звездочки до центра тяжести навесного орудия;

$a$  – продольная координата центра тяжести трактора;

$G_{тр}, G_{гр}$  – соответственно вес трактора и балластного груза;

$L_{гр}$  – расстояние от середины опорной поверхности гусеницы до точки приложения веса балластного груза;

$M_f$  – момент сопротивления качению трактора,  $M_f = P_{фн} \cdot h_n$ ;

$a_0$  – расстояние от середины опорной поверхности гусеницы до точки расположения центра тяжести трактора.

Решая уравнение (3), можно получить, что смещение центра давления  $X_D$  навесного тракторного агрегата изменяется в значительных пределах в зависимости от силового воздействия орудия (рис. 4).

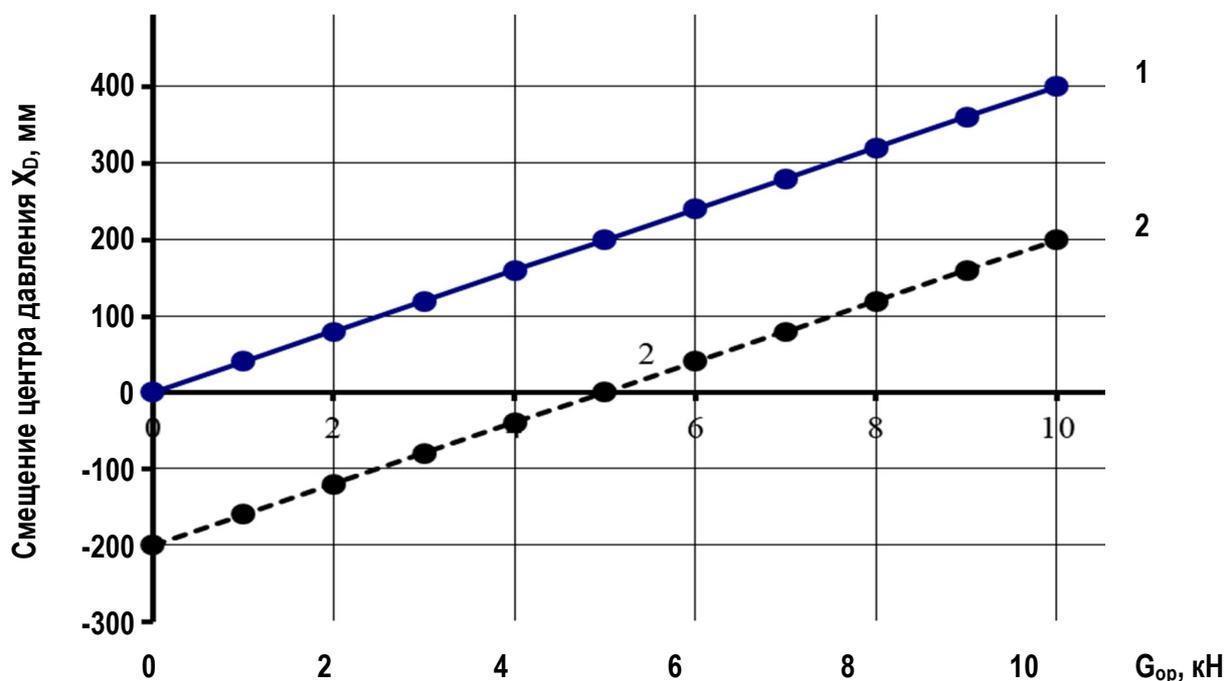


Рис. 4. Зависимость смещения центра давления от силового воздействия навесного орудия: 1 –  $a_0 = 0$ ; 2 –  $a_0 = \text{const}$

На рисунке 4 видно, что в зависимости от силового воздействия навесного орудия центр давления может существенно смещаться относительно середины опорной поверхности гусениц трактора.

Установлено, что для обеспечения неизменного положения центра давления агрегата, например,  $X_D = 0$ , при работе трактора с навесным орудием любого типа необходимо, чтобы его центр тяжести перемещался в соответствии с выражением

$$\pm a_0 = \frac{G_{op}(a_{op} \pm a) + P_Y(a_p \pm a) - G_{гр}L_{гр} \pm (M_f - P_X h_r)}{G_{тр} + G_{op} + G_{гр} + P_Y}, \quad (4)$$

где  $P_Y$  – нормальная составляющая реакции грунта на рабочий орган навесного орудия;

$P_X$  – горизонтальная составляющая реакции грунта на рабочий орган навесного орудия;

$h_r$  – высота приложения точки контакта навесного орудия с грунтом;

$a_p$  – расстояние от оси ведущей звездочки точки контакта навесного орудия с грунтом.

В этом выражении знак плюс соответствует работе трактора с задней навеской орудий, а знак минус – с передней навеской, при которой центр тяжести трактора должен быть смещен назад относительно середины опорной поверхности гусениц.

Таким образом, для повышения эксплуатационных свойств гусеничного трактора необходимо оборудовать его устройством для корректирования положения центра тяжести. Координаты этого положения определяют формулами (2) и (4) при номинальной производительности агрегата или при среднем значении тягового сопротивления.

Техническое решение по реализации такого регулирования может быть реализовано на основе запатентованного устройства для регулирования положения балластного груза на полураме трактора [7].

Сущность предлагаемой конструкции заключается в том, что в передней части трактора устанавливается автоматически регулируемый балластный груз. Сигналом о необходимости его перемещения служит изменение сопротивления электрического датчика разгрузки, передающего этот сигнал в электрогидрораспределитель первой ступени. Данный распределитель управляет силовым гидроцилиндром, обеспечивающим перемещение балластного груза.

Таким образом, с целью повышения эксплуатационных свойств гусеничного трактора необходимо в зависимости от условий эксплуатации обеспечить автоматическое регулирование положения центра тяжести. Это позволит повысить его тягово-цепные свойства, производительность и топливную экономичность, а также снизить степень уплотнения почвы и образование колеи.

### Библиографический список

1. Водяник И.И. Уплотнение почвы движителями сельскохозяйственных машин / И.И. Водяник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – № 5. – С. 19–22.
2. Гребнев В.П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства : учеб. пособие / В.П. Гребнев, О.И. Поливаев, А.В. Ворохобин ; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Москва : КНОРУС, 2016. – 260 с.
3. Гуськов В.В. Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов / В.В. Гуськов. – Москва : Машиностроение, 1966. – 195 с.
4. Гуськов В.В. О рациональном распределении веса гусеничного трактора / В.В. Гуськов, А.М. Комиссарчук // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – № 10. – С. 38–39.
5. Ксенович И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксенович, В.А. Скотников, М.И. Ляско. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 304 с.
6. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутьков. – Москва : КолосС, 2004. – 504 с.
7. Пат. 2 469 523 Российская Федерация, МПК А01В 63/00, В62D 49/08 (2006.01). Устройство для регулирования положения балластного груза на полураме трактора / В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин (Россия). – № 2011116618/11; заявл. 26.04.2011; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35. – 7 с.
8. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля : учебник / В.А. Скотников, А.А. Машенский, А.С. Солонский ; под ред. В.А. Скотникова. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 383 с.
9. Тракторы: Теория : учебник для студентов вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов и др. ; под ред. В.В. Гуськова. – Москва : Машиностроение, 1988. – 376 с.
10. Ходовые системы тракторов (Устройство, эксплуатация, ремонт) : справочник / В.М. Забродский, А.М. Файнлейб, Л.Н. Кутин и др. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 271 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Викторович Ворохобин – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: dogruzka@gambler.ru.

Сергей Иванович Коржов – 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: plant@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 29.10.2018

Дата принятия к печати 26.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey V. Vorokhobin – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: dogruzka@gambler.ru.

Sergey I. Korzhov – 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: plant@agronomy.vsau.ru.

Received October 29, 2018

Accepted November 26, 2018

## К РАСЧЕТУ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

Андрей Андреевич Гетманов

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

Эффективное промышленное свиноводство невозможно без обеспечения животных полноценными обогащенными витаминами кормами. В настоящее время сельхозпредприятия практически не производят витаминную травяную муку ввиду высоких цен на газ и электрическую энергию. Поэтому с целью повышения содержания в кормах витаминов необходимо добавлять пророщенное зерно сельскохозяйственных культур семейства злаковых или гидропонную зелень. В процессе проращивания зерна в нем образуется дополнительное количество витаминов, аминокислот, минеральных веществ, макро- и микроэлементов, повышается биодоступность пищевых нутриентов. Известные установки непрерывного действия позволяют получать пророщенное зерно ежедневно. Это достигается тем, что установка выполнена в виде конвейеров, установленных один над другим. Над каждым конвейером расположены трубки с оросителями, а над четвертым и пятым конвейерами – лампы облучения. Рассмотрена конструкция конвейера для проращивания зерна. Зерно с помощью шнека подают на верхнюю ветвь ленточного транспортера, затем его необходимо распределить по всей площади ленты. Распределение зерна по всей длине верхнего ленточного транспортера обеспечивают изменением скорости движения ленты, а по ширине транспортера – изменением скорости движения скребков и разравнивающего устройства. Предложены математические зависимости конструктивно-режимных параметров разравнивающего устройства конвейера от параметров загрузочного устройства, которые позволяют оценить рекомендуемую скорость движения скребков в зависимости от пропускной способности подающего устройства и размеров скребка.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пророщенное зерно, распределение зерна, конвейер, орошение, частота вращения, слой зерна.

## TO THE CALCULATION OF THE LEVELING DEVICE OF THE GERMINATING CONVEYOR

Andrey A. Getmanov

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin

Effective functioning of industrial pig breeding is impossible without providing animals with complete and vitamin-enriched feed. Currently, agricultural enterprises practically do not produce vitamin grass meal, due to steady rise in gas and energy prices. Therefore, in order to increase the content of vitamins in feed, it is necessary to add germinated grain of cereal cultivars or hydroponic greens. In the process of germination, additional amount of vitamins, amino acids, minerals, macro- and microelements are provided, and the bioavailability of grain food nutrients increases. Using common continuous devices, agricultural producers can daily obtain germinated grain due to the specific design of the germinating conveyors installed one above the other. Each conveyor is equipped with moisture spraying tubes, and above the fourth and the fifth conveyors there are illuminating lamps. The design of the grain germinating conveyor is considered. The grain is fed by means of a screw to the upper carrying arm of the belt conveyor, then it must be distributed over the entire area of the belt. The distribution of grain along the entire length of the upper carrying arm of the belt conveyor is provided due to belt speed variation, and the distribution of grain along the width is provided due to speed variation of the scrapers and the leveling device. Mathematical relationship between design and operating parameters of the leveling device of the conveyor and the parameters of the loading device is defined. It can be used at the evaluation of the recommended speed of the scrapers depending on the capacity of the feeder and the size of the scraper.

**KEYWORDS:** germinated grain, grain distribution, belt conveyor, moisture spraying, rotation, layer of grain.

**В** условиях промышленной технологии производства свинины при скармливании животным комбикормов существенно возрастает потребность в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах [10]. Доказано, что дефицит этих веществ приводит к замедлению роста и развития молодняка, а у взрослых свиноматок нарушаются воспроизводительные функции, что значительно снижает эффективность производства свинины.

Компенсировать дефицит витаминов можно за счет включения в рацион кормления пророщенного зерна сельскохозяйственных культур семейства злаковых. При добавлении пророщенного зерна в рацион кормления животных активируются ферменты, которые превращают сложные питательные вещества в простые, в результате питательные вещества, содержащиеся в комбикормах, лучше усваиваются.

На предприятиях зерно проращивают без применения специализированных машин. В теплое время года размещают зерно на площадках под навесом в кучах высотой до 0,4 м в течение двух суток, затем с целью предотвращения самосогревания массу зерна разравнивают до высоты 0,3 м. Для замачивания одной тонны зерна расходуют 900–950 л воды. В процессе проращивания выполняют ворошение зерна через два–три часа для поддержания температуры 14–20°С. До длины ростков 20–25 мм зерно прорастает около пяти суток [1, 3]. Рассмотренный способ получения пророщенного зерна имеет ряд недостатков: при проращивании зерно может гнить, зерно, расположенное на поверхности и внутри куч, имеет различную длину ростков. Получать таким способом пророщенное зерно можно только в теплое время года.

Зерно проращивают до длины ростков 20–25 мм, после чего его можно использовать на корм животным. Длительность прорастания зерна составляет около 120 часов. Поэтому для ежедневного скармливания животным пророщенного зерна конвейер для проращивания должен быть оборудован пятью транспортерами [1, 6, 8, 9]. Откормочным свиноводческим предприятиям рекомендуется использовать конвейер, представленный на рисунке 1.

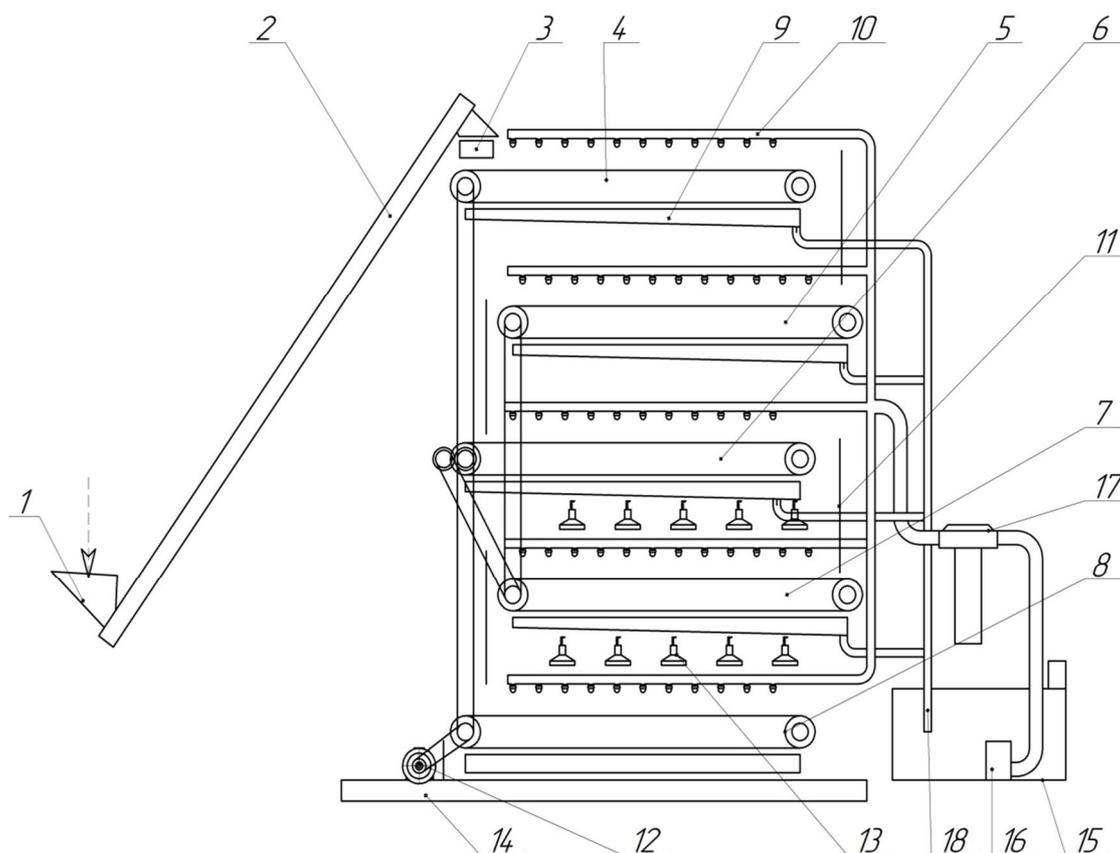


Рис. 1. Конвейер для проращивания зерна:

- 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – скребковое разравнивающее устройство;
- 4, 5, 6, 7, 8 – ленточный транспортер; 9 – резервуар; 10 – трубопровод;
- 11 – отражатель; 12 – мотор-редуктор; 13 – светильники; 14 – рама;
- 15 – резервуар для воды; 16 – насос; 17 – фильтр; 18 – трубопровод обратный



Подача зерна загрузочным шнеком 1 ( $Q_{Ш}$ ) на ленту транспортера 3 определяется по формуле (1) [3, 5]

$$Q_{Ш} = F_{Ш} v_{Ш} \rho \gamma_1, \quad (1)$$

где  $F_{Ш}$  – площадь поперечного сечения шнека,  $m^2$ ;  
 $v_{Ш}$  – скорость поступательного движения зерна внутри кожуха шнека,  $m/c$ ;  
 $\rho$  – насыпная плотность зерна,  $kg/m^3$ ;  
 $\gamma_1$  – коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека.

Скорость поступательного движения зерна внутри кожуха шнека рассчитаем по выражению

$$v = \frac{sn}{60}, \quad (2)$$

где  $s$  – шаг шнека,  $m$ ;  
 $n$  – частота вращения шнека,  $min^{-1}$ .

Поданную зерновую массу распределяют по ширине ленточного транспортера 3 скребковым разравнивающим устройством 2.

Производительность скребкового разравнивающего устройства 2 ( $Q_{СРУ}$ ) определим по выражению (3) [7, 12]

$$Q_{СРУ} = a \cdot b \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma_2, \quad (3)$$

где  $a$  – длина скребка,  $m$ ;  
 $b$  – высота скребка,  $m$ ;  
 $v$  – скорость движения скребка,  $m/c$ ;  
 $\rho$  – насыпная плотность зерна,  $kg/m^3$ ;  
 $\gamma_2$  – коэффициент заполнения межскребкового пространства скребкового разравнивающего устройства.

Заменим длину скребка и высоту площадью, тогда выражение (3) можно представить в виде

$$Q_{СРУ} = S_1 \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma_2, \quad (4)$$

где  $S_1$  – площадь скребка распределительного устройства,  $m^2$ .

Зерно будет распределяться нижней кромкой скребков, поэтому заполнение межскребкового пространства будет малым.

Подачу зерна лентой конвейера 3 определим по выражению

$$Q_{Л} = F_{Л} v_{Л} \rho, \quad (5)$$

где  $F_{Л}$  – площадь поперечного сечения перемещаемого материала,  $m^2$ ;  
 $v_{Л}$  – скорость движения ленты,  $m/c$ ;  
 $\rho$  – насыпная плотность зерна,  $kg/m^3$ .

Чтобы производительность конвейера для проращивания зерна была наибольшей, необходимо равномерно распределить зерно по всей площади ленты. Равномерное распределение зерна обеспечивается путем его постоянной подачи на верхнюю ленту и одновременного распределения по площади ленты, то есть при условии

$$Q_{Ш} = Q_{СРУ} = Q_{Л}, \quad (6)$$

где  $Q_{Ш}$  – подача первого шнека,  $kg/c$ ;  
 $Q_{СРУ}$  – подача скребкового распределительного устройства,  $kg/c$ .;  
 $Q_{Л}$  – подача ленты,  $kg/c$ .

Ширина ленты составляет 2 м, высота слоя зерна на ленте определяется из условия реализации технологического процесса. Частота вращения шнека напрямую зависит от заданной производительности. В этом случае основными расчетными конструктивными параметрами будут диаметр шнека и шаг, который с учетом вышеизложенного определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{240Q_{ш}}{\pi sn\rho\gamma_1}}, \quad (7)$$

где  $s$  – шаг шнека, м;

$n$  – скорость вращения шнека,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$\rho$  – плотность зерна,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\gamma_1$  – коэффициент заполнения межвиткового пространства.

Принимая во внимание, что в соответствии с уравнением (4) подача шнека должна быть равна подаче ленточного транспортера и производительности разравнивающего устройства, формулу (7) запишем в виде

$$D = \sqrt{\frac{240Q_{СКР}}{\pi sn\rho\gamma_1}}. \quad (8)$$

После преобразования выражения (8) получим

$$\pi D^2 sn\gamma_1 = 240S_1v\gamma_2. \quad (9)$$

Выразим скорость движения скребкового разравнивающего устройства по формуле

$$v = \frac{\pi D^2 sn\gamma_1}{240S_1\gamma_2}, \quad (10)$$

где  $D$  – диаметр шнека, м;

$s$  – шаг шнека, м;

$n$  – скорость вращения шнека,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$S_1$  – площадь скребка распределительного устройства,  $\text{м}^2$ ;

$\gamma_1$  – коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека;

$\gamma_2$  – коэффициент заполнения межскребкового пространства скребкового разравнивающего устройства.

Зависимость скорости движения скребкового распределительного устройства от скорости вращения шнека представим на рисунке 3.

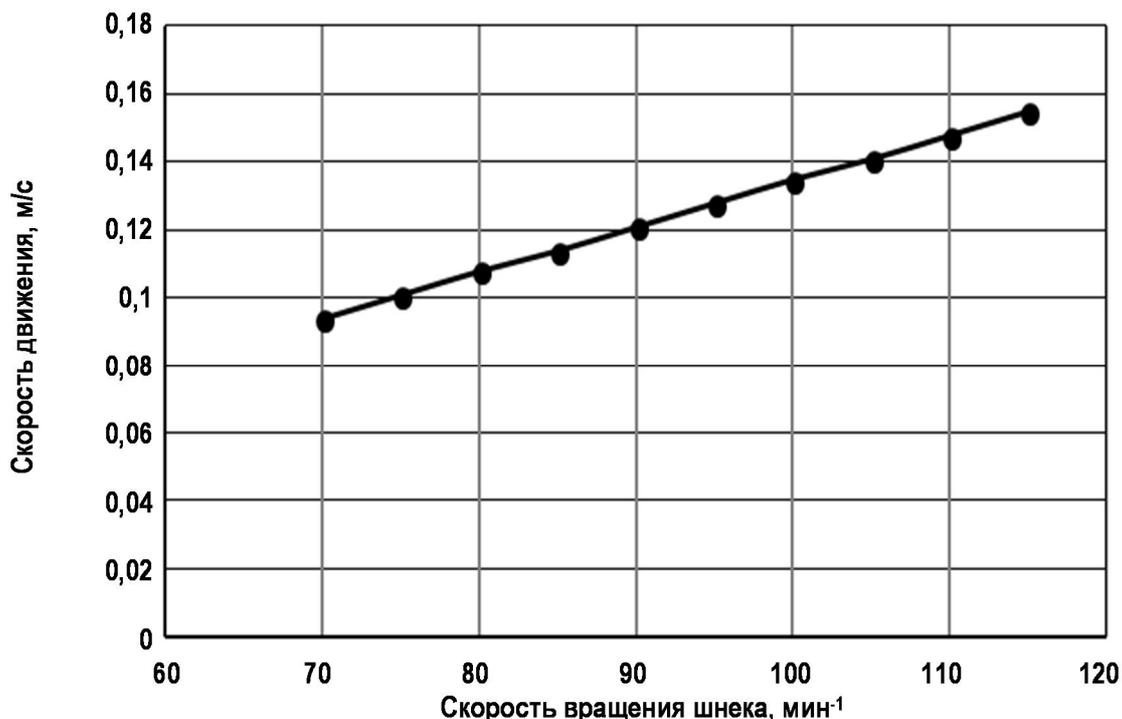


Рис. 3. Зависимость скорости движения скребкового распределительного устройства от скорости вращения шнека

Расчеты показывают, что при диаметре шнека 0,12 м, шаге шнека 0,1 м, площади скребка распределительного устройства 0,014 м<sup>2</sup> и скорости вращения шнека, изменяемой от 70 до 115 мин<sup>-1</sup>, скорость движения скребкового распределительного устройства возрастает с 0,094 до 0,155 м/с.

### Выводы

Используя описанный конвейер, можно ежедневно, независимо от времени года, получать свежие порции пророщенного зерна, а также исключить ручной труд.

Предложенные математические выражения позволяют увязать основные конструктивные и режимные параметры: производительность скребкового распределительного устройства, загрузочного шнека конвейера и ленточного транспортера, необходимые для изготовления предложенного конвейера для проращивания зерна.

### Библиографический список

1. Булавин С.А. Автоматизация процесса поддержания оптимальных режимных параметров при проращивании зерна на витаминный корм животным / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. – № 2 (2). – С. 20–28.
2. Булавин С.А. Конвейер для проращивания зерна / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Инновационные пути развития АПК на современном этапе : матер. XVI международной научно-производственной конференции (14–16 мая 2012 г., г. Белгород). – Белгород : Изд-во БГСХА, 2012. – С. 168.
3. Булавин С.А. Скармливание пророщенного зерна свиньям в промышленных условиях / С.А. Булавин, Ю.В. Саенко // Кормопроизводство. – 2014. – № 8. – С. 37–39.
4. Булавин С.А. Технологическая линия для подготовки корма из пророщенного зерна / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 6. – С. 14–16.
5. Вендин С.В. Измельчение пророщенного зерна для приготовления кормовых смесей / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко. – Москва; Белгород : ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2017. – 138 с.
6. Вендин С.В. Технологическая линия проращивания зерна на витаминный корм / С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Сельский механизатор. – 2017. – № 2. – С. 24–25.
7. Моргачев В.Л. Подъемно-транспортные машины : учебник / В.Л. Моргачев. – Москва : Машиностроение, 1964. – 344 с.
8. Пат. 2 444 881 Российская Федерация, МПК А01С 1/02, А01G 31/04 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна / Саенко Ю.В., Булавин С.А., Головин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА. – № 2010141227/21; заявл. 07.10.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. – 9 с.
9. Пат. 2642511 Российская Федерация, МПК А01С 1/02 (2006.01). Конвейер для проращивания зерна / Вендин С.В., Саенко Ю.В., Саенко С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. – № 2017107674; заявл. 07.03.2017, опубл. 25.01.2018, Бюл. № 3. – 9 с.
10. Пономарев А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства : монография / А.Ф. Пономарев ; под общ. ред. Г.С. Походни. – Белгород : Изд-во БГСХА, 2003. – 615 с.
11. Саенко Ю.В. Новое в технологии приготовления проращивания зерна / Ю.В. Саенко, С.В. Саенко // Научные труды ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства Россельхозакадемии. – 2010. – Т. 21, № 3. – С. 50–54.
12. Саенко Ю.В. Разработка технологии и технических средств для приготовления кормовых смесей свиньям с использованием пророщенного зерна : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Ю.В. Саенко. – Мичуринск, 2016. – 39 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

Андрей Андреевич Гетманов – аспирант кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», Россия, Белгородская обл., п. Майский, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 02.10.2018

Дата принятия к печати 26.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

Andrey A. Getmanov – Postgraduate Student, the Dept. of Machinery and Equipment in Agribusiness, Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, Russia, Belgorod Oblast, Maisky settlement, e-mail: yuriy311300@mail.ru.

Received October 02, 2018

Accepted November 26, 2018

## ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУШКИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

**Иван Васильевич Баскаков**  
**Владимир Иванович Оробинский**  
**Алексей Михайлович Гиевский**  
**Алексей Викторович Чернышов**  
**Татьяна Николаевна Тертычная**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследования по изучению влияния процесса предварительного озонирования зернового вороха в буферной емкости на эффективность последующей сушки зерна кукурузы. Обработка озоном – это экологически чистая операция, не загрязняющая окружающую среду. Единственным фактором, сдерживающим применения озона в России, является его негативное воздействие в больших концентрациях на здоровье человека. Необходимо следить за уровнем газа в рабочей зоне сотрудников, устанавливая специализированные сигнализаторы, при этом остаточный озон, который не находится в непосредственной близости от людей, совершенно неопасен, так как быстро распадается до обычного кислорода, не только не загрязняя атмосферу, но и обогащая воздух столь необходимым для жизнедеятельности человека химическим элементом. Несмотря на выявленное в ходе экспериментов положительное влияние озонирования на эффективность сушки зерна, признано нецелесообразным осуществлять процесс озонирования в зерносушилке в связи с тем, что ее конструкция негерметична, и газ поступает в окружающую среду с превышением уровня ПДК в рабочей зоне оператора. Кроме того, подавать кислород в пожароопасный объект также нецелесообразно по соображениям техники безопасности. Поэтому было предложено проводить озонирование в достаточно герметичных силосах буферного хранения, в которых зерно находится перед загрузкой в зерносушилку и которые с минимальными затратами могут быть дооборудованы системой озонирования. Озон ослабляет химические связи влаги с органическими компонентами зерновки, в результате чего частицы воды из внутренних слоев зерна выходят наружу. Так как поверхностную влагу удалить гораздо проще, повышается эффективность последующего процесса сушки. Установлено, что предварительная обработка зернового вороха озоном способствует более интенсивному снижению его влажности по сравнению с обычными условиями. В результате озонирования зерна кукурузы скорость его последующей сушки в среднем повысилась на 1,25%/ч.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерно, кукуруза, озон, озонирование, сушка, зерносушилка.

## THE IMPACT OF OZONATION ON THE EFFICIENCY OF DRYING OF CORN GRAIN

**Ivan V. Baskakov**  
**Vladimir I. Orobinsky**  
**Aleksey M. Gievsky**  
**Aleksey V. Chernyshov**  
**Tatiana N. Tertychnaya**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of research on the effect of the process of preliminary ozonation of grain heap in the buffer tank on the efficiency of subsequent drying of corn grain. Ozone treatment is an environmentally friendly operation that does not pollute the environment. The only factor hindering the use of ozone in Russia is the negative impact of its high concentrations on human health. It is necessary to monitor the level of gas in the working area of employees by installing specialized signaling devices. At the same time residual ozone, which is not in close proximity to people, is absolutely undangerous as it quickly decays to ordinary oxygen not only without polluting the atmosphere, but also enriching the air with the chemical element so necessary for human life. Despite the experimentally revealed positive effect of ozonation on the efficiency of grain drying, it is considered inexpedient to carry out the ozonation process in the grain dryer due to the fact that its body is

unsealed, and the gas is emitted into the environment exceeding the MPC level in the operator's working area. In addition, supplying oxygen to a fire hazardous object is also not advisable for safety reasons. Therefore, it was proposed to perform ozonation in sufficiently hermetic buffer storage tanks, in which the grain is stored before being loaded into the grain dryer and which can be equipped with an ozonation system at minimal costs. Ozone contributes to weakening of chemical bonds of moisture with organic components of kernel. As a result, particles of water from the inner layers of the grain come out. Since it is much easier to remove surface moisture, the efficiency of subsequent drying process is increased. It has been established that pretreatment of grain heap with ozone contributes to a more intensive decrease in its humidity compared to ordinary conditions. As a result of ozonation of corn grain the rate of its subsequent drying increased on average by 1.25 %/h.

KEYWORDS: grain, corn, ozone, ozonation, drying, grain dryer.

**И**з всех зерновых культур кукуруза пользуется стабильным спросом на международном рынке зерна. Ее производство в Российской Федерации постоянно растет. Уборка кукурузы на зерно значительно отличается от уборки других зерновых культур. Прежде всего, это связано с неблагоприятными погодными-климатическими условиями, которые преобладают в России на момент проведения работ. Значительную роль играют физиологические особенности кукурузы и длительный период вегетации растения. В результате влажность зерна при уборке культуры значительно превышает кондиционное значение [3]. Даже десикация не позволяет полностью избавиться от данного недостатка. Задержка с уборкой кукурузы на зерно, особенно в условиях прохладной погоды, не только затрудняет работу зерноуборочных комбайнов, но также влияет на последующую послеуборочную обработку, сушку и хранение зерна.

В качестве теоретико-методической основы представленных исследований были использованы работы многих ученых, которые изучали возможности применения озонозооной среды при сушке зерна различных сельскохозяйственных культур, в частности Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко, Т.П. Троцкой, Н.В. Ксенз с соавт., Р.И. Штанько, A.F. Rozado, L.R.D. Faroni et al, S. Beszédes, Z. László et al [1, 5, 6, 7, 9, 10, 11]). В ходе эксперимента использовались также результаты ранее проведенных исследований и собственные разработки авторов [2, 3].

По данным исследований по определению влажности зерна кукурузы в предуборочный период, который в Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации проходит начиная с октября, показатель влажности колеблется в зависимости от отдельно взятого початка в широких пределах: от 22,8 до 39,8%. Масса зерна в одном початке варьирует от 176 до 338 г, в среднем данный параметр составляет 277,7 г. При этом следует отметить, что в початке даже на корню присутствуют поврежденные зерновки. Масса 1000 целых семян в початке составляет в среднем 429 г, а поврежденных – 153 г при средней влажности зерна 33,5%. Характеристика исходного вороха кукурузы в предуборочный период приведена в таблице.

Характеристика исходного вороха кукурузы в предуборочный период

Средняя масса зерен в початке, г			Средний процент поврежденных зерен в початке, %	Масса 1000 семян, г		Средняя влажность зерна в початке, %
всего	целых	поврежденных		целых	поврежденных	
277,7	265,7	12	4,2	429	153	33,5

Как следует из данных таблицы, в среднем 4,2% зерновок в каждом початке являются поврежденными. В основном наибольшее число поврежденных зерновок находится в верхней части початка, которая на момент уборки не прикрыта листьями (рис. 1). В некоторых початках до 9,4% зерна может быть недоброкачественным уже на корню, при этом в верхней части початка находится наибольшее количество невыполненных, сморщенных, легковесных, деформированных вследствие неблагоприятных условий развития и созревания зерновок. Без должной послеуборочной обработки они в дальнейшем станут очагом порчи всего собранного урожая.



Рис. 1. Состояние початков кукурузы в предуборочный период

Для того чтобы сохранить убранный урожай, необходимо проводить сушку зерна до влажности 14%. Однако кукуруза обладает плотной оболочкой, которая очень плохо пропускает влагу. В основном зерно принимает и отдает воду через зародыш. Из-за неравномерного распределения влаги внутри зерновки при ее сушке происходит неравномерная усадка, что приводит к появлению микротрещин. Это особенно вредно при заготовке семян, но и на товарном зерне данные повреждения будут снижать продолжительность хранения убранный урожай. Кроме того, крупные зерна хуже отдают влагу, поэтому в совокупности с повышенным значением влажности исходного вороха высушить его за один цикл практически невозможно. В связи с этим можно констатировать, что современная технология сушки зерна кукурузы требует совершенствования.

Одним из путей повышения эффективности процесса сушки зерна может выступать использование регулируемой газовой среды, способствующей повышению влагоотдачи. Наиболее перспективным направлением считается применение озонозвдушной смеси [4, 9].

Известно, что озон обладает мощными бактерицидными и фунгицидными свойствами, способствует активизации клеточных мембран и снижению энергетического уровня связей влаги с органическими веществами. Благодаря этому процесс сушки протекает более интенсивно [1, 7, 8]. Кроме того, озонирование способствует повышению всхожести семян и урожайности культур [4].

Применение озонных технологий на практике сдерживается рядом трудностей технического характера, а также в связи с требованиями безопасности, которые в основном учитывают тот факт, что озон относится к числу вредных для здоровья человека газов [4]. Однако современный уровень развития техники позволяет минимизировать концентрацию газа в рабочей зоне работников до уровня ПДК путем установки в возможных местах утечек окислителя нейтрализующих его катализаторов. Для всевозможных нештатных ситуаций в конструкции систем озонирования следует предусмотреть специализированные сигнализаторы, которые предупредят работников предприятия об опасности.

В зарубежных странах озонные технологии используются в более широких масштабах. Например, «Агентство Министерства здравоохранения и социальных служб США» сертифицировало озон как дезинфицирующее средство, применение которого в сельском хозяйстве разрешено без ограничений [2]. Поэтому дальнейшее развитие российского сельского хозяйства без применения современных, экологически чистых систем озонирования приведет к отставанию отрасли от аналогичных сфер деятельности передовых западных государств.

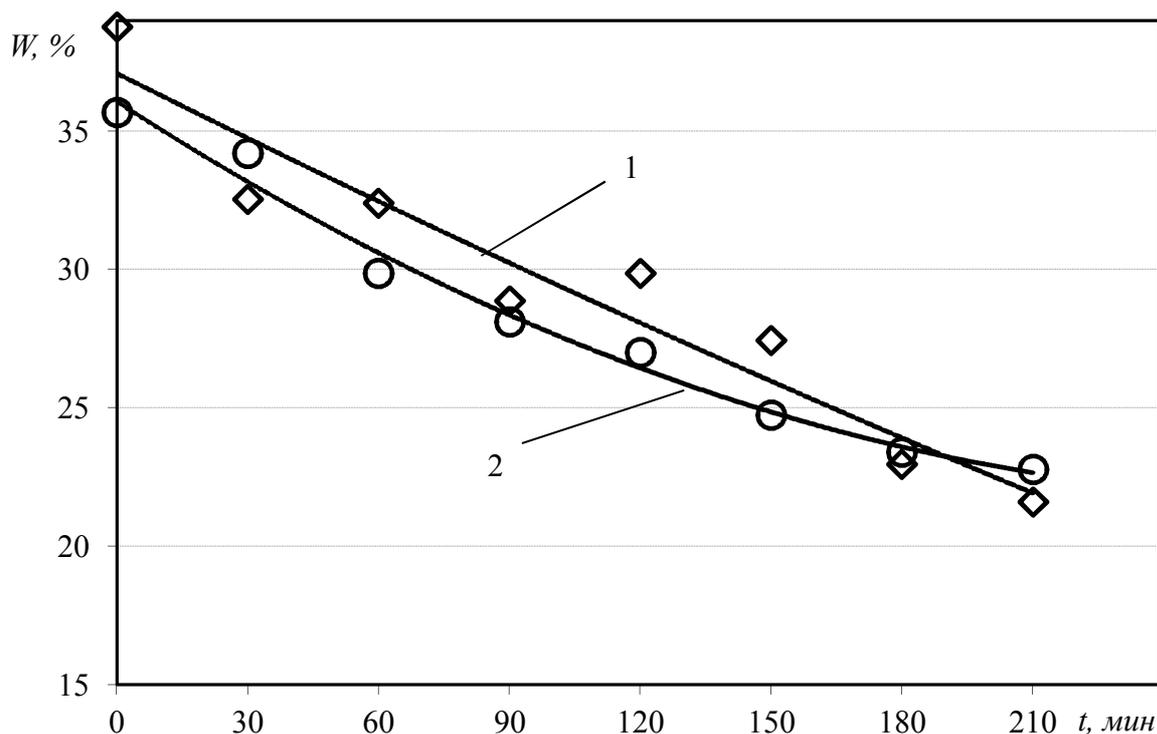
Целью исследований являлось определение влияния применения предварительной обработки зерна кукурузы озоном в буферном силосе на повышение эффективности последующего процесса сушки.

Предлагается с целью увеличения сроков безопасного хранения влажного вороха зерна кукурузы и повышения эффективности процесса влагоотдачи, а также снижения пагубного влияния процесса сушки на посевные качества семян проводить предварительное озонирование зернового вороха, прошедшего очистку, в буферных емкостях. Подобные металлические силоса устанавливаются в зерноочистительно-сушильных комплексах типа КЗС. Данные зернохранилища оснащены системой аэрации, которую следует дооборудовать озонаторной установкой. Это технически несложно, существует ряд подобных конструкций.

Чтобы выявить целесообразность применения предварительной обработки зерна кукурузы озоном в буферном силосе, были проведены соответствующие исследования. Их суть заключалась в том, что ворох средней влажностью 34,84% общей массой 25 кг был помещен в герметичную емкость, которая в течение 1,5 часа вентилировалась озонородной смесью. Расход агента составлял 0,7 м<sup>3</sup>/ч, средняя концентрация озона – 5 мг/м<sup>3</sup>. При этом озонородная смесь подавалась в нижнюю часть емкости, чтобы озон полностью пронизывал ворох и постепенно вытеснял более легкий воздух. Некоторая доля газа, проникая внутрь зерновки, способствует выводу влаги наружу.

На следующем этапе эксперимента была произведена загрузка вороха, обработанного озонородной смесью, и контрольного образца в лабораторную шахтную зерносушилку. При этом шахту предварительно разделили на две независимые и равные по объему камеры. В течение всего опыта в зерносушилке поддерживалась температура агента сушки в диапазоне 60...70°C. Каждые 30 минут производилась разгрузка части зерен с замером влажности материала из обеих шахт.

В результате исследований установлено, что у зерна, вентилируемого озонородной смесью, влажность повысилась до 38,76%. Это можно объяснить тем, что под воздействием озона избыточная влага из внутренних слоев зерновки за счет ослабления химических связей вышла на поверхность. В целом озонирование способствовало повышению средней влажности вороха на 3,92%. Данную поверхностную влагу при сушке удалить значительно проще, чем влагу из внутренних слоев зерновки. При этом контрольный образец, не подвергавшийся озонированию, на момент загрузки в зерносушилку имел среднюю влажность 35,68%. Результаты эксперимента по сушке зерна кукурузы представлены на рисунке 2.



**Рис. 2. Зависимость изменения влажности зерна кукурузы ( $W$ ) от времени его сушки ( $t$ ) и вида предварительной обработки влажного вороха: 1 – озонированное зерно; 2 – необработанное зерно**

Анализ полученных результатов эксперимента показал, что действие озона в основном прослеживается на протяжении первого получаса. За данный отрезок влажность в экспериментальной партии зерна снизилась на 6,23%. В исходном образце за 30 минут сушки удалось снизить содержание влаги на 1,48%. Это доказывает то, что предварительное озонирование влажного вороха способствует ускорению влагоотдачи в начальный период сушки на 4,75%. В последующем озон разложился, и далее процесс сушки протекал со схожими параметрами. Однако стоит заметить, что по истечении 3,5 часа эксперимента влажность озонированных семян была на 1,18% ниже, чем в контрольном образце.

Полученные результаты исследований описываются полиномиальной зависимостью второй степени с достаточной достоверностью. Зависимость изменения влажности озонированного зерна кукурузы при его сушке от времени имеет следующий вид:

$$W = 0,00003 \cdot t^2 - 0,0789 \cdot t + 37,081, \quad (1)$$

где  $W$  – влажность зерна, %;  
 $t$  – время сушки, мин.

При этом коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2$  составляет 0,925.

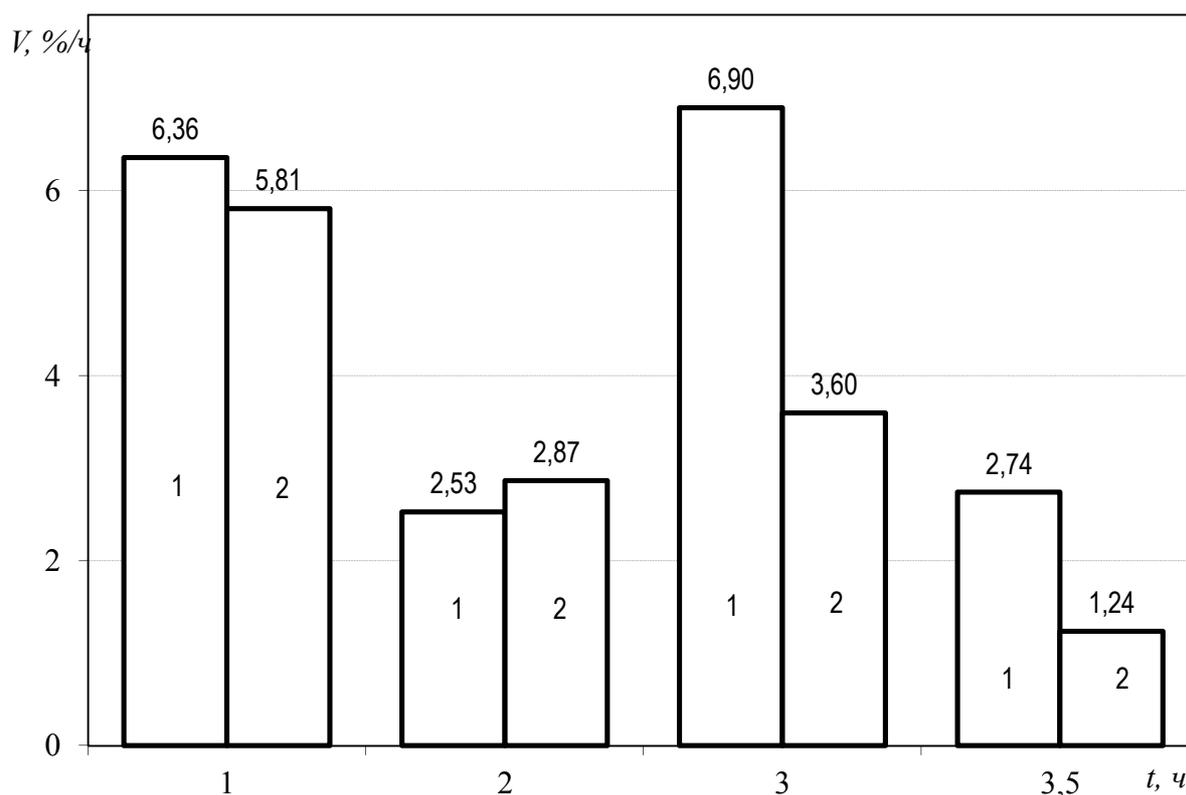
Зависимость изменения влажности необработанного зерна кукурузы при его сушке от времени имеет следующий вид:

$$W = 0,0002 \cdot t^2 - 0,102 \cdot t + 36,067. \quad (2)$$

При этом коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2$  составляет 0,986.

По мере сушки относительная влажность отработанного воздуха снижалась с 73 до 54%, а температура выгружаемого зерна повышалась с 19 до 23°C.

На протяжении практически всего опыта скорость сушки озонированного зерна опережала аналогичный показатель контрольного образца. Только во второй час опыта получены практически идентичные значения (рис. 3).



**Рис. 3. Зависимость скорости сушки зерна кукурузы (V) от времени (t) и вида предварительной обработки влажного вороха: 1 – озонированное зерно; 2 – необработанное зерно**

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что предварительное озонирование зерна кукурузы способствует повышению скорости сушки до 3,3%/ч. В среднем данный параметр составил 1,25%/ч.

Однако довести столь влажный ворох до кондиционного состояния по влажности за один цикл не удалось, поэтому требуется еще раз загружать зерно в зерносушилку, что неизбежно приводит к потере качества зерна. В этом случае озонирование еще более актуально, так как обработанный озоновоздушной смесью ворох имеет гораздо больший срок безопасного буферного хранения.

Таким образом, можно рекомендовать озонирование зерна кукурузы в металлических буферных силосах перед сушкой на стандартных зерносушилках. Предварительное озонирование зерна кукурузы повышает скорость последующей сушки в шахтной зерносушилке в среднем на 1,25%/ч. Особенную целесообразность обработка озонном приобретает при заготовке семян, поскольку газ способствует повышению ростовых процессов и урожайности.

#### Библиографический список

1. А. с. № 1 095 899 СССР, МПК А01F 25/08 (2000.01). Способ сушки семян зерновых культур / Н.А. Глушенко, Л.Ф. Глушенко, Т.П. Троцкая ; заявитель Гродненский сельскохозяйственный институт. – № 3355297 ; заявл. 04.09.1981 ; опубл. 07.06.1984, Бюл. № 21. – 5 с.
2. Баскаков И.В. Влияние озона на процесс сушки зерна / И.В. Баскаков, В.В. Чистохвалов // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства : матер. I Международной науч.-практ. конф. (Макеевка, 26 апреля 2018 г.). – Макеевка : ГОУ ВПО Донбасская аграрная академия, 2018. – Т. III. – С. 31–36.

3. Обоснование применения процесса озонирования при производстве кукурузы на зерно / И.В. Баскаков и др. // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия, Воронеж, 1–2 ноября 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. I. – С. 197–201.
4. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве / И.В. Баскаков и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 3 (50). – С. 120–126.
5. Троцкая Т.П. Сушка зерна с помощью озонозвоздушной смеси / Т.П. Троцкая // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. – № 1. – С. 36–39.
6. Троцкая Т.П. Электроактивирование процессов сушки растительных материалов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Т.П. Троцкая. – Москва, 1998. – 31 с.
7. Штанько Р.И. Электроозонаторная установка для сушки зерна : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Р.И. Штанько. – зерноград, 2000. – 143 с.
8. Энергосберегающая технология сушки зерна / Н.В. Ксенз и др. // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 2. – С. 11–16.
9. 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.
10. 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.
11. Influence of corn grain mass temperature on ozone toxicity to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and quality of oil extracted from ozonized grains / L.R.A. Faroni, A.M. Pereira, A.H. Sousa, M.T.C. Silva, W.I. Urruchi // IOA Conference and Exhibition Proceedings (Valência, Espanha, 2007). – Valência : IOA, 2007. – Vol. 1. – Pp. 1–6.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Васильевич Баскаков – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vasich2@yandex.ru.

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

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.

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

Дата поступления в редакцию 16.10.2018

Дата принятия к печати 26.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan V. Baskakov – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vasich2@yandex.ru.

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

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

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

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

Received October 16, 2018

Accepted November 26, 2018

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В ВОРОХЕ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОЗОНИРОВАНИЯ

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

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Проведены исследования по выявлению зависимости изменений концентрации озона внутри зерна кукурузы от периода озонирования и времени выхода газа. Эксперимент проводили в относительно герметичной металлической емкости, имитирующей зернохранилище силосного типа, которое чаще всего используют для временного хранения влажного зернового вороха перед последующей сушкой материала. Озоновооздушную смесь подавали снизу, чтобы озон постепенно вытеснял более легкий воздух, заполняя весь объем. Заполнение газом пустой и загруженной зерном кукурузы емкости показало, что процесс снижения концентрации окислителя протекает по-разному. Следовательно, органический материал влияет на разложение озона внутри зернохранилища и время его действия. При контакте газа с компонентами зерновки происходит их окисление. Часть озона проникает внутрь зерна и накапливается в нем. Поэтому по мере насыщения вороха газом время его выхода из зернохранилища меняется. Установлено, что на процесс влияют исходные параметры зерна, особенно влажность. С целью снижения расхода озоновооздушной смеси подачу газа можно периодически прекращать, но чтобы процесс озонирования не прерывался, необходимо определить, в течение какого времени сохраняются свойства окислителя в зерновом ворохе. В результате исследований выявлено, что целесообразней озонирование осуществлять периодами насыщения зерна озоновооздушной смесью с последующим вентилированием воздухом с отключенным озонатором до момента снижения концентрации озона до уровня, близкого к ПДК. Затем обработку необходимо возобновлять. При этом озонирование рекомендуется осуществлять на протяжении не менее 33 мин. с интервалами отключения озонатора не более 10 мин., что обеспечивает непрерывность обработки влажного зерна кукурузы озоном.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зерно, кукуруза, озон, озонирование, время снижения концентрации озона до уровня ПДК.

## THE DEPENDENCE OF CHANGES IN OZONE CONCENTRATION INSIDE CORN GRAIN HEAP ON THE INITIAL PARAMETERS OF THE PROCESS

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

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Studies have been conducted to identify the dependence of changes in ozone concentration inside the corn grain on the duration of ozonation and gas emission time. The experiment was carried out in a relatively hermetic metal container simulating a silo-type grain storage, which is most often used for temporary storage of wet grain heap before subsequent drying of the material. The ozone-air mixture was supplied from below so that ozone would gradually force out the lighter air filling the entire volume. The container being empty and loaded with corn grain was filled with gas. This showed that the process of reducing the concentration of the oxidant proceeds differently. Hence, the organic material affects the decomposition of ozone and its duration inside the grain storage. Kernel components oxidize upon contact with the gas. Part of the ozone penetrates into the grain and accumulates in it. Therefore, as the heap is saturated with the gas, the time of its emission from the grain storage changes. It is established that the process is influenced by the initial parameters of the grain, especially its humidity. In order to reduce the consumption of ozone-air mixture, the gas supply can be periodically stopped. However, it is necessary to determine the time over which the oxidizing agent retains its properties in the grain heap, so that the ozonation process is not interrupted. As a result of research it is revealed that it is more expedient to carry out the ozonation by periods of grain saturation with ozone-air mixture followed by ventilation with air with the ozonizer turned off until the ozone concentration drops to a level close to the

MPC. Then the treatment should be resumed. In this case it is recommended to continue the ozonation for at least 33 minutes with the ozonizer shutdown intervals of not more than 10 minutes, which ensures the continuity of treatment of wet corn grain with ozone.

KEYWORDS: grain, corn, ozone, ozonation, time to reduce the ozone concentration to the MPC.

**Н**а современном этапе развития сельского хозяйства необходимо внедрение инновационных технологий. Применение ядохимикатов, использование вредных антибиотиков, опасных для здоровья человека, удобрений тормозят совершенствование отрасли, загрязняя природу и угнетая культурные растения. В настоящее время на первый план выходят принципиально новые технологии, которые не оказывают отрицательного влияния на экологию. Во многих случаях обработка сельскохозяйственной продукции озоном оказывает идентичное с химическими препаратами действие. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве позволит отказаться от ряда опасных операций, например, протравливания семян и обработки пестицидами помещений против вредителей, болезней или грибных инфекций.

С каждым годом озон все шире применяется в сельском хозяйстве. Были проведены исследования по изучению процесса озонирования в садоводстве [3], растениеводстве [1, 10], птицеводстве [8], животноводстве [2], пчеловодстве [5], переработке [7, 12] и других отраслях [4, 11]. Однако повсеместного практического внедрения инновационной технологии озонирования не последовало. В основном это связано с негативным воздействием больших концентраций озона на здоровье человека и пробелами в изучении влияния газа на конкретную проблему. Большинство ученых выявили те или иные преимущества использования процесса озонирования, поэтому от дальнейших исследований отказываться не следует, а необходимо развивать и совершенствовать данное направление. Тем более доказано, что озонирование способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур [6].

В исследованиях процесса озонирования во время обработки и хранения зерна остается недостаточно изученным вопрос поведения озона внутри зернового вороха. При контакте газа с зерновкой происходит окисление органических компонентов. Часть озона распадается до кислорода [9]. При этом с целью снижения расхода озонородушной смеси подачу газа можно прекращать, но чтобы процесс озонирования не прерывался, необходимо узнать, в течение какого времени сохраняются свойства окислителя в зерновом ворохе. Для этого были проведены соответствующие исследования. Поскольку влажный ворох чаще всего на зерноочистительных агрегатах временно содержится в силосах, то решено было вентилировать зерно в относительно герметичной металлической емкости, подобные зернохранилища применяются в сельском хозяйстве [7].

Зерновой ворох повышенной влажности общей массой 24...26 кг помещали в емкость, которая в течение некоторого времени вентилировалась озонородушной смесью. Расход агента составлял 0,7 м<sup>3</sup>/ч. При этом озонородушная смесь подавалась в нижнюю часть емкости, чтобы озон полностью пронизывал ворох и постепенно вытеснял более легкий воздух. Затем озонатор выключали, после чего контролировали концентрацию озона прибором «Сигма-03» через определенный промежуток времени.

На первом этапе было выявлено, что озон в пустой емкости и в емкости, загруженной зерном, ведет себя по-разному. Следовательно, зерновой ворох оказывает влияние на процесс распада газа.

Поскольку наиболее актуальны исследования на культурах, которые имеют низкую влагоотдачу и плотную оболочку, то эксперимент провели на зерне кукурузы.

На следующем этапе в емкость загружали зерно кукурузы средней влажностью 35% при температуре воздуха 23°C. Вентилирование озонородушной смесью проводили в течение 10 мин. с последующим отключением озонатора до момента достижения уровня концентрации озона, близкого к ПДК. При этом компрессор не отключали, т. е. поток

воздуха внутри емкости сохранялся. Далее подачу газа возобновляли. Процесс озонирования повторяли через 10 мин. Так как используемый датчик позволял измерять концентрацию в диапазоне 0...5 мг/м<sup>3</sup>, то при больших значениях в таблице записывали показатель «более 5». Данные изменения концентрации озона в зерновом ворохе приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Изменение концентрации озона в зерне кукурузы влажностью 35% при температуре окружающего воздуха 23°C**

Время, мин. озонирования (суммарно) выхода газа	Концентрация озона, мг/м <sup>3</sup>				
	10	10 (20)	10 (30)	10 (40)	10 (50)
0	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5
1	Более 5	Более 5	5,06	5,06	4,8
2	5,06	Более 5	2,10	0,64	2,06
3	-	Более 5	1,02	0,16	0,30
4	-	Более 5	0,72	0,06	0,10
5	0,14	Более 5	0,46		
6		Более 5	0,4		
7		Более 5	0,32		
8		5,06	0,26		
9		1,70	0,24		
10		1,24	0,2		
11		0,94	0,16		
12		0,76	0,14		
13		0,62			
14		0,50			
15		0,42			
16		0,34			
17		0,30			
18		0,24			
19		0,20			
20		0,16			
21		0,14			
Суммарное время снижения концентрации озона до уровня ПДК, мин.	5 мин.	21 мин.	12 мин.	4 мин.	3 мин. 30 сек.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что за первые 10 мин. озонирования время выхода озона из емкости составило 5 мин. Это можно объяснить тем, что газ не был связан с зерном и быстро выветрился потоком воздуха. За следующие 10 мин. озонирования озон успел проникнуть внутрь зерновки. Поэтому его концентрация внутри емкости сохранялась в течение 21 мин. За следующие 10 мин. озонирования озон все еще насыщал зерновку, но, видимо, его остаточная часть находилась уже внутри зерна, поэтому время выхода газа из емкости снизилось до 12 мин. В четвертый и пятый периоды озонирования зерновка, по-видимому, была уже насыщена данным химическим элементом, и весь озон был остаточным, поэтому быстро выветривался. При этом время выхода газа из емкости не превышало 4 мин. Следовательно, в данных условиях вентилировать зерно кукурузы озоновоздушной смесью более 30 мин. с точки зрения насыщения зерна озоном нецелесообразно.

Далее определяли, сохраняется ли вышеописанная тенденция поведения озона в зерновом ворохе при других начальных условиях.

На следующем этапе в емкость загружали зерно кукурузы средней влажностью 27% при температуре воздуха 22°C. Методика проведения эксперимента была полностью выдержана аналогично предыдущему опыту. Единственным изменением было уменьшение временных интервалов фиксирования концентрации озона до 30 сек. (табл. 2).

**Таблица 2. Изменение концентрации озона в зерне кукурузы влажностью 27% при температуре окружающего воздуха 23°C**

Время, мин. озонирования (суммарно) выхода газа	Концентрация озона, мг/м <sup>3</sup>				
	10	10 (20)	10 (30)	10 (40)	10 (50)
0	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5
1 (1:30)	5,06	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5
2 (2:30)	0,56	Более 5	Более 5	Более 5	Более 5
3 (3:30)	0,2 (0,14)	Более 5	< 5 (5,06)	Более 5	Более 5
4 (4:30)		< 5 (5,06)	3,12 (2,32)	< 5 (4,82)	5,02 (3,70)
5 (5:30)		2,6 (2,02)	1,84 (1,52)	2,82 (2,16)	2,72 (2,14)
6 (6:30)		1,64 (1,36)	1,30 (1,16)	1,80 (1,50)	1,74 (1,46)
7 (7:30)		1,16 (1,02)	1,10 (1,00)	1,26 (1,12)	1,26 (1,12)
8 (8:30)		0,86 (0,76)	0,86 (0,76)	0,96 (0,86)	0,96 (0,86)
9 (9:30)		0,70 (0,62)	0,70 (0,62)	0,76 (0,70)	0,80 (0,70)
10 (10:30)		0,56 (0,50)	0,54 (0,50)	0,64 (0,56)	0,64 (0,56)
11 (11:30)		0,44 (0,40)	0,44 (0,42)	0,52 (0,50)	0,52 (0,46)
12 (12:30)		0,36 (0,34)	0,36 (0,34)	0,44 (0,40)	0,44 (0,40)
13 (13:30)		0,32 (0,26)	0,32 (0,30)	0,36 (0,34)	0,36 (0,34)
14 (14:30)		0,24 (0,24)	0,26 (0,24)	0,32 (0,30)	0,30 (0,26)
15 (15:30)		0,22 (0,20)	0,22 (0,20)	0,26 (0,24)	0,24 (0,24)
16 (16:30)		0,16 (0,14)	0,20 (0,14)	0,20 (0,18)	0,22 (0,20)
17 (17:30)				0,16 (0,14)	0,16 (0,14)
Суммарное время снижения концентрации озона до уровня ПДК, мин.	3 мин. 30 сек.	16 мин. 30 сек.	16 мин. 30 сек.	17 мин. 30 сек.	17 мин. 30 сек.

Из данных таблицы 2 видно, что на первых трех этапах полученные результаты согласуются с ранее описанным опытом. Однако в четвертый и пятый период озонирования тенденция предыдущего эксперимента была нарушена. Зерно продолжало насыщаться озоном и отдавать его в последующем. Следовательно, начальные условия озонирования влияют на данный процесс.

Аналогично термину влагоемкости зерна необходимо ввести понятие озоноемкости зерна, которое бы позволило количественно характеризовать озонотривающую способность органического материала. Другими словами, озоноемкость – это способность зерновки поглощать и удерживать в себе определенное количество газа за счет сорбционных сил и химических связей. В связи с этим было высказано предположение, что чем меньше влажность зерна, тем больше озона оно способно удержать.

На следующем этапе в емкость загружали зерно кукурузы средней влажностью 20% при температуре воздуха 16°C. Методика проведения эксперимента была немного изменена, озонирование проводили в течение 15 мин. В остальных условиях соответствовали предыдущим опытам. В итоге были получены результаты, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. Изменение концентрации озона в зерне кукурузы влажностью 20% при температуре окружающего воздуха 16°C

Время, мин. озонирования (суммарно) выхода газа	Концентрация озона, мг/м <sup>3</sup>		
	15	15 (30)	15 (45)
0	Более 5	Более 5 (5,06)	5,06 (2,8)
1	Более 5	4,2 (2,14)	1,84 (1,62)
2	Более 5	1,50 (0,8)	1,06 (0,76)
3	Более 5	0,60 (0,54)	0,66
4	Более 5	0,46 (0,44)	
5	Более 5 (5,06)	0,40 (0,38)	
6	3,88 (3,10)	0,36 (0,34)	0,36
7	2,70 (2,30)	0,32 (0,32)	
8	2,04 (1,90)	0,31 (0,30)	
9	1,66 (1,52)	0,28 (0,26)	
10	1,36 (1,30)	0,24 (0,22)	0,24
11	1,20 (1,12)		
12	1,04 (0,96)		
13	0,92 (0,86)		
14	0,80 (0,76)		
15	0,72 (0,66)		
16	0,64 (0,60)		
17	0,56 (0,54)		
18	0,52 (0,50)		
19	0,46 (0,44)		
20	0,42 (0,40)		
21	0,36 (0,34)		
22	0,34 (0,32)		

Анализ данных таблицы 3 показывает, что увеличение времени озонирования и снижение влажности зерна способствовали насыщению зерновки озоном уже на первом этапе. Даже вентиляция воздухом в течение 22 мин. не снизило концентрацию озона в емкости до уровня ПДК. Второй и третий периоды озонирования имели схожие результаты. Суммарное время опыта составило 2 часа, что на полчаса больше, чем в первых двух экспериментах. При этом сам процесс озонирования длился на 5 мин. меньше. Следовательно, период эксплуатации озонатора снизился, что экономически более выгодно.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью программы «Statistica 6.0», которая позволила определить уравнение регрессии. Время выхода озона в зависимости от периода озонирования и концентрации газа можно определить по формуле

$$t_{\text{вых}} = 1409,8857 - 30,7046 \cdot T_{\text{озон}} - 410,548 \cdot C_{\text{озон}} + 1,0043 \cdot T_{\text{озон}} \cdot C_{\text{озон}} + 0,3624 \cdot T_{\text{озон}}^2 + 48,5376 \cdot C_{\text{озон}}^2,$$

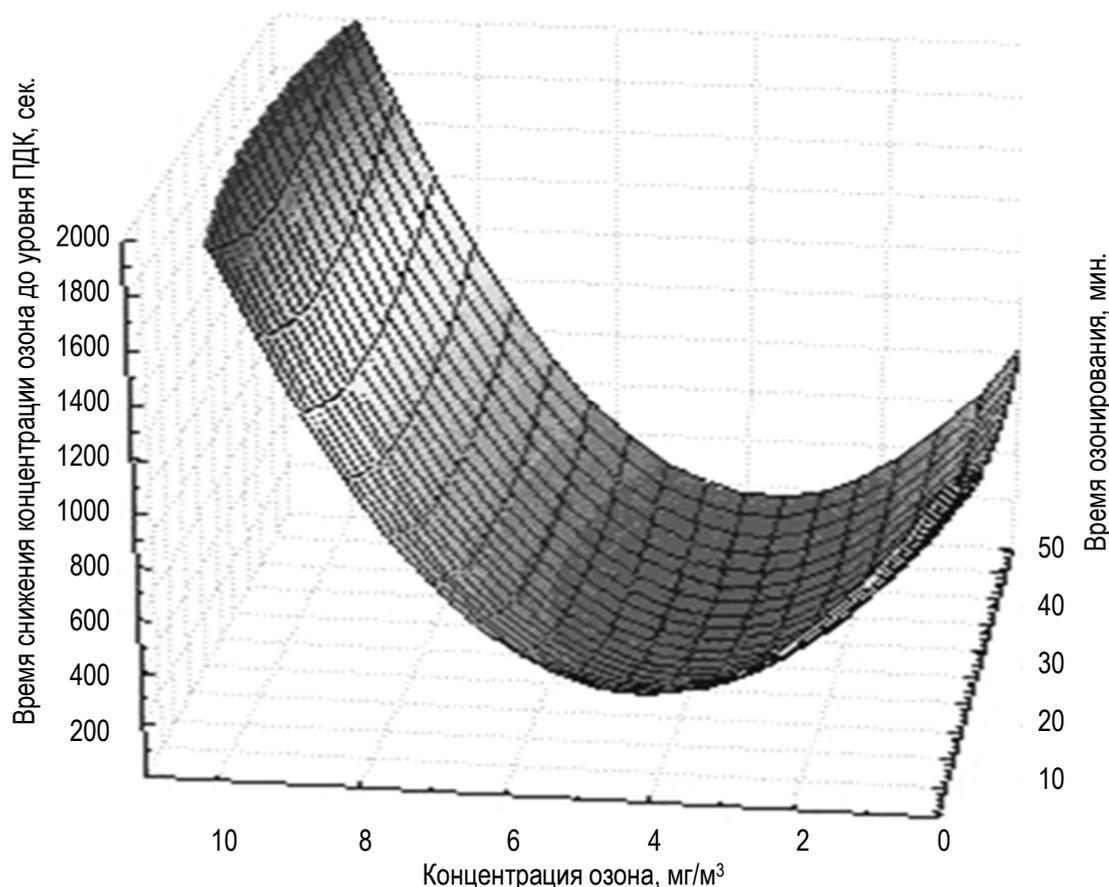
где  $t_{\text{вых}}$  – время снижения концентрации озона до уровня ПДК, сек;

$T_{\text{озон}}$  – суммарное время озонирования, мин;

$C_{\text{озон}}$  – концентрация озона, мг/м<sup>3</sup>.

Определение значимости коэффициентов уравнения регрессии показало, что наибольшее влияние на процесс оказывает совокупность факторов в виде произведения концентрации озона и времени озонирования.

Графически данное выражение представлено на рисунке.



**Зависимость изменения времени выхода озона из зерна кукурузы от концентрации озона и периода озонирования**

Результаты проведенных исследований показывают, что исходное состояние зерна оказывает существенное влияние на насыщение зерновки озоном. На данном этапе можно констатировать, что влажность материала и температура воздуха оказывают определенное действие на данный процесс. Полученная зависимость свидетельствует, что в среднем время выхода газа из зернового вороха составляет 10 минут, а минимальный необходимый период озонирования составляет 33 минуты. Необходимо продолжить исследования с целью выявления степени влияния других факторов на процесс, а также экспериментального определения озоноемкости зерна при различных условиях.

### 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. Ксенз Н.В. Электроозонирование воздушной среды животноводческих помещений : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Н.В. Ксенз. – Москва, 1992. – 27 с.
3. Механизация садоводства : учеб. пособие / И.В. Баскаков и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2011. – 100 с.
4. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК / Д.А. Нормов // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса* : сб. науч. тр. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – С. 86–89.
5. Нормов Д.А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Д.А. Нормов. – Краснодар, 2009. – 307 с.

6. 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, Воронеж, 10 января 2017 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – Ч. II. – С. 10–16.

7. Пат. 2 659 904 Российская Федерация, МПК А01С1/00, А01F25/14 (2006.01). Хранилище семян / Р.Л. Чишко и др. ; патентообладатель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – № 2017111422 ; заявл. 04.04.2017 ; опубл. 05.07.2018, Бюл. № 19. – 7 с.

8. Сторчевой В.Ф. Ионизация и озонирование воздушной среды в птицеводстве : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / В.Ф. Сторчевой. – Москва, 2004. – 283 с.

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

10. 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.

11. 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.

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

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Иван Васильевич Баскаков – кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: vasich2@yandex.ru.

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

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

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

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

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 10.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Ivan V. Baskakov – Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: vasich2@yandex.ru.

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

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

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

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

Received November 16, 2018

Accepted December 10, 2018

## СБАЛАНСИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

Социально-экономические системы рассматриваются как динамические системы, изменяющиеся во времени под воздействием совокупности внешних и внутренних факторов, а изменение систем во времени трактуется как общий случай их развития. В рамках авторского подхода развитие предлагается определять как протекающий во времени относительно устойчивый процесс аккумуляции значимых изменений характеристик системы, создающих условия перехода на новый уровень эволюции через обновление ее производительных сил и производственных отношений. В последнее время начала активно формироваться парадигма устойчивого развития социально-экономических систем. В качестве важной характеристики устойчивого развития рассматривается процесс достижения стратегического баланса между результатами деятельности человека как субъекта общественного развития и сохранением воспроизводственного потенциала биосферы, гарантирующего недопущение необратимых для природы последствий жизнедеятельности социума. В условиях возрастающей турбулентности окружающей среды способность систем сохранять свою структурную и функциональную целостность становится одним из ключевых свойств, отражающих потенциал их развития. В этой связи наряду с термином «устойчивое развитие» предлагается использовать категорию «сбалансированное развитие». Под сбалансированным развитием экономических систем предлагается понимать тип развития, обеспечивающий оптимальное соотношение между структурными и функциональными элементами системы и поддержание ресурсных пропорций, необходимых для сохранения целостности системы и эффективности ее функционирования. В качестве специфических принципов сбалансированного развития социально-экономических систем выделяются принципы адекватности целей, гармоничности, компромиссности, баланса интересов, сбалансированности ресурсного потенциала, адекватности структурных пропорций, оптимальности структуры системы, сбалансированности ресурсного и финансового обеспечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: развитие, устойчивое развитие, сбалансированное развитие, условия развития, социально-экономическая система, баланс интересов, структурные пропорции.

## BALANCED DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEMS: ESSENCE AND PRINCIPLES OF PROVISION

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

Socioeconomic systems are considered as dynamic systems that change over time under the influence of a combination of external and internal factors, and changes in systems over time are interpreted as a general case of their development. Within the framework of the authors' approach it is proposed to define development as a time-dependent, relatively steady process of accumulating significant changes in the characteristics of the system that create the conditions for transition to a new level of its evolution through updating its productive forces and production relations. Recently a paradigm of sustainable development of socioeconomic systems has begun to take shape. The most important characteristic of sustainable development is the process of achieving a strategic balance between the results of activities of people as a subject of social development and the preservation of reproduction potential of the biosphere that guarantees the prevention of consequences of social life that are irreversible for the nature. In the conditions of increasing environmental turbulence the ability of systems to maintain their structural and functional integrity becomes one of their key properties that reflect their developmental potential. In this respect it is proposed to use the category of "balanced development" alongside with the term "sustainable development". The authors propose

to interpret the balanced development of economic systems as the type of development that ensures the optimal ratio between the structural and functional elements of the system and maintenance of resource proportions necessary for preserving the system integrity and efficiency of its operation. Specific principles of balanced development of socioeconomic systems include the following: adequacy of goals, harmony, compromise, balance of interests, balance of resource potential, adequacy of structural proportions, optimality of structure of the system, and balance of resource and financial support.

KEYWORDS: development, sustainable development, balanced development, development conditions, socioeconomic system, balance of interests, structural proportions.

**Л**юбая социально-экономическая система относится к категории динамических систем, изменяясь во времени под воздействием совокупности внешних и внутренних факторов. Как правило, изменение системы во времени принято определять как ее развитие. Содержание категории «развитие» применительно к социально-экономическим системам до сих пор остается дискуссионным и довольно часто используется наравне с такими категориями, как «трансформация», «движение» и «изменение». При этом содержание данных понятий разграничивается в соответствии с их сущностным содержанием.

Например, по мнению А.В. Плякина и Е.А. Ореховой [13], изменения должны трактоваться как частные моменты неких процессов, тогда трансформацию, развитие и движение они определяют в виде процессов. При этом движение интерпретируется как любое изменение (количественное или качественное, прогрессивное или регрессивное, значимое или незначительное) параметров системы в отдельные периоды, а развитие определяется ими как некий фрагмент движения системы, характеризующийся длительными, устойчивыми, аккумулирующимися изменениями как количественных, так и качественных показателей, свидетельствующими о переходе системы из одного качественного состояния в другое, принципиально отличного от базового.

Развитие также часто рассматривается в виде адаптации социально-экономических систем к изменениям условий функционирования или как результат разрешения объективно существующих внутренних противоречий системы. Некоторые исследователи связывают развитие с прогрессивными изменениями системы, другие с их естественной эволюцией, а некоторые отождествляют развитие с изменениями, обеспечивающими экономический рост.

Эволюционный путь развития социально-экономических систем предполагает наличие у них специальных механизмов, позволяющих обеспечивать стабилизацию необходимого состояния объекта управления и ориентированных либо на ликвидацию любых отклонений от траектории эволюционного развития, либо на адаптацию структуры и функций управляемых подсистем к объективно изменчивым условиям функционирования. В тех случаях, когда данные механизмы не могут обеспечить адекватной реакции объекта управления, в том числе и в условиях высокого уровня неопределенности среды функционирования, то социально-экономическая система входит в фазу кризиса, преодоление которого представляется возможным как в рамках естественной эволюции, так и в результате скачкообразного перехода системы к новому относительно устойчивому состоянию.

Авторы данной статьи считают, что развитие следует рассматривать как протекающий во времени относительно устойчивый процесс аккумулирования значимых изменений характеристик системы, создающих условия перехода на новый уровень ее эволюции через обновление ее производительных сил и производственных отношений. Следует отметить, что речь идет именно о значимых для системы изменениях, происходящих на относительно длительных временных интервалах, позволяющих объективно оценить базовые тенденции и реальную направленность наблюдаемых изменений. Одной из ключевых характеристик развития можно считать взаимосвязь фаз развития,

их взаимообусловленность и непрерывность эволюции в соответствии с парадигмой развития системы.

В последнее время начала активно формироваться парадигма устойчивого развития социально-экономических систем, в рамках которой устойчивое развитие ассоциируется с их определенными позитивными изменениями, обеспечивающими сохранение структурной и функциональной целостности при повышении качества различных характеристик как всей системы, так и ее отдельных элементов. Правда, теория устойчивого развития систем пока не дала однозначного ответа на вопрос об источниках, порождающих возникновение этих позитивных изменений, и механизмах перехода системы из одного относительно устойчивого состояния в другое. Кроме того, открытыми остаются вопросы о соотношении категорий «устойчивость системы» и «изменения системы», об особенностях развития социально-экономических систем в фазах перехода из одного устойчивого состояния в другое и др.

На наш взгляд, термин «устойчивое развитие» содержит в себе определенные противоречия. С одной стороны, устойчивость системы рассматривается как ее способность сохранять определенное равновесное состояние при меняющихся внешних воздействиях, то есть как некая дискретная характеристика системы, с другой стороны, – как способность системы сохранять свои базовые свойства и качества на протяжении относительно длительного периода, то есть как некая ее динамическая характеристика. Кроме того, циклический характер развития социально-экономических систем объективно не позволяет обеспечить постоянные позитивные изменения, которые, как правило, отождествляются с устойчивым развитием.

Применительно к социально-экономическим системам категорию «устойчивость» предлагается использовать в качестве динамического понятия, отражающего способность системы к изменениям, адекватным эволюционирующей среде их функционирования. То есть устойчивость, по большому счету, это не сохранение равновесного состояния или неукоснительное следование выбранной траектории развития, а способность системы устойчиво наращивать потенциал позитивных изменений путем непрерывной корректировки своих параметров, функций, границ и целей.

Следует заметить, что появление термина «устойчивое развитие» связано с осмыслением роста экологических проблем, возникающих вследствие повышения уровня интенсивности хозяйственной деятельности человека, и усилением их негативного влияния на процессы социально-экономического развития, что в значительной мере обусловило нарастание противоречий между необходимостью увеличения объемов производства экономических благ и сохранением окружающей среды [10, 12, 15, 16, 17].

Широкое использование термина «устойчивое развитие», по мнению А. Вебера [4], стало возможным из-за отсутствия в русскоязычной научной литературе более корректного по содержанию эквивалента термина «sustainable development», которое не совсем адекватно глубинному смыслу, заложенному в него (в оригинале акцент допустимости, приемлемости, жизнеспособности развития). Исходя из глубинного смысла категории «sustainable» А. Вебер предлагает считать экономику устойчивой в том случае, если обеспечивается минимизация использования природных ресурсов, относящихся к категории невозобновляемых, или их замещение ресурсами возобновляемыми при обеспечении такого состояния экосистемы, которое необходимо для обеспечения биосферной устойчивости в длительной перспективе. Устойчивое развитие при этом не может отождествляться с экономическим ростом. Именно поэтому в современной экономической литературе устойчивое развитие, как правило, рассматривается как форма коэволюционного взаимодействия общества и природы, обеспечивающая сохранение биосферы, поддержание условий комфортного полноценного существования челове-

ства в обозримом будущем. В частности, Н.Н. Моисеев предложил подход к рассмотрению устойчивого развития как глобальной стратегии достижения такого состояния общества, которое способно создать условия коэволюции социума и биосферы [10].

После публикации доклада Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [5], сделанного в 1987 г., было предложено рассматривать экономические и социальные аспекты устойчивого развития как подчиненные по отношению к экологическим аспектам и решать экологические проблемы за счет ограничения экономических и социальных издержек общества и их перераспределения в пользу экологической составляющей развития.

При этом, как отмечают Т.А. Акимова и Ю.Н. Мосейкин [1], в рамках теории устойчивого развития экологическая, экономическая и социальная подсистемы общества рассматриваются не как самостоятельные и относительно обособленные области практической деятельности, а в рамках их естественного взаимодействия и объективно обусловленных взаимосвязей. То есть устойчивое развитие социально-экономических систем требует рассмотрения вопросов обеспечения экологической, экономической и социальной устойчивости в их диалектическом единстве с позиций системного подхода. Исходя из этого процесс общественного развития можно считать устойчивым только тогда, когда динамизм общества обеспечивается на основе экологизации производительных сил, роста экономической эффективности хозяйственной деятельности и соблюдения принципов социальной справедливости и социальной ответственности, создающих условия сохранения окружающей среды, поддержания социальной стабильности и экономического роста.

М.А. Пивоварова [12] считает, что в настоящее время акцент с экологической составляющей устойчивого развития несколько сместился в сторону формирования институциональной среды экологизации хозяйственной деятельности, а Ю.Н. Шедько [19] предлагает рассматривать устойчивое развитие социально-экономических систем в контексте не только экологической, экономической и социальной устойчивости, но и институциональной, финансовой и других видов устойчивости.

Х. Боссель [3] определяет устойчивое развитие как органическое переплетение эволюционного, самоорганизующегося и адаптивного процесса.

В качестве важной характеристики устойчивого развития при этом рассматривается сбалансированность процесса, связанная с достижением стратегического баланса между результатами деятельности человека как субъекта общественного развития и сохранением воспроизводственного потенциала биосферы, гарантирующего недопущение необратимых для природы последствий жизнедеятельности социума.

Следует отметить, что в настоящее время термин «устойчивое развитие» начал использоваться в самых разных контекстах, зачастую не соответствующих изначальному его содержанию. Например, применительно к устойчивому развитию рынков [2, 7, 18], различных сфер деятельности [8, 9, 11] и т. п.

Некоторые авторы [6] считают необходимым наряду с термином «устойчивое развитие экономических систем» использовать термин «экономическая устойчивость», позволяющий акцентировать внимание именно на экономических аспектах устойчивого развития. При этом экономическая устойчивость трактуется ими как способность системы поддерживать свою сбалансированность и сохранять равновесие в ходе эволюции в соответствии с целями развития за счет эффективного использования адаптационных механизмов, обеспечивающих адекватную реакцию системы на прогнозируемые изменения условий ее функционирования.

Очевидно, что чем сложнее экономическая система, чем больше ее масштаб, тем сложнее управлять ею и обеспечивать устойчивость ее развития. В условиях возрастающей турбулентности окружающей среды, обусловленной процессами глобализации,

высокими темпами научно-технического прогресса, ростом конкуренции в условиях ограниченного объема ресурсов, способность систем сохранять свою структурную и функциональную целостность становится одним из ключевых свойств, отражающих потенциал их развития. В этой связи, наряду с термином «устойчивое развитие», предлагается использовать категорию «сбалансированное развитие».

Под сбалансированным развитием экономических систем понимается тип развития, обеспечивающий оптимальное соотношение между структурными и функциональными элементами системы и поддержание ресурсных пропорций, необходимых для сохранения целостности системы и эффективности ее функционирования.

Сбалансированное развитие экономических систем предполагает обеспечение соответствия:

- потребностей в ресурсах их наличию и финансовым возможностям системы по их приобретению;
- результативности функционирования системы возможностям финансирования воспроизводственных процессов;
- целей и задач развития системы ее потенциалу;
- структуры производственной подсистемы и ее ключевых параметров целям и задачам развития экономической системы;
- потребностей внешней среды производственным возможностям системы;
- адаптационных механизмов системы уровню изменчивости среды функционирования и др.

Сбалансированное развитие системы можно также рассматривать через обеспечение баланса интересов всех ее субъектов, причем в основе обеспечения данного баланса должен лежать принцип дуализма, заключающийся в том, что в качестве необходимого условия реализации собственных интересов каждый субъект должен рассматривать реализацию интересов остальными субъектами системы, то есть достижение баланса интересов происходит через реализацию системы компромиссов и определенных уступок каждого субъекта в целях гармоничного и устойчивого развития всей экономической системы.

Глубина проблемы обеспечения сбалансированного развития прямо пропорциональна уровню структурной и функциональной сложности управляемой подсистемы. При достижении определенных масштабов экономические системы объективно сталкиваются с переплетением проблем территориального и отраслевого развития. Особенно отчетливо данные проблемы проявляются на уровне региональных агропродовольственных комплексов и крупных интегрированных агропромышленных формирований, когда объектами управления сбалансированным развитием становятся не только производственные структуры, но и локализованные территориальные образования [14].

В отечественной экономической литературе акцент делается на исследовании проблем сбалансированного развития регионов и территориальных образований различного уровня, тогда как вопросам обеспечения сбалансированного развития отраслей и производственных комплексов уделяется явно недостаточно внимания. Кроме того, зачастую сбалансированное развитие часто отождествляется с устойчивым развитием, что приводит к определенной терминологической путанице и подмене внутреннего содержания данных экономических категорий.

В этой связи представляется целесообразным систематизация принципов, обеспечивающих сбалансированность социально-экономических систем и их развития.

К универсальным принципам развития социально-экономических систем предлагается отнести:

- 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 параллельности (параллельное протекание в системе совокупности разнородных процессов требует их постоянного согласования);
- 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 установленных временных интервалах).

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 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 исходя из их места в системе 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.

## Библиографический список

1. Акимова Т.А. Экономика устойчивого развития / Т.А. Акимова, Ю.Н. Мосейкин. – Москва : Экономика, 2009. – 430 с.
2. Акимова Ю.А. Системный подход к устойчивому развитию продовольственного рынка / Ю.А. Акимова, Е.Г. Коваленко // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 11–1. – С. 112–116.
3. Боссель Х. Показатели устойчивого развития: Теория, метод, практическое использование : Отчет, представленный на рассмотрение Балатонской группы / Х. Боссель ; пер. с англ. Г.В. Коротаевой. – Тюмень : Изд-во Ин-та проблем освоения Севера СО РАН, 2001. – 121 с.
4. Вебер А. Устойчивому развитию нет разумной альтернативы / А. Вебер // *Свободная мысль*. – 2016. – №1 (1655). – С. 59–74.
5. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития «Наше общее будущее» (председатель Г.Х. Брундтланд, зам. председателя М. Халид). – ООН, 1987. – 412 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/ga/df/brundtland.pdf> (дата обращения: 10.10.2018).
6. Журова Л.И. Типология процессов устойчивого экономического развития экономических систем / Л.И. Журова, А.М. Топорков // *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 39–49.
7. Костяева Е.В. Устойчивое развитие страхового рынка как фактор обеспечения экономической безопасности страны / Е.В. Костяева, Н.И. Аксенова // *Экономика и предпринимательство*. – 2017. – № 9–3 (86). – С. 1065–1070.
8. Малкандуев Э.М. Инновации как фактор комплексной модернизации и устойчивого развития ЖКХ / Э.М. Малкандуев // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. – 2018. – № 3 (83). – С. 68–72.
9. Митрохин В.В. Инновации как инструмент обеспечения устойчивого развития банковской сферы / В.В. Митрохин, А.В. Грибанов // *Бизнес. Образование. Право*. – 2018. – № 3 (44). – С. 127–134.
10. Моисеев Н.Н. «Устойчивое развитие» или «стратегия переходного периода» // *Зеленый мир*. – 1995. – № 14. – С. 3–5.
11. Мохов В.Г. Устойчивое развитие туризма / В.Г. Мохов, П.В. Павлова // *Управление инвестициями и инновациями*. – 2018. – № 1. – С. 95–98.
12. Пивоварова М.А. Вызовы и угрозы устойчивому развитию мировой экономики / М.А. Пивоварова. – *Экономика. Налоги. Право*. – 2016. – Т. 9, № 3. – С. 34–42.
13. Плякин А.В. Развитие и трансформация в структуре движения национального хозяйства / А.В. Плякин, Е.А. Орехова // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. – 2008. – Т. 8, № 2. – С. 3–12.
14. Северина Ю.Н. Особенности агропродовольственного комплекса как объекта управления / Ю.Н. Северина, А.В. Улезько // *Экономика сельского хозяйства России*. – 2017. – № 9. – С. 54–61.
15. Судьин К.Н. Устойчивое развитие социально-экономических систем: подходы к определению сущности / К.Н. Судьин // *Сибирская финансовая школа*. – 2013. – № 2 (97). – С. 18–22.
16. Урсул А.Д. Будущее в контексте перехода к устойчивому развитию / А.Д. Урсул, Т.А. Урсул // *Стратегические приоритеты*. – 2017. – № 2 (14). – С. 114–126.
17. Устойчивое развитие экономических систем: от теории к практике ; под ред. В.В. Седова. – Челябинск : Изд-во ЧелГУ, 2014. – 244 с.
18. Чазова И.Ю. Устойчивое развитие рынка овощей защищенного грунта / И.Ю. Чазова. – Ижевск : Шелест, 2017. – 182 с.
19. Шедько Ю.Н. Комплексный подход к устойчивому развитию региона / Ю.Н. Шедько // *Управленческие науки в современном мире*. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 402–404.

## 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](mailto: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](mailto:arle187@rambler.ru), [iomas@agroeco.vsau.ru](mailto:iomas@agroeco.vsau.ru).

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 26.12.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lilia O. Makarevich – Candidate of Economic Sciences, the Dept. of System Analysis and Information Processing, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar, e-mail: [nat1982@inbox.ru](mailto:nat1982@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](mailto:arle187@rambler.ru), [iomas@agroeco.vsau.ru](mailto:iomas@agroeco.vsau.ru).

Received November 16, 2018

Accepted December 26, 2018

## ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

Константин Семенович Терновых<sup>1</sup>  
Артак Каджикович Камалян<sup>2</sup>  
Иван Иванович Дубовской<sup>1</sup>  
Дмитрий Григорьевич Переверзев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

<sup>2</sup>Министерство сельского хозяйства Республики Армения

<sup>3</sup>АО «Управляющая компания ЭФКО» в г. Воронеже

Целью исследования является разработка стратегии развития интегрированных структур в АПК на основе экономико-математического моделирования. В качестве объекта исследования выступили интегрированные агропромышленные формирования (ИАПФ) масложирового подкомплекса АПК, конкретные расчеты выполнены на примере вертикально-интегрированной холдинговой структуры ГК «ЭФКО» Белгородской области. В процессе исследования установлено, что обоснование стратегических параметров развития интегрированных агропромышленных формирований масложирового подкомплекса целесообразно проводить методами экономико-математического моделирования. Рассмотрен алгоритм разработки и реализации экономико-математической модели по оптимизации предпринимательской деятельности ГК «ЭФКО», включающий анализ объемов заготовки, переработки и выпуска готовой продукции за предшествующие 6 лет, обоснование исходной информации с учетом сценариев развития (консервативного, инновационного и форсированного роста), построение и апробацию ЭММ. Прогнозом предусмотрено: увеличение доли закупки подсолнечника и сои на территории Белгородской области (с учетом инфляции +10, +20 и +30% по трем вариантам), рост статей себестоимости (согласно сценарным условиям по программе социально-экономического развития России на период до 2030 г.), снижение транспортных издержек, изменение основных показателей деятельности ГК «ЭФКО» по трем производственным площадкам ОАО «ЭФКО» (производство масла и шрота подсолнечного, майонезов и фасованного масла), ООО «АСК» (производство масла и шрота соевого) и ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты» (производство специализированных жиров). Выбран наиболее предпочтительный вариант – инновационный, поскольку предполагает снижение затрат на производство и получение большей валовой прибыли, чем в консервативном варианте. Показано, что использовать вариант форсированного роста нецелесообразно, так как нет необходимости привлекать дополнительные кредитные средства и увеличивать доли рынка в разрезе сегментов масложировой продукции на региональном уровне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стратегические параметры, интегрированные структуры, масложировой подкомплекс, экономико-математические методы, сценарии развития.

## SUBSTANTIATION OF STRATEGIC PARAMETERS OF DEVELOPMENT OF INTEGRATED AGRO-INDUSTRIAL FORMATIONS

Konstantin S. Ternovykh<sup>1</sup>  
Artak K. Kamalyan<sup>2</sup>  
Ivan I. Dubovskoy<sup>1</sup>  
Dmitriy G. Pereverzev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

<sup>2</sup>Ministry of Agriculture, Republic of Armenia

<sup>3</sup>AO EFKO Management Company, Voronezh Office

The objective of research is to develop a strategy for the development of integrated structures in the Agro-Industrial Complex (AIC) based on mathematical modeling in economics. The object of research included integrated agro-industrial formations of oil and fat subcomplex of the AIC, particularly the leading Russian company EFKO from Belgorod Oblast. In the course of research it was established that it is advisable to substantiate the strategic parameters

of development of integrated agro-industrial formations of the oil and fat subcomplex using the methods of mathematical modeling in economics. The article describes the algorithm for developing and implementing the economic mathematical model for optimizing the entrepreneurial activities of EFKO Group of Companies. This algorithm includes analyzing the volumes of procurement, processing and production of finished products over the preceding 6 years, justifying the initial data taking into account the development scenarios (conservative, innovative, and accelerated), building and implementation of the economic mathematical model, and approbation of the results of its solution. The authors present the analysis of increasing shares of purchases of sunflower and soybean in Belgorod Oblast in three variants: +10%, +20%, and + 30% taking into account the inflation, increasing cost items (according to the scenario conditions within the program of socioeconomic development of Russia for the period up to 2030) and decreasing transportation costs, as well as changes in the key performance indicators of EFKO Group by three production sites: OAO EFKO (production of sunflower oil and oilcake, mayonnaise and packaged oil), OOO ASK (production of soybean oil and oilcake) and OOO EFKO Food Ingredients (production of specialized fats). The most preferred option is the innovative scenario, as it implies lower production costs and allows obtaining more gross profit than within the conservative scenario. Moreover, compared to the accelerated scenario there is no need to attract additional credit funds and increase the market shares in the context of oil and fat market segments at the regional level.

KEYWORDS: strategic parameters, integrated structures, oil and fat subcomplex, economic and mathematical methods, development scenarios.

**Р**азвитие интеграционных процессов в сельском хозяйстве и АПК является базовым условием, оказывающим определяющее воздействие на эффективность функционирования хозяйствующих субъектов отрасли, в том числе их организационно-экономическую и финансовую устойчивость. Именно поэтому к разработке стратегии развития интегрированных агропромышленных формирований необходим концептуальный подход, предусматривающий наиболее эффективные направления наращивания производства и реализации сельскохозяйственной продукции на основе факторов развития агропродовольственного рынка и экономического потенциала не только региона, но и страны в целом [6]. При этом обоснование стратегических параметров интегрированных структур, по мнению авторов, целесообразно осуществлять методами экономико-математического моделирования [1].

В качестве объекта проведенного исследования выступают интегрированные агропромышленные формирования масложирового подкомплекса АПК. Прежде всего был выявлен рост производства масличного сырья, обусловленный, во-первых, созданием и развитием интегрированных структур по производству и переработке данного вида сырья; во-вторых, развитием селекции, которая предложила альтернативный подход возделывания масличных культур, обеспечивая рост урожайности; в-третьих, развитием научно-технического прогресса, поскольку современные машины и оборудование позволяют обрабатывать значительные площади посевов в сжатые агротехнические сроки, повышая валовые сборы маслосырья. При этом рациональное применение минеральных удобрений и средств защиты растений способствует достижению результатов в отрасли, существенно превышающих уровень дореформенного периода.

В последние годы отмечен значительный рост инвестиций в строительство новых перерабатывающих мощностей в интегрированных структурах, при этом следует отметить, что производство семян масличных растет гораздо медленнее, что свидетельствует о нехватке сырья для заводов, высокой конкуренции и повышении цен на семена. С одной стороны, это связано с высокой маржинальностью операций с масличными культурами. Вся цепочка производства от выращивания семян и закупки у производителей до хранения, переработки и продажи растительного масла на внутреннем и внешних рынках зачастую сосредоточена на самом предприятии. С другой стороны, этот сектор привлекателен благодаря развитию экспорта масла на мировой рынок, так как каждый товаропроизводитель масложирового сегмента России осознает, что производство продукции переработки маслосемян очень выгодно скажется на его предпринимательской деятельности за счет экспорта [9].

С целью обоснования стратегических параметров развития интегрированных структур разработана экономико-математическая модель по оптимизации предпринимательской деятельности ведущего российского производителя – ГК «ЭФКО» Белгородской области. ГК «ЭФКО» представляет собой вертикально-интегрированную холдинговую структуру, в ее состав входят предприятия, производящие сырье, предприятия по хранению и переработке сырья, выпуску и реализации готовых к употреблению продуктов. Подразделения компании самостоятельно обеспечивают выполнение полного цикла работ: от закупки и переработки сырья до реализации готовой продукции. Инновационная деятельность ГК «ЭФКО» включает в себя обширную программу по разработке новых продуктов и технологий производства, внедрению и совершенствованию системы управления качеством, а также автоматизации бизнес-процессов. ГК «ЭФКО» располагает двумя заводами по производству специализированных жиров и маргаринов в г. Алексеевке Белгородской области и в пос. Волна Краснодарского края. На сегодняшний день ГК «ЭФКО» является одним из крупнейших переработчиков масличных в России и Республике Казахстан. Мощности компании по переработке подсолнечника, сои и рапса составляют более 2 млн т в год [3].

Исходными данными для разработки экономико-математической модели послужили аналитические исследования производственно-финансовой деятельности предприятия за предшествующие 6 лет.

Основными торговыми марками (далее ТМ) фасованного подсолнечного масла являются ТМ Слобода, Altero, Солнечный венец и EFKO FOOD professional, кетчупов – ТМ Слобода и майонезов – ТМ Слобода, Слобода Биолайт, Пикник и EFKO FOOD professional.

В целом на производственных мощностях ГК «ЭФКО» можно производить до 500 т растительного масла в сутки. Производство майонеза осуществляется в Белгородской, Свердловской и Московской областях. При этом все производственные площадки оборудованы современными европейскими фасовочными машинами, на которых в общем можно производить до 700 т майонеза в сутки [10].

Объем продаж растительного масла ТМ Слобода и Альтеро в 2016 г. составил более 100 тыс. т, причем доля ТМ «Слобода» занимала 79%. За исследуемый период продажи фасованного растительного масла увеличились в 2016 г. в 2,3 раза по сравнению с 2010 г. Активный рост продаж объясняется расширением линейки брендовой продукции и географии продаж. Так, разновидность реализуемых масел включает подсолнечное «Слобода», «Дачное», премиальные оливковые масла «Altero de Oliva Extra Virgin» и «Altero de Oliva Pure». Объем продаж майонеза в 2016 г. составил 107,4 тыс. т, что меньше показателя 2015 г. на 3,9 тыс. т, но больше показателя 2010 г. в 1,3 раза.

Реализация брендовой продукции внутри страны осуществляется через дистрибьюторные сети, оптовые компании, которые осуществляют в том числе и доставку продукции в самые крупные сети – X5 (Агроторг, Перекресток), Метро Кэш энд Керри, Ашан, Копейка, Дикси, Контитент, Корпорация Гринн, Лента и др.

ГК «ЭФКО» закупает растительные масла (пальмовое, пальмоядровое) как один из компонентов для производства жиров, непосредственно у производителей в Малайзии, Индонезии и других странах. Используемое сырое подсолнечное масло производится преимущественно внутри ГК [2].

Объем производства растительных жиров за период с 2010/2011 по 2014/2015 МГ имеет тенденцию увеличения, однако сезон 2015/2016 МГ показал спад выпуска жиров по отношению к 2014/2015 МГ на 28,3 тыс. т.

В качестве исходной информации в экономико-математической модели использованы:

- состав и структура предприятий-переработчиков ГК «ЭФКО»;
- доля закупки сырья в Белгородской области;
- перечень основной выпускаемой продукции предприятия;
- максимально допустимые мощности по переработке семян масличных культур;
- количество реализации выпущенной продукции (максимум и минимум);
- постоянные и переменные затраты на единицу выпущенной продукции по статьям калькуляции;
- средние цены реализации по категориям выпускаемой продукции;
- прогноз динамики изменения статей затрат (производственных и коммерческих);
- планирование изменения цен реализации;
- планирование изменения объемов выпуска продукции.

За критерий оптимальности принято максимальное значение валовой прибыли ГК «ЭФКО» в составе перерабатывающих мощностей и производственных объектов по выпуску готовой продукции и ее реализации при увеличении доли закупки семян подсолнечника и сои в Белгородской области в течение периода 2017–2020 гг. на 10, 20 и 30% в соответствии с тремя прогнозными вариантами.

Выбор вариантов основан на сценарных условиях программы долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г., в которую включены индексы роста по основным статьям калькуляции себестоимости:

- вариант А – консервативный сценарий, который характеризуется умеренными (не более 3,6%) долгосрочными темпами роста экономики на основе активной модернизации топливно-энергетического и сырьевого секторов российской экономики;
- вариант Б – инновационный сценарий, который характеризуется усилением инвестиционной направленности экономического роста и укреплением позиций России в мировой экономике за счет создания современной транспортной инфраструктуры и конкурентоспособного сектора высокотехнологичных производств и экономики знаний наряду с модернизацией энерго-сырьевого комплекса (среднегодовые темпы роста 3,6–4,5%);
- вариант В – сценарий форсированного роста, который характеризуется повышенной нормой накопления, ростом долгов частного сектора и возросшей макроэкономической несбалансированностью. Среднегодовые темпы роста ВВП повышаются до 4,7% [8].

В процессе исследования особое внимание акцентировано на структуре производственных и коммерческих затрат, а также их динамике в прогнозном периоде на 2018–2020 гг. Прогноз статей калькуляции себестоимости, таких как электроэнергия, нефтепродукты, фонд оплаты труда, рост цен на закупку масличного сырья, налоги, построен на основе данных сценарного прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г., а также с помощью статистических данных прошлых лет и их динамики [8].

Рост цен на сырье с 2010 по 2016 г., согласно данным Росстата, продолжая среднюю положительную динамику, составил по соевому шроту – 8,7%, соевому маслу – 3, по подсолнечному маслу – 5,2 и подсолнечному шроту – 14,9%. Эти показатели были применены для построения прогнозных данных на период 2018–2020 гг.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, предполагается продолжение ежегодного роста стоимости электроэнергии в ближайшие десять лет: при этом средняя цена на электроэнергию повысится за 2012–2015 гг. примерно на 40–50%, за 2016–2020 гг. – на 25–27% [5].

Согласно данным прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г., разработанного Минэкономразвития РФ, среднегодовой темп прироста заработной платы до 2020 г. составит 5,4% [7].

При расчете прогнозных показателей такой составляющей себестоимости, как нефтепродукты, в разработанной модели заложен ежегодный рост в размере 3,5%, что является средним значением роста на протяжении 2010–2016 гг. [4]. Однако данная статья затрат будет уменьшаться в прогнозном периоде пропорционально увеличению доли закупки семян подсолнечника и сои в проектных вариантах на территории Белгородской области.

Ежегодный рост налогов в себестоимости продукции по разработанной модели составит 1,5% с 2017 г., а прочие расходы и затраты на ТМЦ запланированы на уровне 2016 г., то есть константой на протяжении всего прогнозного периода.

В экономико-математической модели в качестве исходной информации о реализации продукции были приняты данные в среднем за 2010–2016 гг., которые скорректированы на уровень сценарных вариантов, предполагающих увеличение доли закупки ГК «ЭФКО» семян подсолнечника и сои только в Белгородской области на 10% по варианту А, на 20% – по варианту Б и на 30% – по варианту В, при сохранении объемов закупки сырья, производимого на других территориях. В качестве принятого ограничения использованы средние объемы реализации продукции с корректировкой  $\pm 10\%$  (min и max).

Конечный результат проекта предполагает изменение основных показателей деятельности при увеличении доли закупки семян масличных культур в Белгородской области, росте затрат на производство продукции (с учетом будущего изменения тарифов по государственной программе социально-экономического развития) и снижении издержек на доставку сырья до завода.

Прежде всего следует отметить рост оптимальных показателей сбытовой деятельности предприятий ГК «ЭФКО» за период с 2017 по 2020 г. (табл. 1). Так, увеличение объемов реализации масла подсолнечного сырого в 2020 г. составит 3,9, 7,3 и 31,9 тыс. т соответственно в разрезе сценариев развития А, Б и В. Сбыт шрота подсолнечного при реализации консервативного варианта к 2020 г. увеличится на 2,6 тыс. т, при реализации инновационного и форсированного вариантов – соответственно на 5,2 и 7,7 тыс. т. Майонезная продукция ГК «ЭФКО» ежегодно занимает лидирующие позиции как по качеству, так и по предпочтительности бренда, поэтому в прогнозных расчетах данная тенденция будет сохраняться: к 2020 г. по варианту А объем реализации возрастет на 12,5 тыс. т, по варианту Б – на 23,8 тыс. т и по варианту В – на 87,5 тыс. т. Прогнозируется повышение объемов реализации масла фасованного подсолнечного, которые за период 2018–2020 гг. достигнут 34,0 тыс. т, 44,6 и 70,7 тыс. т соответственно вариантам А, Б и В.

При переработке соевых бобов основное внимание уделяется производству соевого шрота, нежели масла, что обусловлено долей выхода масла и шрота из семян сои, которая в среднем по ООО «Алексеевский соевый комбинат» составляла соответственно 18,5 и 73,7%. В связи с этим, а также с активным развитием животноводства в Белгородской области проектные значения консервативного варианта предполагают увеличение реализации соевого шрота на 29,5 тыс. т, инновационного варианта – 32,4 тыс. т и форсированного варианта – 54,9 тыс. т, что позволит максимально обеспечить местные комбикормовые заводы, свиноводческие комплексы и птицефабрики одним из важнейших компонентов комбикормов.

Однако рост объемов реализации промышленного соевого масла будет незначительным: по варианту А – на 0,9 тыс. т, варианту Б – на 1,6 и варианту В – на 7,2 тыс. т, ввиду отсутствия масштабных каналов сбыта.

Таблица 1. Оптимальные объемы производства масложировой продукции ГК «ЭФКО» в разрезе предприятий переработчиков, тыс. т

Предприятие/продукция	2016 г. (факт)	Прогноз												Отклонение 2020 г. от 2016 г. (+/-)		
		2017 г.			2018 г.			2019 г.			2020 г.			А	Б	В
		А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В			
ОАО «ЭФКО»	Масло подсолнечное сырое	233,5	234,1	255,2	234,4	235,9	258,0	235,3	237,7	261,0	236,3	239,6	264,3	+3,9	+7,3	+31,9
	Шрот подсолнечный	165,2	165,8	166,3	165,9	167,1	168,2	166,5	168,4	170,2	167,2	169,7	172,3	+2,6	+5,2	+7,7
	Майонезная продукция	121,2	123,7	131,6	124,3	129,6	152,7	127,5	135,7	177,2	130,7	142,0	205,7	+12,5	+23,8	+87,5
ООО «АСК»	Масло подсолнечное фрасованное	122,2	128,0	136,8	125,2	134,1	190,0	125,2	163,9	190,0	153,3	163,9	190,0	+34,0	+44,6	+70,7
	Масло соевое сырое	54,1	54,3	59,1	54,3	54,7	59,8	54,5	55,1	60,4	54,7	55,5	61,1	+0,9	+1,6	+7,2
	Шрот соевый	215,7	216,2	235,6	216,5	217,7	238,1	217,3	219,3	240,7	218,1	221,0	243,5	+29,5	+32,4	+54,9
ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты»	Жиры специального назначения	558,0	583,5	600,0	558,0	583,5	600,0	558,0	583,5	600,0	558,0	583,5	600,0	+13,1	+38,5	+55,1

Проект реализации жиров специального назначения построен на том, что в течение прогнозного периода во всех рассматриваемых вариантах используется равный показатель сбыта жиров, основанный на максимальных загрузках мощностей и сбыте готовой продукции без остатков. Это объясняется тем, что у ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты» на данный момент фактическая загрузка производственных мощностей и реализация готовой продукции составляют порядка 90%. Исходя из этого увеличение фактического значения 2016 г. к 2020 г., согласно консервативному варианту, составит 13,1 тыс. т, инновационному варианту – 38,5 и форсированному варианту – 55,1 тыс. т.

На основе произведенных расчетов и анализа стратегических параметров производственно-коммерческой деятельности определены показатели экономической эффективности в ГК «ЭФКО» (табл. 2).

В перспективе наиболее стабильный рост фондоотдачи наблюдается по инновационному сценарию развития в период с 2017 по 2020 г. Так, максимум прироста данного показателя соответственно в вариантах А и Б составит 2,7 и 3,7 руб. в ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты», а в варианте В – 5,1 руб. в ОАО «ЭФКО».

Анализ фондоемкости показывает, что на протяжении исследуемого периода во всех предприятиях ГК «ЭФКО» имеет место снижение данного показателя, что свидетельствует об увеличении эффективного использования производственных мощностей при планируемых объемах выпуска продукции.

Результаты определения показателей рентабельности производства согласно трем сценариям развития свидетельствуют о динамике роста во всех вариантах прогноза. Так, реализация консервативного варианта позволит ГК «ЭФКО» по рассматриваемым производственным площадкам увеличить исследуемый показатель в 2020 г. в сравнении с 2016 г. на 4,8 процентных пункта по производству масла и шрота подсолнечного, а также майонезов и масла подсолнечного фасованного (ОАО «ЭФКО»), на 6,2 процентных пункта по выпуску масла и шрота соевого (ООО «АСК») и на 9,1 процентных пункта при производстве специализированных жиров (ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты»).

При реализации инновационного варианта развития рентабельность производства возрастет в 2020 г. против 2016 г. на 15,7, 20,4 и 18,1 процентных пункта соответственно по трем производственным площадкам: ОАО «ЭФКО», ООО «АСК» и ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты», а по сравнению с консервативным вариантом данный показатель увеличится соответственно на 25,3, 31,6 и 23,7 процентных пункта.

Показатели производительности труда во всех вариантах имеют положительную тенденцию. Максимальным рост производительности в консервативном варианте в 2020 г. будет в ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты» – на 16,7 млн руб./чел, а минимум в ОАО «ЭФКО» – на 4,3 млн руб./чел.

Реализация инновационного варианта позволит увеличить производительность труда в 2020 г. также в ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты» на 22,5 млн руб./чел, что больше уровня консервативного варианта в 1,3 раза. Минимальный рост на 5,6 млн руб./чел. отмечен в ОАО «ЭФКО» по сравнению с консервативным сценарием. Увеличение производительности труда в варианте форсированного роста в 2020 г. составит в среднем по отношению к 2016 г. – 18,35 млн руб./чел.

Проектные показатели эффективности загрузки мощностей в 2020 г. в консервативном варианте по исследуемым предприятиям ГК «ЭФКО» достигнут в среднем 80,2 процентных пункта, что больше средней загрузки 2016 г. на 4,0%. В вариантах Б и В средняя мощность в 2020 г. увеличится по отношению к 2016 г. соответственно на 6,7 и 13,5 процентных пункта, а загрузка мощностей – на 73,4 и 80,2 процентных пункта.

Таблица 2. Эффективность деятельности ГК «ЭФКО» в разрезе производственно-перерабатывающих предприятий

Наименование предприятия	2016 г. (факт)	Варианты оптимального плана												Отклонение 2020 г. от 2016 г., (+/-)		
		2017 г.			2018 г.			2019 г.			2020 г.					
		А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
ОАО «ЭФКО»	6,7	7,1	7,3	7,8	7,6	7,9	9,6	8,0	9,0	10,6	9,0	9,6	11,8	2,3	3,0	5,1
ООО «АСК»	3,2	3,7	3,7	4,0	3,9	3,9	4,3	4,1	4,2	4,6	4,3	4,4	4,9	1,1	1,2	1,7
ООО «ЭФКО ПИ»	11,6	12,5	13,1	13,5	13,1	13,8	14,2	13,7	14,5	14,9	14,3	15,3	15,7	2,7	3,7	4,1
Фондоотдача, руб.																
ОАО «ЭФКО»	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,10	0,13	0,11	0,09	0,11	0,10	0,08	-0,04	-0,05	-0,07
ООО «АСК»	0,31	0,27	0,27	0,25	0,26	0,25	0,23	0,25	0,24	0,22	0,23	0,23	0,20	-0,08	-0,09	-0,11
ООО «ЭФКО ПИ»	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	-0,02	-0,02	-0,02
Фондоёмкость, руб.																
ОАО «ЭФКО»	12,1	11,7	12,6	13,4	12,7	16,5	18,4	15,9	21,9	28,4	16,9	27,8	37,4	4,8	15,7	25,3
ООО «АСК»	46,9	47,4	48,6	49,2	42,1	47,3	51,0	49,7	59,3	66,6	53,1	67,3	78,6	6,2	20,4	31,6
ООО «ЭФКО ПИ»	22,8	22,2	23,3	23,7	27,6	32,1	35,2	30,9	39,1	44,6	31,9	40,9	46,5	9,1	18,1	23,7
Производительность труда, млн руб./чел.																
ОАО «ЭФКО»	12,5	13,3	13,6	14,6	14,2	14,8	17,9	15,0	16,9	19,8	16,8	18,0	22,1	4,3	5,6	9,6
ООО «АСК»	37,4	43,3	43,6	47,5	45,5	46,2	50,5	47,8	49,0	53,8	50,3	51,9	57,3	12,8	14,5	19,8
ООО «ЭФКО ПИ»	71,8	77,0	80,9	83,2	80,6	85,1	87,6	84,5	89,6	92,2	88,5	94,3	97,1	16,7	22,5	25,3
Загруженность производственных мощностей, %																
ОАО «ЭФКО»	67,8	68,7	69,8	73,9	69,6	71,6	83,6	70,1	76,5	86,8	74,3	77,5	90,4	6,5	9,7	22,6
ООО «АСК»	41,5	44,3	44,4	48,4	44,5	44,8	48,9	44,7	45,1	49,5	44,8	45,4	50,1	3,4	4,0	8,6
ООО «ЭФКО ПИ»	90,8	93,0	97,2	100,0	93,0	97,2	100,0	93,0	97,2	100,0	93,0	97,2	100,0	2,2	6,4	9,2

Прогнозом предусмотрено:

- увеличение доли закупки подсолнечника и сои на территории Белгородской области (с учетом инфляции +10, +20 и +30% по трем вариантам),
- рост статей себестоимости (согласно сценарным условиям по программе социально-экономического развития России на период до 2030 г.),
- снижение транспортных издержек, изменение основных показателей деятельности ГК «ЭФКО» по трем производственным площадкам ОАО «ЭФКО» (производство масла и шрота подсолнечного, майонезов и фасованного масла), ООО «АСК» (производство масла и шрота соевого) и ООО «ЭФКО Пищевые ингредиенты» (производство специализированных жиров).

Выбор оптимального варианта стратегического развития предприятия осуществлялся по двум показателям: динамики производственной себестоимости и валовой прибыли за период с 2017 по 2020 г. На основе анализа полученных при апробации ЭММ данных можно сделать вывод, что из трех рассмотренных вариантов (вариант А – консервативный, вариант Б – инновационный и вариант В – форсированного роста), наиболее предпочтительным будет инновационный сценарий развития (вариант Б), что обосновывается динамичностью получения валовой прибыли в 2020 г. без значительных колебаний производственных затрат предприятия.

Так, при реализации консервативного варианта А темп прироста валовой прибыли составит в среднем 13%, что по сравнению с вариантами Б и В меньше раза соответственно в 1,7 и 2,3. Однако темп прироста затрат при реализации консервативного варианта А (в среднем 5,3%) в 1,1 раза выше, чем при реализации инновационного варианта Б. При этом по проекту затраты согласно варианту А в 2020 г. будут превышать затраты варианта Б на 1145,2 млн руб., а прибыль, соответственно, будет меньше на 7330,6 млн руб. Прогнозные параметры позволяют сделать вывод, что вариант инновационного развития прогрессивнее консервативного и будет определять целесообразность вложения ресурсов в ответ на максимальное получение валовой прибыли при увеличении доли закупки сырья в Белгородской области на 20%.

Вариант форсированного роста (В) предполагает, что с 2017 г. предприятию необходимо увеличить сумму затрат на переработку масличного сырья и производство готовой продукции в сравнении с 2016 г. на 9915,1 млн руб., что больше, чем в инновационном варианте, на 3259,5 млн руб. Это увеличит дебиторскую задолженность предприятия, при привлечении заемных средств банков и, как следствие, большие выплаты процентов по кредиту. Увеличение дебиторской задолженности связано с тем, что привлечение кредитных средств осуществляется для основной статьи калькуляции себестоимости – закупки сырья.

Как следует из анализа показателей эффективности деятельности ГК «ЭФКО» на рынке масложировой продукции Белгородской области (табл. 3), реализация именно инновационного варианта стратегии развития даст возможность усилить позиции ГК «ЭФКО» на рынке масложировой продукции Белгородской области в разрезе сегментов деятельности (табл. 3).

В проектном решении доля рынка ГК «ЭФКО» на рынке масложировой продукции Белгородской области в 2020 г. по маслу и шроту подсолнечному достигнет 82 и 63%, превышая уровень 2016 г. соответственно на 23 и 13 процентных пунктов.

Производство и реализация майонезов и фасованного масла структурными подразделениями анализируемого предприятия достигнет уровня 100% доли рынка Белгородской области к 2019 г., что в сравнении с 2016 г. больше на 33 процентных пункта.

На рынке масла и шрота соевого ГК «ЭФКО» в 2020 г. завоюет соответственно 91 и 81%, превысив уровень 2016 г. на 25 и 30 процентных пунктов.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 3. Обоснование проектных показателей эффективности деятельности и доля ГК «ЭФКО» на рынке масложировой продукции Белгородской области**

Показатели	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Выручка от продаж (в т. ч. по сегментам)	67 687	81 893	87 398	95 329	101 195
Брендовая продукция, млн руб.	17 449	20 426	22 513	26 829	28 869
объем реализации масла фасованного, тыс. т	119,3	128,0	134,1	163,9	163,9
цена реализации, руб./кг	73,7	77,5	81,6	85,9	90,4
объем реализации майонеза, тыс. т	107,4	123,7	129,6	135,7	142,0
цена реализации, руб./кг	80,6	84,9	89,3	94,0	99,0
Пищевые ингредиенты, млн руб.	29 816	36 961	38 902	40 945	43 096
объем реализации жиров, тыс. т	495,4	583,5	583,5	583,5	583,5
цена реализации, руб./кг	60,2	63,3	66,7	70,2	73,9
Переработка масличных семян и реализация сельхозпродукции, млн руб.	20 662	24 506	25 982	27 554	29 230
объем реализации масла подсолнечного сырого, тыс. т	211,2	234,1	235,9	237,7	239,6
цена реализации, руб./кг	48,5	51,0	53,7	56,5	59,5
объем реализации шрота подсолнечного, тыс. т	182,8	165,8	167,1	168,4	169,7
цена реализации, руб./кг	13,1	13,8	14,5	15,3	16,1
объем реализации масла соевого, тыс. т	49,0	54,3	54,7	55,1	55,5
цена реализации, руб./кг	48,2	50,7	53,4	56,2	59,1
объем реализации шрота соевого, тыс. т	171,5	216,2	217,7	219,3	221,0
цена реализации, руб./кг	33,1	34,8	36,6	38,6	40,6
Себестоимость, млн руб.	57 949	67 684	69 118	71 822	73 784
Прибыль, млн руб.	9 978	14 210	18 280	23 506	27 411
Уровень рентабельности, %	10,9	21,0	26,4	32,7	37,2
Емкость рынка Белгородской области, тыс. т					
Масло подсолнечное сырое	360,8				
Шрот подсолнечный	328,7				
Масло фасованное	176,9				
Майонез	120,6				
Масло соевое	74,5				
Шрот соевый	333,7				
Емкость рынка Белгородской области, млн руб.					
Масло подсолнечное сырое	17 485				
Шрот подсолнечный	4301				
Масло фасованное	13 030				
Майонез	9725				
Масло соевое	3591				
Шрот соевый	11 038				
Доля рынка ГК «ЭФКО» в Белгородской области, %					
Масло подсолнечное сырое	59	68	72	77	82
Шрот подсолнечный	50	53	56	60	63
Масло фасованное	67	76	84	100	
Майонез	89	100			
Масло соевое	66	77	81	86	91
Шрот соевый	51	68	72	77	81

Таким образом, инновационный вариант является наиболее предпочтительным при реализации проекта, поскольку предполагает меньшие затраты на производство и позволяет получить больше валовой прибыли, чем в консервативном варианте, а в

сравнении с форсированным вариантом нет необходимости привлекать дополнительные кредитные средства и увеличивать доли рынка в разрезе сегментов масложировой продукции на региональном уровне.

### Библиографический список

1. Агропромышленные интегрированные формирования: состояние и перспективы развития : монография / К.С. Терновых, Н.Г. Нечаев, А.А. Измалков, Е.В. Попкова, В.С. Грибанов, А.А. Плякина. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 245 с.
2. Босая И.И. Стратегия развития масложирового подкомплекса регионального АПК : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / И.И. Босая. – Воронеж, 2015. – 176 с.
3. ГК «ЭФКО». Бизнес структура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.efko.ru/o-kompanii/biznes-struktura/317> (дата обращения: 25.08.2018).
4. Единая межведомственная информационная система государственный информационный ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 25.08.2018).
5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. – Москва, 2008. – 194 с.
6. Миндрин А.С. Производственный потенциал интегрированных формирований в сельском хозяйстве России / А.С. Миндрин // Экономика с.-х. и перераб. пред. – 2014. – № 11. – С. 7–12.
7. Министерство экономического развития Российской Федерации. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70309010/#friends> (дата обращения: 25.08.2018).
8. Министерство экономического развития Российской Федерации. Сценарные условия долгосрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20120428\\_0010](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20120428_0010) (дата обращения: 25.08.2018).
9. Формирование стратегии развития рынка продукции масложирового подкомплекса АПК: монография / К.С. Терновых, А.К. Камалян, Д.Г. Переверзев. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 197 с.
10. Экономическая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy-lib.com/disser/96994/a?#?page=21> (дата обращения: 25.08.2018).

### 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).

Иван Иванович Дубовской – доктор экономических наук, профессор кафедры организации производства и предпринимательской деятельности в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Дмитрий Григорьевич Переверзев – кандидат экономических наук, ведущий специалист бюро бюджетирования и анализа переработки масличных культур филиала АО «Управляющая компания ЭФКО» в г. Воронеже, Россия, г. Воронеж, e-mail: [hr@efko.ru](mailto:hr@efko.ru).

Дата поступления в редакцию 10.10.2018

Дата принятия к печати 16.11.2018

### 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).

Ivan I. Dubovskoy – Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Farm Production Management and Entrepreneurial Business in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [organiz@agroeco.vsau.ru](mailto:organiz@agroeco.vsau.ru).

Dmitriy G. Pereverzev – Candidate of Economic Sciences, Leading Officer, Bureau of Budgeting and Oil Producing Plants Processing Analysis, AO EFKO Management Company, Voronezh Office, Russia, Voronezh, e-mail: [hr@efko.ru](mailto:hr@efko.ru).

Received October 10, 2018

Accepted November 16, 2018

## РАЗРАБОТКА РЕГЛАМЕНТА БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЯХ

Алина Александровна Плякина  
Константин Семенович Терновых

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрена необходимость обоснования и внедрения регламента бюджетного планирования в интегрированных агропромышленных формированиях (ИАПФ), предложен методический подход к его разработке на примере ГК «Агротех-Гарант». Регламент включает 9 разделов: общие положения; состав и структура бюджетов с детализацией ответственности за формирование бюджетов; последовательность формирования бюджетов; определение горизонта и шага планирования для бюджетов; определение сроков подготовки и предоставления бюджета; разработка процедур контроля исполнения бюджета; анализ отклонений; состав бюджетного комитета; заключительный раздел. Предложено выделение трех уровней бюджетов в структуре бюджета: 1-й уровень – бюджет доходов и расходов, бюджет движения денежных средств, прогнозный баланс, инвестиционный бюджет, формируемые для ИАПФ в целом как консолидация бюджетов отдельных центров финансовой ответственности (ЦФО) предприятий; 2-й уровень – бюджеты ЦФО в составе основных финансовых бюджетов (бюджет доходов и расходов, бюджет движения денежных средств, прогнозный баланс, бюджет капитальных затрат), кредитного плана и необходимых операционных бюджетов; 3-й уровень – бюджеты центров затрат (ЦЗ) – отдельных подразделений предприятий в составе операционных бюджетов. Кроме того, приведены матрица ответственности за разработку и исполнение бюджетов по центрам финансовой ответственности на предприятиях-участниках интегрированных агропромышленных формирований, прогнозируемая исходная информация для составления годового бюджета, а также прогнозируемые шаг и горизонт планирования бюджетов. На сроки формирования бюджетов оказывают влияние объем исходной информации, уровень квалификации участников бюджетного процесса, наличие программно-технического обеспечения. Внедрение регламента способствует рациональной организации бюджетного процесса и обеспечивает практическую реализацию формирования эффективной системы бюджетного планирования развития ИАПФ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** интегрированные формирования, бюджетное планирование, регламент, матрица ответственности, горизонт планирования.

## BUDGET PLANNING REGULATION PROCEDURE IN THE INTEGRATED AGRO-INDUSTRIAL FORMATIONS

Alina A. Plyakina  
Konstantin S. Ternovkh

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors consider the necessity of justification and implementation of budget planning regulations in integrated agro-industrial formations (IAIF) and propose methodical approach to its development on the example of GC Agrotech-Garant consisting of 9 balance sheet sections: general requirements; items and structure of budgets with itemization of responsibility for budgeting; sequence of budgeting; planning horizon and interval definition for budgets; definition of terms of budget formation and provision; budget performance monitoring; variance analysis; composition of the budget committee; final section. It is proposed to allocate three levels of budgets in the structure of budget: to Level 1 refer income and expenses budget, cash flow budget, budget balance sheet, and investment budget formed for the whole IAIF as fiscal consolidation budgets of financial responsibility centers (FRC), i. e. enterprises; to Level 2 refer budgets of financial responsibility centers as part of primary financial budgets (income and expenses budget, cash flow budget, budget balance sheet, and material budget), credit plan and the necessary operating budgets; to Level 3 refer budgets of cost centers (CC), i. e. separately-run units of the enterprises, as part of operating budgets. In addition, the authors present Responsibility Matrix for the development and implementation of budgets of financial responsibility centers (FRC) at the enterprises that are structural units of IAIF; forecasting reference information for

preparation of an annual budget, as well as planning horizon and interval definition for budgets. The time period of budget formation is influenced by the quantity of reference information, personnel skill level, and the availability of IT support. Budget planning regulations implementation contributes to rational organization of budgeting and ensures the formation of an effective system of budget planning for further development of integrated agro-industrial formations.

KEYWORDS: integrated formation, budget planning, regulations, Responsibility Matrix, planning horizon.

**Н**а современном этапе развитие интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ) агропродовольственного комплекса наиболее эффективно на основе бюджетного планирования, обеспечивающего ведение устойчивого крупного бизнеса в условиях нестабильности, координацию деятельности участников интеграции, управление их финансовыми потоками.

Проведенный анализ практики функционирования ИАПФ свидетельствует о том, что во многих из них бюджетное планирование характеризуется фрагментарностью. В одних ИАПФ разрабатывают бюджеты только по отдельным видам деятельности, не составляя финансовые бюджеты, в других, наоборот, формируют только бюджеты денежных потоков. В практике организации бюджетного планирования встречаются ИАПФ, в которых специалистами осуществляются разработка и увязка операционных и финансовых бюджетов, однако в них отсутствуют организационные и контролируемые компоненты бюджетного планирования [6, с. 162].

При этом недостаточная разработанность вопросов методики обоснования и внедрения регламента бюджетного планирования в ИАПФ, обусловленная сложностью их организационной и управленческой структур, особенностями организации предпринимательской деятельности, не способствует повышению эффективности агропромышленного производства от формирования и развития бюджетного планирования.

Изучение экономической литературы позволяет охарактеризовать регламент как положение, в котором должен отражаться весь процесс бюджетного планирования, включающий все его составные этапы и корректировку деятельности всех участников планирования и контроля в ИАПФ, а также обеспечивающий четкую проработку на предварительном этапе многих организационных вопросов бюджетного планирования [4; 5; 11, с. 313].

В настоящее время бюджетное планирование в ИАПФ является объективно необходимой процедурой управления аграрным бизнесом и требует сбора, хранения и обработки значительных объемов информации и, как следствие, нуждается в формировании и внедрении систем автоматизации. Автоматизация бюджетного планирования невозможна без разработки и применения разнообразных алгоритмов: алгоритмов планирования, алгоритмов учета исполнения бюджета; алгоритмов перераспределения и трансфертов; алгоритмов расчета финансовых результатов.

На современном этапе в практике управления наблюдаются два подхода к автоматизации бюджетного планирования в ИАПФ независимо от вида предпринимательской деятельности. Первый подход предусматривает постановку бюджетного планирования осуществлять сразу с автоматизации, т. е. сначала выбрать программный продукт, а затем адаптировать на конкретную интегрированную структуру. Второй подход предполагает сначала разработку методологии и регламентов, а затем отработку в ИАПФ [9].

На протяжении 15 лет бюджетное планирование успешно применяется для эффективного управления крупным сельскохозяйственным производством, созданным на основе интеграции финансовых ресурсов, рекомендаций по внедрению передовых технологий по производству сельскохозяйственной продукции и производственного по-

тенциала ГК «Агротех-Гарант» и 13 сельскохозяйственных предприятий Воронежской и Белгородской областей.

Авторы предлагают в структурных подразделениях ГК «Агротех-Гарант» (ООО «Сельхозпроект») использовать типовой регламент бюджетного планирования, включающий в себя следующие разделы.

1. Общие положения. В данном разделе раскрываются понятия бюджета и бюджетного планирования, дается формулировка основных показателей, используемых при составлении бюджетов, определяются цели и задачи плановой работы на предприятии и основные принципы построения и функционирования бюджетного планирования. Кроме того, в данном разделе должна быть приведена финансовая структура предприятия с выделением всех ЦФО, которая доводится до всех участников бюджетного процесса.

Исследование видов хозяйственной деятельности, правового статуса структурных подразделений, организационной структуры ИАПФ ГК «Агротех-Гарант» позволило установить, что для упрощения процесса управления в сельхозпредприятиях и в целом по интегрированному объединению финансовая структура предельно соответствует организационной и основывается на функциональном подходе построения.

На первом уровне финансовой структуры находится Центр инвестиций, представленный собранием учредителей ИАПФ, которое принимает решение о направлениях инвестиционной деятельности и несет ответственность за эффективность использования капитала с целью получения дополнительной прибыли.

Команда сотрудников ЦФО «Управление ИАПФ» во главе с руководителем осуществляет консультационную поддержку, организацию и контроль деятельности сельскохозяйственных предприятий ООО «Сельхозпроект» и обеспечивает ответственность за ее финансовые результаты. Как правило, на данном уровне финансовой структуры формируются консолидированные бюджеты. Кроме того, ЦФО «Управление ИАПФ» является Центром затрат, поскольку его руководитель отвечает за расходы на зарплату сотрудников управления.

На втором уровне финансовой структуры в качестве ЦФО выделены отдельные сельскохозяйственные предприятия-участники интеграции, являющиеся самостоятельными юридическими лицами. Отвечая за выручку от продажи продукции, они приобретают статус Центра доходов, а за формирование финансовых результатов деятельности – Центра прибыли, поскольку контролируют затраты и доходы предприятия в целом.

Отдельные подразделения сельскохозяйственных предприятий ЦФО «Управление с.-х. производством», ЦФО «Растениеводство», ЦФО «Животноводство», ЦФО «Вспомогательные и обслуживающие производства» располагаются на третьем уровне финансовой структуры и являются исключительно Центрами затрат, поскольку в процессе выполнения своих функциональных обязанностей потребляют различные ресурсы, а их руководители отвечают за соответствующие конкретному подразделению затраты в составе операционных бюджетов [7].

2. Состав и структура бюджетов с детализацией ответственности за формирование бюджетов приведены в таблице 1 [10]. В данном разделе регламента отражаются состав и структура сводного бюджета предприятия, описание и назначение каждого из элементов сводного бюджета, приводятся форматы таблиц всех документов, необходимых для бюджетного процесса, начиная от заявок на платежи по текущей деятельности и заканчивая операционными, финансовыми и инвестиционными бюджетами, закрепляется ответственность за формирование бюджетов.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 1. Матрица ответственности за разработку и исполнение бюджетов по ЦФО «Сельхозпроект» ГК «Агротех-Гарант»**

Наименование бюджетов	ЦФО						
	«Собрание учредителей»	«Управление ИАПФ»	ООО АТГ (предприятия)	«Управление с.-х. предприятием»	«Растениеводство»	«Животноводство»	«Вспомогательные и обслуживающие производства»
<b>Операционные бюджеты</b>							
Бюджет продаж			x				
Бюджет остатков готовой продукции					x	x	
Бюджет производства					x	x	X
Прогнозный баланс продукции				x			
Бюджет производственной себестоимости				x			
Бюджет затрат на оплату труда с отчислениями				x	x	x	X
Бюджет затрат на семена					x		
Бюджет затрат на удобрения					x		
Бюджет затрат на средства защиты растений и животных					x	x	
Бюджет затрат на корма						x	
Бюджет затрат на нефтепродукты					x	x	X
Бюджет затрат на электроэнергию					x	x	X
Бюджет затрат на работы и услуги					x	x	x
Бюджет затрат на содержание основных средств				x			
Бюджет затрат на организацию производства и управление		x		x	x	x	
Бюджет закупки ТМЦ		*			x	x	X
<b>Вспомогательные бюджеты</b>							
Инвестиционный бюджет	*						
Кредитный бюджет			x				
Налоговый бюджет				x			
<b>Финансовые бюджеты</b>							
Бюджет доходов и расходов		*	x				
Бюджет движения денежных средств		*	x				
Прогнозный баланс		*	x				

\* – консолидированный бюджет.

В соответствии с финансовой структурой ГК «Агротех-Гарант» было предложено выделение трех уровней бюджетов в структуре бюджета:

1-й уровень – бюджет доходов и расходов, бюджет движения денежных средств, прогнозный баланс, инвестиционный бюджет, формируемые для ИАПФ в целом как консолидация бюджетов отдельных центров финансовой ответственности (ЦФО) – предприятий;

2-й уровень – бюджеты ЦФО в составе основных финансовых бюджетов (бюджет доходов и расходов, бюджет движения денежных средств, прогнозный баланс, бюджет капитальных затрат), кредитного плана и необходимых операционных бюджетов;

3-й уровень – бюджеты центров затрат (ЦЗ) – отдельных подразделений предприятий, в составе операционных бюджетов.

Обоснованной структурой бюджетов является такая структура, в которой необходимость каждого отдельного бюджета подтверждена. Критерием необходимости является исполнение бюджета конкретным ответственным лицом, руководителем ЦФО или центром финансового учета (ЦФУ). Причем ответственность за формирование и исполнение бюджета должна быть индивидуальной, если же ответственность коллегиальная, то данный бюджет используется для целей управления лишь в качестве аналитического документа.

В данном разделе регламента устанавливается также ответственность за исходную информацию для конкретных статей отдельных бюджетов, формируемых до начала процесса бюджетного планирования и доводимых до всех подразделений предприятия [8].

К такой исходной информации должны быть отнесены основные показатели производственно-финансовой деятельности, ценовые показатели, лимиты затрат и др. Примерный перечень исходной информации, необходимой для формирования бюджетов, а также ответственные исполнители за ее подготовку приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Прогнозируемая исходная информация для составления годового бюджета, доводимая до подразделений предприятий ООО «Сельхозпроект» ГК «Агротех-Гарант»**

Показатели	Исполнитель
Структура посевных площадей по предприятиям	Агроном ЦФО по согласованию с агрономом ООО «Сельхозпроект»
Урожайность сельскохозяйственных культур по предприятиям	Агроном ЦФО по согласованию с агрономом ООО «Сельхозпроект»
Потребность в минеральных удобрениях под урожай планируемого года (виды удобрений, количество т, цена за 1 т с НДС)	Агроном ЦФО по согласованию с агрономом ООО «Сельхозпроект»
Потребность СЗР под урожай планируемого года (виды СЗР, количество, цена с НДС)	Агроном ЦФО по согласованию с агрономом ООО «Сельхозпроект»
Нормы высева на 1 га: - подсолнечника, п. ед; - сахарной свеклы, п. ед. Цена за п. ед. с НДС.	Агроном ЦФО по согласованию с агрономом ООО «Сельхозпроект»
Приобретение техники по предприятиям (наименование, количество единиц, цена с НДС, примерное время приобретения для начисления амортизации)	Инженер ООО «Сельхозпроект» по согласованию с учредителями
Лимит затрат на запасные части, руб./ га пашни	Инженер ООО «Сельхозпроект»
Цена на нефтепродукты с НДС: - дизельное топливо; - бензин А-76; - бензин А-92; - масло (цены за 1 литр и за 1 кг)	Инженер ООО «Сельхозпроект»
Оплата труда (мин. зарплата, тарифные ставки за норму, % роста)	Экономист ЦФО по согласованию с экономистом ООО «Сельхозпроект»
Планируемые цены реализации 1 т по видам продукции	Руководитель ООО «Сельхозпроект»
Продуктивность животных	Зоотехник ЦФО по согласованию с зоотехником ООО «Сельхозпроект»
Цена услуг на уборке за 1 га с НДС - зерновых - подсолнечника - сахарной свеклы	Руководитель ООО «Сельхозпроект»

3. Последовательность формирования бюджетов. В данном разделе регламента бюджетного планирования приводится схема составления консолидированного бюджета, при этом последовательность планирования внутри ЦЗ может устанавливаться и контролироваться его руководителем самостоятельно.

4. Определение горизонта и шага планирования для бюджетов. Горизонт планирования – это период, на который прогнозируется деятельность предприятия в количественных показателях данного бюджета. Шаг планирования – периодичность, с которой в пределах горизонта планирования формируется данный бюджет. Одновременно с шагом планирования устанавливается шаг корректировки бюджетов [2, с. 64–65].

При описании горизонта и шага планирования можно использовать табличную форму (табл. 3).

**Таблица 3. Прогнозируемые шаг и горизонт планирования бюджетов на предприятиях ООО «Сельхозпроект» ГК «Агротех-Гарант»**

Наименование бюджетов	Шаг планирования			Горизонт планирования		
	декада	месяц	квартал	месяц	квартал	Год
Бюджет доходов и расходов		x	x			X
Бюджет движения денежных средств	x	x	x			X
Прогнозный баланс		x	x			X
Бюджет капитальных затрат		x			x	
Бюджет производства	x	x	x			X
Бюджет продаж		x	x			X
Бюджет остатков готовой продукции		x	x			X
Бюджет общепроизводственных расходов		x				X
Бюджет общехозяйственных расходов		x				X
Бюджет прямых затрат на материалы		x				X
Бюджет затрат на оплату труда		x				X
...	...	...	...	...	...	...

5. Определение сроков подготовки и предоставления бюджета. В данном разделе указывается, в какие сроки происходит формирование каждого бюджета. Планирование на будущий год начинается с поступления поставленных целей, исходной информации, показателей, приведенных во втором разделе регламента, в подразделениях предприятий в период с 15 октября по 1 ноября. Исходя из поставленных целей, руководители предприятий совместно с начальником планово-финансовой службы разрабатывают программу мероприятий по формированию сводного бюджета деятельности, назначают ответственных лиц за его составление, создают систему поощрения за своевременное и заблаговременное предоставление достоверных данных и правильных расчетов и систему взыскания за срыв бюджетного процесса.

Затем соответствующие подразделения формируют закрепленные за ними бюджеты, согласовывают их с руководителем предприятия, в случае необходимости проводят мероприятия по корректировке и сопоставимости всех бюджетных показателей. При этом необходимо согласовать сроки формирования бюджетов, разрабатываемых в разных ЦЗ, но связанных между собой. Так, например, показатели бюджета себестоимости 1 т/км, формируемой в автотранспортном подразделении, используются при формировании бюджета затрат на работы и услуги в растениеводстве.

На сроки формирования бюджетов оказывают влияние объем исходной информации, уровень квалификации участников бюджетного процесса, наличие программно-технического обеспечения. В любом случае до 1 декабря текущего года все подразделения обязаны предоставить годовые бюджеты в планово-финансовую службу, поскольку до 15 декабря необходимо завершить консолидацию всех операционных и финансовых бюджетов в целом по предприятию. Далее представители предприятий в составе руководителя, главного бухгалтера и главного экономиста, в соответствии с заранее полученным графиком, предоставляют свои годовые бюджеты в экономическую службу ООО «Сельхозпроект». В связи с территориальной разбросанностью предприятий-участников интеграции на прохождение этой процедуры отводится 3 дня. После этого, 20 декабря основные консолидированные финансовые бюджеты в целом по ИАПФ должны быть вынесены на утверждение Собранием учредителей. 25 декабря – последний срок утверждения консолидированного бюджета ООО «Сельхозпроект» ГК «Агротех-Гарант» на будущий год.

Сроки составления и предоставления бюджетов внутри бюджетного периода должны быть определены следующим образом:

- с 28-го по 30-е число первого месяца I квартала, в соответствии с установленным графиком, предприятия ООО «Сельхозпроект» проводят подведение итогов данного месяца и предоставляют скорректированные бюджеты на второй и третий месяцы I квартала и на II–IV кварталы в целом;

- с 28-го по 30-е число второго месяца I квартала предприятия ООО «Сельхозпроект» проводят подведение итогов второго месяца и предоставляют скорректированные бюджеты на третий месяц I квартала, на II квартал с разбивкой по месяцам и на III–IV кварталы в целом.

Разработка соответствующих бюджетов в II–IV кварталах проводится аналогично разработке бюджетов I квартала.

6. Разработка процедур контроля исполнения бюджета. В процессе организации бюджетного планирования необходимо осуществлять контроль за достижением фактических показателей деятельности предприятия в соответствии с утвержденными бюджетами. В данном разделе регламента указываются документы, определяющие круг участников бюджетного процесса, осуществляющих функцию контроля и глубину этого контроля. Рассматриваются возможность перераспределения неизрасходованных средств между отдельными статьями бюджетов, бюджетами или бюджетными периодами, а также лимиты осуществления внебюджетных платежей. Для предприятий ООО «Сельхозпроект» предлагается возложить функции бюджетного контроля на руководителя планово-финансовой службы предприятия и закрепить в данном разделе его права и обязанности. В качестве одной из обязанностей выделить – ежемесячное предоставление руководителю предприятия отчетности по фактическому исполнению бюджетов. Наделить правом получения в случае необходимости дополнительной информации от подразделений по выполнению закрепленных за ними бюджетов.

7. Анализ отклонений. По результатам сопоставления запланированных и отчетных данных проводится анализ отклонений, который позволяет определить требующие первоочередного внимания проблемные области деятельности предприятия, выявить не предусмотренные в процессе разработки бюджетов возможности, а также оценить деятельность каждого подразделения и его руководителей [3, с. 34–35].

Ежемесячно руководители подразделений обязаны определять и оценивать отклонения фактических показателей от плановых, выявлять причины полученных отклонений и предоставлять отчеты об исполнении бюджетов в планово-финансовую

службу в разрезе статей. При этом необходимым является сопоставимость данных бухгалтерского и управленческого учета, как информационной базы бюджетного планирования, с запланированными показателями. Именно учет, регистрирующий факты хозяйственной деятельности, обеспечивает процесс контроля и анализа бюджета.

Для того чтобы оценить отклонения бюджетных показателей от фактических, необходимо: дифференцировать все отклонения показателей от норматива на значимые и незначимые и подвергать детальному анализу каждое отклонение, размер которого превышает установленную в регламенте величину; дифференцировать все отклонения на «невыгодные» и «выгодные» с точки зрения влияния на конечный финансовый результат; дифференцировать все отклонения на контролируемые и неконтролируемые [1, с. 620; 11, с. 341] в конкретном подразделении.

8. Состав бюджетного комитета. Бюджетный комитет определяет и регулирует всю систему бюджетного планирования в ИАПФ и в отдельных предприятиях, решает организационные проблемы планирования, утверждает бюджетный регламент. Нами предложено создать бюджетный комитет, состоящий из председателя бюджетного комитета, несущего ответственность за бюджетный процесс и координирующего деятельность всех отделов, и трех групп специалистов.

Первая группа контролирует всю работу в отношении бюджетного планирования на уровне ИАПФ (работники финансовой службы, планово-финансового отдела ООО «Сельхозпроект»). Вторая группа специалистов несет ответственность за бюджетный процесс на уровне отдельного предприятия. Третья группа состоит из руководителей подразделений, каждый из которых отвечает за свою отдельную предметную область планирования деятельности подразделения.

9. Заключительный раздел. В данном разделе указывается порядок принятия и изменения настоящего регламента бюджетного планирования.

Внедрение регламента способствует рациональной организации бюджетного процесса и обеспечивает практическую реализацию формирования эффективной системы бюджетного планирования развития ИАПФ.

## Библиографический список

1. Апчёрч А. Управленческий учет: принципы и практика / А. Апчёрч ; пер. с англ. И.А. Смирновой и др. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 952 с.
2. Боровков П. Процесс планирования – система бюджетирования в динамике / П. Боровков // Справочник экономиста. – 2006. – №12. – С. 57–69.
3. Бурцев В. Структура бюджетирования / В. Бурцев // Аудит и налогообложение. – 2005. – № 9. – С. 33–37.
4. Гусаков В. Методика разработки системы бюджетного управления / В. Гусаков // Информационно-аналитический портал «Бюджетирование и управленческий учет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bud-tech.ru/development\\_budgeting.html](http://bud-tech.ru/development_budgeting.html) (дата обращения: 28.07.2018).
5. Карпов А. Зачем нужен регламент бюджетирования / А. Карпов // Информационно-аналитический портал «Бюджетирование и управленческий учет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bud-tech.ru/why\\_reg\\_budgeting.html](http://bud-tech.ru/why_reg_budgeting.html) (дата обращения: 28.07.2018).
6. Плякина А.А. Вопросы методики формирования системы бюджетного планирования в ИАПФ / А.А. Плякина // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем : сб. науч. статей II Международной науч.-практ. конф., посвященной 105-летию Воронежского ГАУ (г. Воронеж, 29 марта 2017 г.). ; под общ. ред. Е.Б. Фалькович, Е.А. Мамистовой. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 162–166.
7. Плякина А.А. Система бюджетов в планировании развития интегрированных агропромышленных формирований / А.А. Плякина // Московский экономический журнал. – 2016. – № 3. – С. 42.
8. Терновых К.С. Бюджетное планирование развития интегрированных агропромышленных формирований : монография / К.С. Терновых, А.А. Плякина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 185 с.
9. Терновых К.С. Критерии оценки систем автоматизации бюджетирования на сельхозпредприятии / К.С. Терновых, В.М. Кононов // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2007. – № 3 (23). – С. 56–58.
10. Терновых К.С. Эффективность бюджетного планирования в системе управления интегрированными агропромышленными формированиями / К.С. Терновых, А.А. Плякина // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 9–2 (86). – С. 1174–1179.
11. Хруцкий В.Е. Внутрифирменное бюджетирование: Настольная книга по постановке финансового планирования / В.Е. Хруцкий, В.В. Гамаюнов. – 2-е изд. – Москва : Финансы и статистика, 2005. – 464 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

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).

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).

Дата поступления в редакцию 20.11.2018

Дата принятия к печати 22.12.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

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).

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).

Received November 20, 2018

Accepted December 22, 2018

## РАЗВИТИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЯХ

Константин Семенович Терновых  
Кристина Сергеевна Четверова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Целью исследования является выявление особенностей развития материально-технической базы интегрированных структур АПК Воронежской области и факторов, оказывающих влияние на этот процесс. Выделены характерные различия воссоздания элементов материально-технической базы (МТБ) в интегрированных структурах и в сельскохозяйственных предприятиях. Определены тенденции в развитии МТБ аграрных предприятий АПК Воронежской области: в сельскохозяйственных предприятиях ежегодно увеличивается стоимость основных средств; сокращается парк сельскохозяйственной техники (в большей степени тракторов, культиваторов и зерноуборочных комбайнов, а темп их обновления не компенсирует объем выбытия); уменьшается доля инвестиций, направляемых в основной капитал аграрного производства, от их общего объема в целом по области; не хватает собственных оборотных средств. Приведен анализ эффективности деятельности ИАПФ и предприятий, не входящих в состав интегрированных структур и предприятий, не входящих в их состав, в результате которого определены лидирующее место и весомая роль интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ) для экономики АПК Воронежской области. В 2017 г. площадь пашни 50 ИАПФ составила 40,6% площади всей пашни области, а стоимость их основных средств – 50,8% стоимости основных средств Воронежской области. В среднем за последние 3 года ИАПФ произвели 67,5% сахарной свеклы, 55,7% зерна, 47,4% подсолнечника. В ходе исследований выявлено, что в настоящее время ИАПФ нацелены на расширенное воспроизводство материально-технической базы. Обладая достаточными финансовыми средствами, ИАПФ способствуют укреплению ресурсного потенциала предприятий-участников, качественно расширяют видовой состав МТБ путем внедрения достижений научно-технического прогресса, приобретения и использования более высокопроизводительной техники нового поколения, племенных животных, автоматизации таких животноводческих процессов, как кормление, доение, удаление и транспортировка навоза и др.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** интегрированные агропромышленные формирования, материально-техническая база, элементы МТБ, воспроизводство, структура, эффективность.

## DEVELOPMENT OF MATERIAL AND TECHNICAL BASIS OF INTEGRATED STRUCTURES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Konstantin S. Ternovykh  
Kristina S. Chetverova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The paper presents the results of studies carried out in order to identify features of development of material and technical basis (MTB) of integrated structures that are embodied into Voronezh Regional Agro-Industrial Complex, as well as factors influencing the process under discussion. The authors define particular differences between integrated structures and agricultural enterprises in reconstruction of MTB elements, and formulate trends in development of MTB of agricultural enterprises of Voronezh Regional Agro-Industrial Complex: (i) annual increase in value of fixed assets; (ii) progressive reduction of the agricultural machinery fleet (to a greater extent the reduction concerns tractors, cultivators and combine harvesters, whereas the rate of their renewal does not compensate retirement of basic production assets); (iii) steady decline in investments directed into fixed capital of agricultural production as compared to total volume of investments of the region on the whole; (iiii) lack of own working capital. The analysis results show that performance efficiency of IAIF is larger than of independent enterprises that are not part of integrated structures, thus the authors suggested that the leadership in the economy of Voronezh Regional Agro-Industrial Complex belongs to integrated agro-industrial formations. In 2017, the area of arable land of 50 IAIF amounted to 40.6% of the total arable lands of the region, and the value of their fixed assets was 50.8% of the value of fixed assets of the whole Voronezh

Oblast. On average, for 3 years in a row, integrated agro-industrial formations produced 67.5%, 55.7% and 47.4% of sugar beet, grain and sunflower, respectively. It was in studies revealing that today integrated agro-industrial formations are aimed at expanded reproduction of material and technical basis. Integrated agro-industrial formations boast sufficient financial potential, which they use to strengthen the resource potential of the enterprises that are structural units of IAIF, expand qualitative item composition of MTB, through application of scientific and technological achievements, acquisition of high-performance new generation equipment, pedigree animals, as well as through automation of main livestock processes (feeding, milking, disposal and transportation of manure, and etc.).

KEYWORDS: integrated agro-industrial formations, material and technical basis (MTB), elements of MTB, reproduction, structure, efficiency.

**В** условиях реформирования и динамичных преобразований агропромышленного комплекса страны, а также становления многообразных форм собственности и хозяйствования первостепенное значение для его стабилизации и совершенствования приобретают развитие кооперационно-интеграционных отношений, создание в АПК интегрированных агропромышленных формирований (ИАПФ).

Все это обусловлено тем, что интегрированные структуры более, чем другие, адаптированы к требованиям рынка, обладают рядом конкурентных преимуществ, способны не только обеспечить простое воспроизводство, но и привлечь необходимый объем инвестиций для расширенного воспроизводства и организации технически и технологически более инновационного производства [5, 8]. Развитие ИАПФ находится в тесной взаимосвязи с укреплением и обновлением элементов материально-технической базы на основе применения высокопроизводительных машин и оборудования, современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и выращивания животных.

В настоящее время материально-техническая база и ее видовая структура зависят от организационно-правовой формы предприятия, его размера, специализации, обеспеченности другими ресурсами и их экономической эффективности. Так, материально-техническая база ИАПФ кардинально отличается от МТБ сельскохозяйственных предприятий, поскольку в интегрированных структурах в составе МТБ преобладают современные виды средств производства, для поддержания работоспособности которых привлекают квалифицированный, подготовленный персонал, владеющий основами управления современной техникой и технологиями. При этом состав и структура МТБ ИАПФ формируются под влиянием конкурентной среды, в соответствии со специализацией, потребностями рынка и конечной целью [11].

Состояние материально-технической базы сельскохозяйственных предприятий является неудовлетворительным, основные средства в них изношены более чем на 50%, темпы обновления элементов машинно-тракторного парка остаются низкими, количество выбывающей техники ежегодно увеличивается из-за ограниченности в финансах. Кроме того, в них наблюдаются рост технико-технологической отсталости, нарушение воспроизводственных процессов, отсутствуют научно обоснованные подходы к формированию и рациональному использованию МТБ [2, 10].

В интегрированных структурах по сравнению с сельскохозяйственными предприятиями совершенствование и воспроизводство материально-технической базы происходят в более короткие промежутки времени как в простой, так и в расширенной форме. Отметим, что интегрированные агропромышленные формирования наиболее мотивированы на расширенное воспроизводство материально-технической базы, идут по интенсивному пути развития. Обладая большими финансовыми ресурсами и возможностями привлечения денежных средств, они внедряют инновационные элементы материально-технической базы, закупают и используют машины и технику нового поколения, приобретают чистопородных и высококровных животных. В ИАПФ приоритеты отдаются новейшим достижениям автоматизации процессов кормления, поения, доения, удаления навоза и его транспортировки, совершенствованию систем вентиляции и иным элементам МТБ, способствующим улучшению содержания животных [8].

Проведенный анализ функционирования интегрированных агропромышленных формирований в АПК России, ЦФО и Воронежской области показал, что в сложившихся социально-экономических условиях происходит углубление интеграционных процессов в сельском хозяйстве. Ежегодно создаются новые интегрированные агропромышленные структуры, адаптированные к современным условиям хозяйствования, системе управления, различные по организационно-правовой форме, количеству входящих в состав участников, характеру производственно-экономических взаимоотношений между ними.

На современном этапе в Воронежской области действуют около 50 интегрированных агропромышленных формирований, в их состав входят 172 предприятия, которые вносят существенный вклад в экономику региона. Кроме того, наблюдается увеличение их доли в производстве сельскохозяйственной продукции, в большей степени в отрасли животноводства (табл. 1).

**Таблица 1. Место и роль ИАПФ в экономике сельского хозяйства Воронежской области**

Показатели	Годы											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Удельный вес ИАПФ, %:												
в площади пашни	39,1	50,9	51,9	58,0	57,9	55,9	56,3	53,4	55,7	48,6	40,6	
в стоимости основных средств	44,7	55,5	54,8	48,0	44,6	47,9	49,5	51,5	53,3	53,4	50,8	
в производстве:												
зерна	34,8	45,1	45,6	48,9	40,5	44,8	43,9	43,7	55,9	45,8	38,6	
подсолнечника	23,0	35,4	33,7	40,7	33,6	35,7	35,4	33,1	45,6	31,2	31,7	
сахарной свеклы	35,1	46,3	49,5	56,5	48,2	51,8	62,3	60,3	63,9	66,8	67,2	
молока	11,5	15,1	19,9	20,4	17,9	27,1	30,8	32,7	39,1	44,4	41,8	
мяса	7,6	14,7	33,3	34,3	38,5	45,5	45,6	49,6	75,6	82,5	73,9	

Источник: рассчитано авторами на основе данных департамента аграрной политики Воронежской области [4].

Площадь пашни интегрированных формирований в 2017 г. составила 40,6% площади всей пашни Воронежской области, а стоимость основных средств – 50,8% в стоимости основных средств области. При этом ИАПФ произвели 38,6% зерна, 67,2% сахарной свеклы, 31,7% подсолнечника, 41,8% молока и 73,9% мяса, что свидетельствует о значительном вкладе в развитие сельского хозяйства области.

По уровню экономической эффективности ИАПФ отличаются от других сельскохозяйственных предприятий. За период с 2014 по 2016 г. в них отмечены более высокая урожайность зерновых и зернобобовых, подсолнечника, а также среднегодовой удой на одну корову, чуть ниже – урожайность сахарной свеклы (табл. 2).

Так, в 2016 г. урожайность зерновых в ИАПФ составила 39,3 ц/га, сахарной свеклы – 461 ц/га, подсолнечника – 25,2 ц/га, в то время как в хозяйствах всех категорий – соответственно 34,4, 484 и 25,0 ц/га. В 2017 г. в ИАПФ урожайность зерновых и зернобобовых была выше на 3,3 ц/га, при немного более низкой урожайности сахарной свеклы и подсолнечника (соответственно на 2,6 и 1,7 ц/га), при этом среднегодовой удой на 1 фуражную корову составил 7226 кг, что на 652 кг превысило средний показатель сельскохозяйственных предприятий.

В интегрированных структурах за период 2014–2017 гг. было получено на 100 га сельхозугодий больше как мяса, так и молока. В ИАПФ также выше такие показатели эффективности в стоимостном выражении, как выручка от реализации и прибыль в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий, среднемесячная заработная плата [1, 3, 7].

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 2. Эффективность сельскохозяйственного производства  
в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, 2014–2017 гг.**

Показатели	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	Всего	ИАПФ	Всего	ИАПФ	Всего	ИАПФ	Всего	ИАПФ
Урожайность, ц/га:								
зерновые	32,4	35,3	29,9	32,7	35,4	39,3	39,2	42,5
подсолнечник	20,8	21,2	25,0	25,1	24,7	24,9	21,0	19,3
сахарная свекла	327,4	325,6	353,1	351,5	462,4	460,5	427,2	424,6
Получено на 100 га пашни, т:								
зерна	158,5	170,4	152,6	164,7	170,9	178,1	182,9	169,3
подсолнечника	31,0	27,1	35,9	33,3	31,4	24,8	28,3	21,5
сахарной свеклы	133,4	208,9	162,2	217,4	223,2	314,5	242,8	391,5
Получено на 100 га сельхозугодий, т:								
мяса	9,1	15,2	10,5	14,6	11,4	19,0	13,3	24,1
молока	18,3	20,1	19,3	19,6	21,5	26,5	24,2	36,2
выручки, тыс. руб.	2634	3338	3674	4271	4082	5195	4128	5484
прибыли, тыс. руб.	452,2	568,1	731,9	743,9	755,6	841,9	443,5	510,4
Среднегодовой удой на корову, кг	5509	5869	5641	6138	6096	6481	6574	7226
Среднемесячная заработная плата, руб.	18197	20154	20999	22589	23697	25875	25744	28715
Фондоотдача, руб.	1,0	0,9	1,3	1,2	1,3	1,2	0,9	0,8
Уровень рентабельности, %	21,5	21,6	27,6	23,8	24,3	21,1	13,1	11,4

Источник: рассчитано авторами на основе данных департамента аграрной политики Воронежской области [4].

Исследованиями установлено, что деятельность интегрированных структур в АПК Воронежской области за период с 2009 по 2017 г. претерпела значительные институциональные изменения, в ходе которых ряд объединений прекратили свое функционирование, в то время как другие продолжали развиваться. Отметим, что на протяжении 9 лет более высокую эффективность своей деятельности демонстрировали лишь 11 интегрированных структур (из 48 действующих в 2017 г.), поскольку динамично расширяли свои производственные мощности (табл. 3).

**Таблица 3. Динамика основных средств в интегрированных агропромышленных формированиях Воронежской области, млн руб.**

Наименование головной компании (холдинга)	Стоимость основных средств, млн руб.									Темп роста
	Годы									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
ОАО АКБ «Авангард»	538,5	393,5	1420,9	2270,0	2798,9	3595,0	4115,6	5901,0	7615,4	В 14,2 раза
ГК «Продимекс»	1021,4	983,9	591,7	1184,1	1655,5	2171,4	2670,8	3222,2	3516,7	В 3,4 раза
ООО «Агротех-Гарант»	353,6	289,1	434,4	515,8	597,9	710,2	882,9	1322,2	1522,6	В 4,3 раза
ООО ГК «АСБ»	193,1	317,9	534,1	312,8	883,7	888,4	1114,0	1435,9	1519,7	В 7,9 раза
ГК «Верхнехавский агрохолдинг»	409,3	614,3	718,4	844,3	851,1	1025,7	1128,1	1323,7	1438,2	В 3,5 раза
ЗАО НПО «Апротек»	148,7	180,5	255,8	355,7	421,0	445,3	539,5	811,1	1004,0	В 6,8 раза
ООО УК «Агрокультура»	751,5	670,4	605,4	741,4	879,8	904,8	836,6	849,5	951,9	126,7%
ООО «Управляющая компания АГРО-Инвест»	1117,3	1108,6	875,6	773,7	709,0	449,1	324,8	298,4	273,6	24,5%
УК «Молпроект»	191,6	173,9	190,7	237,2	237,8	212,5	181,7	169,8	166,7	86,9%
ОАО фирма «Молоко»	70,8	72,4	78,3	99,8	120,3	128,8	31,0	27,7	22,5	31,7%
ООО «Стрелец»	60,2	69,3	82,5	92,7	105,3	119,7	108,7	52,1	19,5	32,4%

Источник: рассчитано авторами на основе данных департамента аграрной политики Воронежской области [4].

В условиях резкого сокращения трудовых ресурсов в сельской местности залогом успешного функционирования сельскохозяйственных организаций являются не только обеспеченность всеми видами ресурсов и эффективное их использование, а в большей степени оптимальное формирование и рациональное использование материально-технической базы.

За период с 2014 по 2017 г. в ИАПФ наблюдается увеличение стоимости основных средств (табл. 4). В структуре основных средств в целом по анализируемым интегрированным формированиям Воронежской области наибольший удельный вес в 2017 г. занимали здания, сооружения и передаточные устройства – 41,4%, доля машин и оборудования – 36,0%.

**Таблица 4. Состав и структура основных средств в ИАПФ Воронежской области**

Виды основных средств	Годы								2017 г. в % к 2014 г.
	2014		2015		2016		2017		
	тыс. руб.	%							
Всего по ИАПФ, из них:	51 032 859	100	66 085 435	100	62 867 785	100	69 941 826	100	137,1
здания, сооружения и передаточные устройства	13 778 670	27,0	28 527 502	43,2	26 466 248	42,1	28 933 328	41,4	В 2,1 раза
машины и оборудование	19 551 656	38,3	20 220 200	30,6	21 954 544	34,9	25 189 608	36,0	128,8
транспортные средства	3 992 799	7,8	3 388 817	5,1	3 645 414	5,8	3 897 136	5,6	97,6
производственный и хозяйственный инвентарь	161 270	0,3	219 279	0,3	270 339	0,4	327 303	0,5	В 2,0 раза
рабочий скот	103 082	0,2	107 502	0,2	139 145	0,2	148 305	0,2	143,9
продуктивный скот	6 924 705	13,6	8 248 599	12,5	8 745 762	13,9	9 186 498	13,1	132,7
капитальные вложения на коренное улучшение земель	557 988	1,1	569 525	0,9	567 836	0,9	569 525	0,8	102,1
Другие виды основных средств	5 962 689	11,7	4 804 011	7,3	1 078 497	1,7	1 690 123	2,4	28,3

Источник: рассчитано авторами на основе данных департамента аграрной политики Воронежской области [4].

Внедрение инновационных и прогрессивных ресурсосберегающих видов основных средств в интегрированных агропромышленных формированиях привело к росту фондовооруженности труда (табл. 5). В целом за период с 2014 по 2016 г. отмечено увеличение фондоотдачи и сокращение фондоемкости, что свидетельствует об эффективном использовании основных средств, однако в 2017 г. наблюдается обратная ситуация.

**Таблица 5. Эффективность использования основных средств в ИАПФ**

Показатели	Годы			
	2014	2015	2016	2017
Фондоотдача, руб.	0,9	1,2	1,2	0,8
Фондоемкость, руб.	1,11	0,83	0,83	1,25
Фондооснащенность на 100 га сельхозугодий, тыс. руб.	3981	4110	4573	7198
Фондовооруженность на 1 среднегод. работника, тыс. руб.	2246	2523	2633	3974
Получено прибыли на 100 руб. основных средств с.-х. назначения, руб.	14,3	19,6	18,4	17,1

Отметим, что за анализируемый период в ИАПФ происходит рост числа тракторов всех марок на 16,4% и комбайнов: кормоуборочных – на 34,9%, зерноуборочных – на 21,7, свеклоуборочных – на 34,1%. При этом сокращается количество сенокосилок тракторных, кукурузоуборочных комбайнов, транспортеров для уборки навоза и грузоперевозящих автомобилей (табл. 6). Увеличивается темп роста по таким видам техники, как жатки рядковые и валковые, в 1,7 раза, кормораздатчики – в 1,5 раза.

**Таблица 6. Наличие сельскохозяйственной техники в ИАПФ Воронежской области, шт.**

Показатели	Годы				
	2014	2015	2016	2017	2017 в % к 2014
Тракторы всех марок	2992	3110	3527	3482	116,4
Комбайны:					
- зерноуборочные	677	708	761	824	121,7
- кукурузоуборочные	25	23	23	24	96,0
- свеклоуборочные	82	77	120	110	134,1
- кормоуборочные	109	110	134	147	134,9
Сеялки и посевные комплексы	1346	1336	1338	1396	103,7
Косилки тракторные	369	385	439	457	123,8
Жатки рядковые и валковые	255	245	334	423	165,9
Автомобили грузоперевозящие	19689	18255	1706	1811	9,2
Раздатчики кормов	193	205	279	282	146,1
Транспортеры для уборки навоза	376	387	353	360	95,7
Доильные установки и агрегаты	295	318	318	324	109,8

В отличие от интегрированных структур в сельскохозяйственных организациях Воронежской области, также как и в целом по стране, наблюдается тенденция сокращения сельскохозяйственных машин [9]. Парк тракторов на предприятиях за анализируемый период сократился в 4,5 раза, сеялок – в 6,6 раза, комбайнов зерноуборочных, кормоуборочных, кукурузоуборочных и свеклоуборочных – соответственно в 7,0 раза, 11,7, 20,1 и в 10,6 раза [6, 8]. Главными причинами такого положения аграрных предприятий стали не только высокий физический и моральный износ техники, но и низкое обеспечение финансовыми ресурсами для обновления материально-технической базы.

В ходе исследований выявлено, что не вошедшие в состав ИАПФ предприятия, несмотря на меры государственного регулирования, продолжают испытывать нехватку современной сельскохозяйственной техники. Руководство интегрированных агропромышленных формирований стремится качественно расширить материально-техническую базу и сократить сроки эксплуатации машин и комбайнов за счет внедрения новых технико-технологических решений, приобретения ноу-хау для уменьшения издержек и роста эффективности производства, усовершенствования, реконструкции, модернизации животноводческих помещений, своевременного финансирования запланированных мероприятий.

## Библиографический список

1. База данных показателей муниципальных образований Воронежской области: показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst20/DBInet.cgi> (дата обращения: 28.07.2018).
2. Моргачев В.В. Формирование эффективного механизма материально-технического обеспечения сельскохозяйственных товаропроизводителей / В.В. Моргачев // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 10–2 (75). – С. 388–3910.
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 17.07.2018).
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://voronezhstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/voronezhstat/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions](http://voronezhstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/voronezhstat/ru/publications/official_publications/electronic_versions) (дата обращения: 25.09.2018).
5. Плякина А.А. Эффективность функционирования интегрированных агропромышленных формирований в региональном АПК / А.А. Плякина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 214–221.
6. Полухин А.А. Экономический анализ экспортного потенциала сельскохозяйственного машиностроения РФ / А.А. Полухин, А.В. Панин, А.С. Ильина // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2017. – № 4 (16). – С. 44–48.
7. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2017 : статистический сборник. – Москва : Росстат, 2017. – 211 с.
8. Терновых К.С. Особенности воспроизводства материально-технической базы в интегрированных агропромышленных формированиях : монография / К.С. Терновых, И.И. Дубовской, К.С. Четверова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 147 с.
9. Ушачев И.Г. Основные направления стратегии устойчивого социально-экономического развития АПК России / И.Г. Ушачев // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 6. – С. 4–24.
10. Ушачев И.Г. Экономические проблемы импортозамещения в условиях научно-технологического развития АПК России / И.Г. Ушачев, В.В. Маслова, В.С. Чекалин // АПК: экономика, управление. – 2017. – № 11. – С. 4–11.
11. Четверова К.С. Состояние и тенденции развития материально - технической базы в интегрированных агропромышленных формированиях (ИАПФ) / К.С. Четверова, И.И. Дубовской // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (42). – С. 195–202.

## 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).

Кристина Сергеевна Четверова – кандидат экономических наук, ассистент кафедры управления и маркетинга в АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kristina.2003@ramble](mailto:kristina.2003@ramble).

Дата поступления в редакцию 22.11.2018

Дата принятия к печати 24.12.2018

## 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).

Kristina S. Chetverova – Candidate of Economic Sciences, Assistant, the Dept. of Management and Marketing in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [kristina.2003@ramble](mailto:kristina.2003@ramble).

Received November 22, 2018

Accepted December 24, 2018

## АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС В СИСТЕМЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

Андрей Юрьевич Гусев<sup>1</sup>  
Зинаида Петровна Меделеева<sup>2</sup>  
Татьяна Александровна Сычева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

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

Современный уровень регионального развития вызывает необходимость постоянного расширения и углубления экономических связей и контактов как на межрегиональном, так и международном уровне. Рязанская область, как и многие регионы Российской Федерации, имеет определенные экономические связи со многими странами дальнего и ближнего зарубежья. В процессе проведенного исследования установлено, что регион является преимущественно потребителем импортных услуг, особенно деловых, которые занимают около 48% их общего объема. Показатели внешнеэкономической деятельности региона свидетельствуют о ее существенном изменении, в частности, сокращении внешнеторгового оборота. Так, за пятилетний период исследования общий объем его сократился на 445 млн долл., или на 32,3%, что указывает на критическую ситуацию в системе внешних экономических отношений. Причем наиболее значительными темпами снижается экспорт производимой продукции, что для региона весьма нежелательно, так как именно производственная деятельность является базой его успешного развития. В структуре импорта региона значительное место (80%) занимают продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье, продукция химической промышленности, каучук, а также машиностроительная продукция (за период 2012–2016 гг. доля вышеназванной продукции составляла соответственно 13,7; 43,7 и 24,4%). Превышение ввоза продовольствия над его вывозом свидетельствует об отрицательном сальдо по обороту указанных видов продукции, что свидетельствует об отрицательном сальдо по обороту указанных видов продукции и, следовательно, о зависимости региона от импортного продовольствия. В какой-то мере это обусловлено совершенствованием структуры продовольственного ассортимента для жителей области. Отрицательное сальдо по обороту можно уменьшить путем наращивания регионом объемов производства и экспорта собственной сельскохозяйственной продукции с тем, чтобы повысить продовольственную независимость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агропромышленный комплекс, экспорт, импорт, деловые услуги, коэффициент соотношения импорта и экспорта, товарная структура.

## AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN THE SYSTEM OF REGIONAL FOREIGN ECONOMIC ACTIVITIES

Andrey Yu. Gusev<sup>1</sup>  
Zinaida P. Medelyaeva<sup>2</sup>  
Tatiana A. Sycheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev

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

The current level of regional development necessitates the constant expansion and deepening of economic relations and contacts both at the interregional and international levels. Ryazan Oblast, like many regions of the Russian Federation, has certain economic relations with many countries of far and near abroad. The performed research shows that this region is mainly a consumer of imported services (especially in the sphere of business) that occupy about 48% of their total volume. The indicators of foreign economic activities of the region indicate their significant change towards reducing the foreign trade turnover. For instance, the total volume of foreign trade turnover during the five-year study period declined by \$445 million, or by 32.3%, which indicates a critical situation in the system of external economic relations. The most significant decline was observed in the export of manufactured products, which is highly undesirable for the region, since this production activity is the basis of successful development. A significant share (80%) in the region's import structure is occupied by food commodities and agricultural raw materials, chemical products, rubber, and engineering products (the shares being equal to 13.7%, 43.7%, and 24.4%, respectively, over the period of 2012–2016). The excess of food imports over their export indicates that the region has a negative balance in the turnover of

these types of products, which indicates the dependence of the region on imported food. To some extent this is associated with the improvement of structure of food assortment for the inhabitants of the region. But nevertheless, the negative balance in turnover indicates the need for the region to increase its production and export volumes of domestic agricultural products in order to achieve a positive balance and thereby ensure food independence.

KEYWORDS: Agro-Industrial Complex, export, import, business services, ratio of import and export, goods structure.

**В**нешнеэкономические отношения региона занимают важное место в его финансово-хозяйственной деятельности. Наличие значительных экономических, духовных, культурных связей с зарубежными странами свидетельствует об уровне интеграции экономического субъекта в мировую хозяйственную систему. Проблемы внешнеэкономической деятельности и ее информационно-аналитическое обеспечение постоянно освещаются в работах ряда ведущих экономистов страны [3, 5, 9]. Современный уровень регионального развития сопряжен с необходимостью постоянного расширения и углубления экономических связей и контактов как внутри страны, так и на мировом уровне. Вопросам развития АПК, особенностям регионального функционирования, возможности выхода регионов на мировой уровень посвящены работы авторов [1, 2, 4, 8].

Рязанская область имеет налаженные экономические связи со многими странами дальнего и ближнего зарубежья по вопросам взаимного обмена продукцией и услугами. Так как область считается регионом, ориентированным на сельскохозяйственную деятельность, то в большинстве случаев из региона вывозится продукция сельского хозяйства.

В таблице 1 представлена динамика внешнеэкономической деятельности региона за период 2012–2016 гг. по импорту и экспорту.

**Таблица 1. Внешнеэкономическая деятельность региона по товарному торговому обороту за период 2012–2016 гг., млн долл.**

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Внешнеторговый оборот – всего	1380,6	1117,0	1082,5	872,5	935,1	67,7
Экспорт	746,9	416,4	378,0	385,5	399,6	53,5
Импорт	633,7	700,6	704,5	513,7	535,5	84,5
В т. ч. со странами дальнего зарубежья – всего	637,6	777,8	838,4	692,5	758,1	118,0
Экспорт	131,8	167,8	205,0	217,3	259,8	197,7
Импорт	505,8	610,0	633,4	475,2	498,3	98,6
Со странами СНГ – всего	743,0	339,2	244,1	179,8	177,0	23,8
Экспорт	615,1	248,6	173,0	141,3	139,8	22,7
Импорт	127,9	90,6	71,1	38,4	37,2	28,9

Составлено по материалам [6, 7, 10, 11].

Результаты внешнеэкономической деятельности региона свидетельствуют о ее существенном изменении, в частности, о сокращении внешнеторгового оборота. Так, за пятилетний период исследования общий объем его сократился на 445 млн долл., или на 32,3%, что указывает на критическую ситуацию в системе внешних экономических отношений (табл. 1). Причем наиболее значительными темпами снижается экспорт производимой продукции, что для региона весьма нежелательно, поскольку именно производственная деятельность является базой успешного развития региона. Импорт продукции сократился на 15,5%.

Таким образом, вывоз продукции, произведенной регионом, сокращается более значительными темпами, чем ее ввоз, что свидетельствует об отрицательном торговом балансе региона. В 2016 г. ввоз продукции работ и услуг превышает вывоз на 135,9 млн долл. (импорт – 535,5 и экспорт – 399,6 млн долл.). Такая тенденция сохраняется на протяжении всего исследуемого периода, за исключением 2012 г., когда экспорт продукции несколько превышал импорт. В настоящее время регион не обладает высококонкурентной продукцией, которая пользовалась бы высоким спросом на внешнем рынке.

На сложившуюся ситуацию оказали влияние экономические санкции стран ЕС и США, под которые попала Россия и соответственно Рязанская область как ее административная единица. С 2014 г. это еще больше усугубило положение в экспортно-импортных отношениях региона со странами дальнего зарубежья. Так, в системе «экспорт-импорт» объемы импорта почти в два раза превышают объемы экспорта, формируя в торговле со странами дальнего зарубежья отрицательный торговый баланс. При этом экспорт в страны дальнего зарубежья в 2016 г. вырос до 259,8 млн долл., или на 97,1% больше, чем в 2012 г., что указывает на положительную динамику в отношениях с этими странами, но тем не менее объемы ввоза импортных товаров, работ, услуг в регион существенно превышают их экспорт. Торговые связи со странами СНГ демонстрируют отрицательную динамику как в относительном, так и в абсолютном выражении. В экспортно-импортных отношениях преобладает экспорт товаров, работ и услуг над импортом при сложившемся уровне сокращения объемов вывоза и ввоза товаров. Наблюдается сокращение экономических контактов региона с иностранными партнерами.

Данные таблицы 2 отражают баланс экспортных и импортных услуг региона в страны дальнего и ближнего зарубежья. Так, в 2016 г. организациями Рязанской области оказано экспортных услуг в зарубежные страны на 242,3 тыс. долл. (153,5 тыс. долл. – страны дальнего зарубежья и 88,8 тыс. долл. – страны СНГ), что на 54,4% больше, чем в 2015 г. Импорт международных услуг составил 12754,1 тыс. долл. (соответственно 11187,5 и 1566,6 тыс. долл.) и вырос на 67,2% в сравнении с 2015 г.

**Таблица 2. Экспорт и импорт услуг в 2015–2016 гг. Рязанской областью, тыс. долл.**

Показатели	2015 г.				2016 г.			
	Страны дальнего зарубежья		Страны СНГ		Страны дальнего зарубежья		Страны СНГ	
	тыс. долл.	%	тыс. долл.	%	тыс. долл.	%	тыс. долл.	%
Экспорт услуг – всего	153,0	100,0	3,9	100,0	153,5	100,0	88,8	100,0
в т. ч. деловые услуги	153,0	100,0	3,9	100,0	113,1	73,6	15,7	17,8
Импорт услуг – всего	5716,9	100,0	1913,0	100,0	11187,5	100,0	1566,6	100,0
в т. ч. деловые услуги	4888,5	85,5	40,8	2,1	5355,5	47,8	80,1	5,1
Услуги в сфере недвижимости	-	-	-	-	114,5	1,0	-	-
Компьютерные услуги	-	-	-	-	262,3	2,3	-	-
Прочие деловые услуги	70,6	1,3	1,2	0,1	1767,0	15,7	-	-
Транспортные услуги	421,5	7,3	32,4	1,7	1854,4	16,5	25,7	1,6
Автомобильный транспорт	336,3	5,9	1838,6	96,1	1833,8	16,3	1460,8	93,2

Составлено по материалам [6, 7, 10, 11].

В процессе исследования установлено, что регион является преимущественно потребителем импортных услуг, особенно деловых, которые занимают 47,8% их общего объема. Регион также экспортирует за рубеж и свои деловые услуги, на долю которых приходится значительная часть его структуры, но по масштабам, выраженным в денежном эквиваленте, их объемы весьма скромны, всего – 113,1 тыс. долл., в то время как он импортирует таких услуг на сумму 5355,5 тыс. долл., т. е. в десятки раз больше. Существенные объемы в импорте приходятся на транспортные услуги – 1854,4 тыс. долл. и услуги автомобильного транспорта – 11187,5 тыс. долл.

В структуре товарного экспорта значительное место занимают кожевенное сырье, пушнина и изделия из них, в среднем по региону составляя 16,1%, причем в дальнее зарубежье удельный вес их составляет 17,4%, свидетельствуя о повышении спроса в странах Европы (табл. 3). На экспорт регион отправляет и машиностроительную продукцию, удельный вес которой в структуре экспорта составляет 14,6% всего и 15,4% вывозится в страны дальнего зарубежья. На долю продовольственных товаров и сельскохозяйствен-

ное сырье приходится 12,1% экспорта. Значительный удельный вес в структуре экспорта (более 30%) занимают «прочие товары», которые в статистике не конкретизированы по видам, обезличены и поэтому не подвергаются исследованию и анализу.

**Таблица 3. Товарная структура экспорта и импорта региона (в среднем за 2012–2016 гг.)**

Показатели	В целом по региону	Дальнее зарубежье	Страны СНГ
<b>Экспорт: всего</b>	100,0	100,0	100,0
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье	12,1	16,3	3,5
Минеральные продукты и топливно-энергетические товары	6,7	3,3	11,2
из них: топливно-энергетические товары	6,4	3,2	10,7
Продукция химической промышленности, каучук	7,5	5,0	10,6
Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	16,1	17,4	11,3
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	2,9	1,6	4,7
Текстиль, текстильные изделия, обувь	0,2	0,01	0,3
Металлы и изделия из них	8,0	5,0	12,0
Машиностроительная продукция	14,6	15,4	10,8
Прочие товары	31,9	32,8	24,9
<b>Импорт, всего</b>	100,0	100,0	100,0
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье, кроме текстильного	13,7	14,4	5,3
Минеральные продукты и топливно-энергетические товары	2,2	1,8	7,7
из них: топливно-энергетические товары	1,9	1,8	7,0
Продукция химической промышленности, каучук	43,7	44,9	2,7
Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	0,9	0,5	5,6
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	1,0	0,7	5,5
Текстиль, текстильные изделия, обувь	2,5	2,3	5,9
Металлы и изделия из них	5,9	4,9	19,1
Машиностроительная продукция	24,4	24,3	15,7
Прочие товары	5,7	4,4	25,8

Составлено по материалам [6, 7, 10, 11].

В структуре импорта по региону значительное место занимают продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье, кроме текстильного – 13,7%, продукция химической промышленности, каучук – 43,7%, машиностроительная продукция – 24,4%. На их долю приходится более 80% импорта. Превышение ввоза продовольствия над его вывозом свидетельствует о том, что регион имеет отрицательное сальдо по обороту показателя, определяющего продовольственную безопасность региона, и о зависимости региона от импортного продовольствия. В определенной мере это связано с совершенствованием структуры продовольственного ассортимента и приобретением продуктов, не производимых на территории России (бананы, ананасы и т. п.). Ликвидация отрицательного сальдо по обороту возможна при наращивании регионом объемов производимой в нем сельскохозяйственной продукции и налаживании каналов реализации за рубеж. Регион в основном характеризуется благоприятными условиями для выращивания многих сельскохозяйственных культур, и он исторически имеет аграрную направленность.

Для оценки активности внешнеэкономической деятельности региона (аналитической оценки изменений структуры импортно-экспортных соотношений) нами предлагается использовать коэффициент соотношения экспорта и импорта, который рассчитывается по формуле

$$K_{\text{акт.}} = Э / И, \tag{1}$$

где  $K_{\text{акт.}}$  – коэффициент соотношения экспорта и импорта;

Э – объем экспорта;

И – объем импорта.

Если показатель выше единицы, то это свидетельствует о наличии отрицательного сальдо в структуре экспортно-импортных сделок, а если меньше единицы – то наоборот.

Проведенная оценка импортно-экспортного соотношения по всем видам деятельности региона за период 2014–2016 гг. свидетельствует о том, что на протяжении исследуемого периода регион ввозит больше продукции, чем вывозит. Расчетные коэффициенты в целом по региону составляют соответственно по годам – 1,86; 1,44 и 1,34 (табл. 4).

**Таблица 4. Показатели соотношений импортно-экспортных операций региона**

Показатели	Дальнее зарубежье			Страны СНГ			В целом по региону		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Импортно-экспортное соотношение различных видов деятельности региона: всего	2,7	2,2	1,61	0,4	0,27	0,27	1,86	1,44	1,34
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье	2,8	2,4	1,5	0,7	0,8	0,75	9,4	2,2	1,4
Минеральные продукты и топливно-энергетические товары	2,21	1,7	1,05	0,4	0,21	0,2	1,0	0,68	0,52
Продукция химической промышленности, каучук	86,5	31,6	23,0	0,2	0,14	0,13	10,7	6,6	8,0
Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	0,03	0,01	0,05	0,01	0,03	0,15	0,03	0,01	0,08
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	0,84	0,9	0,7	0,6	2,5	0,47	0,7	1,4	0,57
Текстиль, текстильные изделия, обувь	116,0	-	-	0,19	2,0	3,1	1,02	11,4	18,5
Металлы и изделия из них	2,1	7,8	2,0	0,28	0,37	0,36	1,12	2,09	1,08
Машиностроительная продукция	3,7	3,2	2,0	0,7	0,26	0,35	2,8	2,3	1,7
Прочие товары	0,7	0,3	0,3	0,5	0,27	0,19	0,6	0,28	0,28

Составлено по материалам [6, 7, 10, 11].

При этом в регионе наметилась позитивная тенденция сокращения объемов импортной продукции по такому важному направлению, как продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (кроме текстильного). В целом по региону за исследуемый период коэффициент соотношения импорта и экспорта по данному показателю составил в 2014 г. – 9,4, в 2015 г. – 2,2, в 2016 г. – 1,4. Динамика показателей свидетельствует о том, что регион в целом ввозит больше продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, чем вывозит их за пределы, но соотношение в последние годы улучшается в пользу экспорта. В разрезе дальнего зарубежья по продовольственным товарам и сельскохозяйственному сырью объемы импорта превышают экспорт в 2,8 раза в 2014 г. и в 1,5 раза в 2016 г., а со странами СНГ – экспорт превышает импорт на 30–25%. Результаты исследования по другим направлениям экспортно-импортных операций, которые имеют место в регионе, представлены в таблице 4.

По представленным пропорциям экспортно-импортных соотношений по операциям внешнеэкономической деятельности региона можно судить о направленности потоков и анализировать их структурные изменения в динамике за определенный промежуток времени (год, полугодие, квартал). Это позволит анализировать и прогнозировать внешнеэкономическую деятельность региона, делать соответствующие управленче-

ские выводы и принимать решения на предмет перспектив эффективного развития этого вида деятельности, совершенствования структуры экспортно-импортных операций.

Внешнеэкономическая деятельность региона должна быть не только активной, но и эффективной. Эффективность внешнеэкономической деятельности, как и многих видов деятельности, может быть экономической, эколого-экономической и социальной. И если для предпринимателей более важен первый вид, то на уровне региона необходимо уделять внимание и другим видам эффективности. Например, на уровне региона необходимо стремиться налаживать внешнеэкономические контакты даже в том случае, если в определенный год эффективность реализации определенного вида продукции выше на внутреннем рынке. Это обусловлено тем, что при изменении природно-климатических условий в будущем может быть превышение предложения над спросом и должны быть налаженные контакты по продаже объемов продукции, не востребованной на внутреннем рынке. Одновременно с превышением предложения над спросом имеет место тенденция снижения цен, что также способствует контактам с мировыми покупателями.

В то же время задача региональных органов власти заключается в том, чтобы не допускать ситуаций, когда при высоких мировых ценах из регионов вывозится сырье и имеют место отрицательные продовольственные балансы по продовольственной пшенице, подсолнечнику. Анализ и практика показывают, что в регионах остается пшеница с низкими качественными показателями, и, как следствие, это обуславливает снижение качества муки и хлебобулочных изделий, предназначенных для жителей региона. В данном случае проявляется социальная эффективность внешнеэкономической деятельности, регулирование которой необходимо со стороны региональных органов власти. Переработка сырья в регионе содействует созданию новых рабочих мест и, как следствие, получению добавленной стоимости, в том числе налоговых отчислений в бюджеты разного уровня.

Следует отметить, что экологические аспекты внешнеэкономической деятельности не всегда анализируются собственниками предприятий и должны входить в сферу влияния регионов. Иногда отдельные предприятия для продажи продукции на экспорт организуют вредные производства на местах, загрязняя окружающую среду и создавая не совсем соответствующие условия для работы персонала.

Экономическая и другие составляющие эффективности импорта также различаются для конкретного предприятия и региона в целом. Предприниматели при расчете эффективности импорта в первую очередь сравнивают цены закупки сырья (оборудования, готовой продукции) по импорту с внутренними ценами, технические показатели по основным средствам, соотношение между спросом и предложением на внутреннем рынке. Задача региональных органов власти состоит прежде всего в анализе импорта; продвижении на рынок продукции, производимой местными товаропроизводителями, в том числе на основе регулирования (в исключительных случаях) затрат на производство, обеспечивая субсидирование наиболее важных для регионов товаров и продуктов; расчетов по потерям регионального и местных бюджетов от недополучения сумм по потерянной добавленной стоимости; анализе продовольственного баланса региона. Интегральный показатель экономического эффекта от экспортно-импортной деятельности и для предприятий, и для региона определяется эффектами от импорта и экспорта по каждому направлению внешнеэкономической деятельности.

На наш взгляд, на уровне страны, региона больше внимания необходимо уделять экологической и социальной эффективности внешнеэкономической деятельности, так как субъекты рынка, в первую очередь, определяют для себя показатели экономической эффективности [4].

В целом повышение активности внешнеэкономической деятельности региона следует признавать положительным фактом, так как экспорт товаров (кроме сырья) свидетельствует об их высоких качественных показателях, конкурентоспособности,

способствует получению дополнительного дохода товаропроизводителями, уравновешиванию спроса и предложения на внутреннем рынке.

### Библиографический список

1. Вступление России в ВТО: ограничения и возможности на современном этапе : монография / Е.В. Захарова, В.И. Русакович. – Москва : Проспект, 2016. – 160 с.
2. Гусев А.Ю. Региональные особенности и перспективы развития ключевых отраслей экономики Рязанской области / А.Ю. Гусев // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. – № 5. – С. 17–23.
3. Крылатых Э. Опыт прогнозирования развития агропродовольственных рынков с использованием модели AGLINK-COSIMO / Э. Крылатых, С. Строков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2012. – № 4. – С. 3–7.
4. Меделяева З.П. Концептуальные подходы к обоснованию стратегии развития региона / З.П. Меделяева, О.А. Барулева, И.И. Босая // Гуманизация образования: научно-практический журнал. – 2014. – № 4. – С. 40–46.
5. Нечаев Н.Г. Государство в системе современных аграрных отношений / Н.Г. Нечаев, К.С. Терновых // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2006. – № 2. – С. 18–21.
6. Рязанская область в цифрах. 2017 : Краткий статистический сборник. – Рязань : Рязаньстат, 2017. – 169 с.
7. Сельское хозяйство Рязанской области в 2016 году : стат. сборник. – Рязань : Рязаньстат, 2016. – 161 с.
8. Совершенствование банковского кредитования отраслей АПК / А.Ю. Гусев, Н.В. Демчева, С.Г. Захаров, А.Б. Давыдов // Развитие институтов инновационной экономики в условиях интеграции России в мировое экономическое пространство : мат. международной науч.-практ. конф. 23 июня 2016 г. – Ярославль.-Москва : Научный консультант, 2016. – С. 106–110.
9. Совершенствование структуры механизма государственного регулирования внешнеэкономической деятельности в АПК / Г.В. Кандакова, В.Б. Малицкая, Е.Б. Фалькович, М.Б. Чиркова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 1 (48). – С. 193–200.
10. Социально-экономическое положение субъектов Российской Федерации. Оперативные данные Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (дата обращения: 12.07.2018).
11. Социально-экономическое развитие Рязанской области. Общая информация Правительства Рязанской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ryazangov.ru/ryazan/socio\\_economic/main/](https://www.ryazangov.ru/ryazan/socio_economic/main/) (дата обращения: 12.07.2018).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Андрей Юрьевич Гусев – доктор экономических наук, профессор кафедры маркетинга и товароведения ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», Россия, г. Рязань, e-mail: [ay.gusev@mail.ru](mailto:ay.gusev@mail.ru).

Зинаида Петровна Меделяева – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

Татьяна Александровна Сычева – соискатель кафедры маркетинга и товароведения ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», Россия, г. Рязань, e-mail: [89209631203@yandex.ru](mailto:89209631203@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 16.09.2017

Дата принятия к печати 16.11.2017

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Andrey Yu. Gusev – Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Marketing and Commodity Research, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Russia, Ryazan, e-mail: [ay.gusev@mail.ru](mailto:ay.gusev@mail.ru).

Zinaida P. Medelyaeva – Doctor of Economic Sciences, Professor, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [medelaeva@mail.ru](mailto:medelaeva@mail.ru).

Tatiana A. Sycheva – Candidate Degree-Seeking Student, the Dept. of Marketing and Commodity Research, Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Russia, Ryazan, e-mail: [89209631203@yandex.ru](mailto:89209631203@yandex.ru).

Received September 16, 2018

Accepted November 16, 2018

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ САДОВОДСТВА

Константин Семенович Терновых  
Наталья Викторовна Леонова  
Елена Дмитриевна Кузнецова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Рассмотрены методические подходы к оптимизации параметров развития отрасли садоводства в специализированных садоводческих предприятиях, основанные на разработке и апробации экономико-математической модели (ЭММ) по оптимальному сочетанию отраслей на примере ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» Лебедянского района Липецкой области. ЭММ по оптимизации параметров развития имеет блочно-диагональную структуру, в которой блоками представлены отрасли (растениеводство с разбивкой на полеводство и садоводство, переработка продукции садоводства, животноводство) и связи между ними. Более детально выявлены особенности организации производства в садоводстве, которые отражены по подотраслям (питомниководство, плодоносящий сад) и переработке плодов и ягод. На совокупность переменных были наложены специфические ограничения. Размерность ЭММ составила  $481 \times 199$ , которая реализована в Microsoft Excel с помощью надстройки Opensolver. Оптимизация прогнозных параметров развития садоводческого предприятия была осуществлена в трех сценариях – консервативном, базовом и оптимистическом. Приоритетный оптимистический сценарий развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября», основывающийся на повышении продуктивности многолетних насаждений и работе цеха переработки предприятия на полную мощность, позволяет к 2025 г. увеличить размер прибыли от реализации продукции садоводства по сравнению с 2017 г. в 1,7 раза, а уровень рентабельности – на 58,7 п.п. Таким образом, оптимизация параметров развития садоводческих предприятий позволяет благодаря рациональному размещению сельскохозяйственных культур по видам и сортовому составу и рациональному распределению производимой продукции повысить эффективность сельскохозяйственного производства, поэтому дальнейшее наращивание производства переработки продукции садоводства в исследуемом предприятии является перспективным направлением.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: садоводческое предприятие, экономико-математическая модель, сценарии развития, оптимистический сценарий, эффективность.

## OPTIMIZATION OF PARAMETERS FOR EFFECTIVE DEVELOPMENT OF HORTICULTURE

Konstantin S. Ternovykh  
Natalia V. Leonova  
Elena D. Kuznetsova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The paper considers methodical approaches to optimization of parameters for effective development of horticulture in specialized horticultural enterprises based on the development and testing of economic and mathematical models (EMM) for striking optimal combination of agricultural branches on the example of ZAO Agrofirma imeni 15 let Oktyabrya in Lebedyansky district of Lipetsk Oblast. EMM for optimization of parameters for effective development has a block-diagonal structure, each block of which presents one branch of agricultural production (plant growing broken down by arable farming and horticulture, processing of horticultural products, and livestock) and the relationships between them. The authors have a closer look at the features of farm production management in horticulture, which are reflected in the sub-branches (nursery, fruit-bearing garden), as well as in fruits and berries processing branch. Specific constraints were imposed on the set of variables. The EMM dimension was  $481 \times 199$ , and it was implemented in Microsoft Excel using the Opensolver add-in. Optimization of the estimated figures of the horticultural enterprise development was carried out according to three scenarios, i. e. conservative, basic and optimistic. According to priority optimistic scenario of development of ZAO Agrofirma imeni 15 let Oktyabrya (based on an increase in productivity of perennial plantings and with the projected rate operation of raw material processing department of the enterprise) allows increasing the profit margin on sale of horticultural products and profitability level by the year 2025 in comparison with 2017 by 1.7 times and by 58.7 p. p., respectively. Thus, optimization of parameters for effective development of enterprises in horticulture allows increasing the efficiency of agricultural production (thanks to rational distribution of agricultural

crops by species and varietal composition and efficient allocation of manufactured products). Therefore, it may be concluded that further production ramp-up in the processing of horticultural products in the investigated enterprise is a promising direction.

KEYWORDS: horticultural enterprise, economic and mathematical model (EMM), development scenarios, optimistic scenario, efficiency.

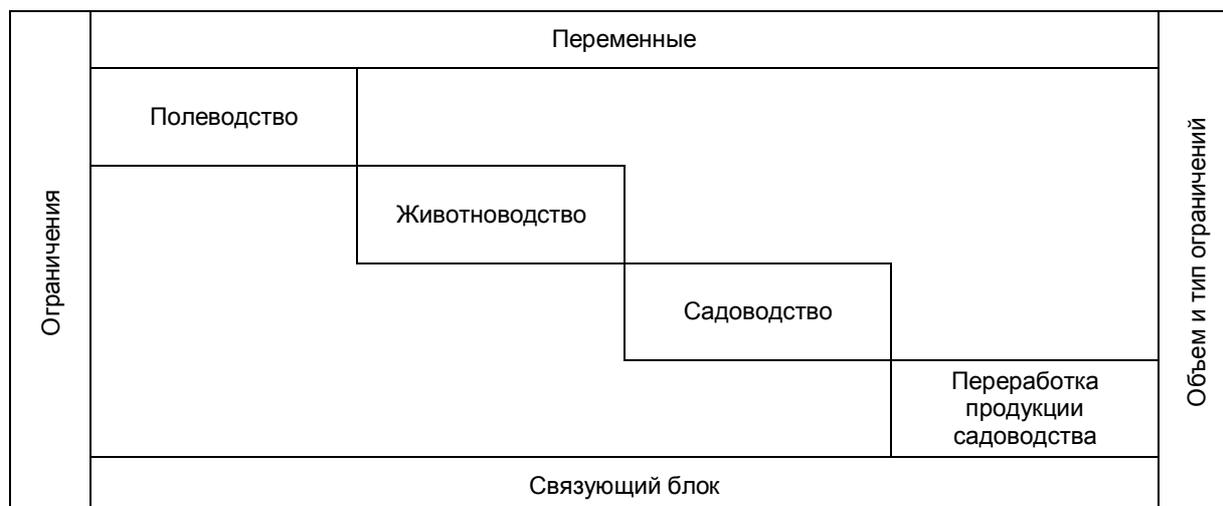
**П**роведенный анализ функционирования отрасли садоводства в Липецкой области показывает, что повышение ее эффективности может быть обеспечено путем совершенствования организации инновационно-инвестиционной деятельности садоводческих предприятий. Прежде всего, необходимо обоснование приоритетных направлений формирования инновационной деятельности в производстве плодово-ягодной продукции, обладающей высоким уровнем конкурентоспособности [2, 8].

К приоритетным направлениям совершенствования организации производства и реализации плодово-ягодной продукции в садоводческих предприятиях следует отнести: перевод отрасли на инновационные технологии возделывания плодовых и ягодных культур; совершенствование системы удобрений и средств защиты многолетних насаждений; совершенствование организации и оплаты труда; диверсификацию производства; формирование и развитие маркетинговой деятельности; определение стратегических параметров развития отрасли садоводства [1, 3, 6, 7].

Определение стратегических параметров развития садоводческих предприятий требует комплексного подхода, включающего системные исследования и учет всех направлений производственной деятельности. Многие предприятия, основным направлением деятельности которых является производство плодов и ягод, параллельно занимаются развитием растениеводства и животноводства. Масштабы данных отраслей производства, специфика их функционирования, уровень издержек и товарности, использование рабочей силы и прочие условия влияют на размер и организацию отрасли садоводства.

Обоснование стратегии развития отрасли садоводства, по мнению авторов, целесообразно осуществлять на основе экономико-математической модели [4, 5, 9, 10].

Методические подходы к оптимизации стратегических параметров развития садоводства разработаны на примере ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» Лебедянского района Липецкой области. Поскольку отраслевая структура предприятия включает такие отрасли, как растениеводство с разбивкой на полеводство и садоводство, животноводство и переработку продукции садоводства, то экономико-математическая модель по оптимизации параметров развития имеет блочно-диагональную структуру (см. рис.).



**Схема блочной экономико-математической модели по оптимизации параметров развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

К блокам «полеводство» и «животноводство» отнесены переменные, обозначающие:

- площади посевов возделываемых сельскохозяйственных культур и площади естественных кормовых угодий (сенокосов, пастбищ), га;
- годовые объемы приобретаемых кормов и кормовых добавок для удовлетворения потребностей животноводства, ц;
- численность структурных голов.

Блок садоводства в садоводческих предприятиях требует более детального изучения, поскольку является основополагающим для исследования. Поэтому переменные, связанные с данной отраслью, разделены по подотраслям:

1) питомниководство, представленное переменными, обозначающими площади питомника по видам (сортам) многолетних насаждений (га); возможно использование неизвестных, которые будут характеризовать производство данной подотрасли – валовое производство саженцев, количество их реализации и потребность для воспроизводства сада (тыс. шт.);

2) плодоносящий сад, отображаемый в модели следующими переменными:

- площади сада (плантации) определенного вида (сорта), га;
- количество произведенной, реализуемой и переработанной (при наличии цеха переработки) плодово-ягодной продукции садоводства, ц.

В блоке переработки продукции садоводства переменными являются объемы производимых продуктов переработки плодов и ягод (ц), а также размеры необходимых дополнительных ингредиентов (сахара, пектина и т. д., ц) и тары (тыс. шт.).

Кроме переменных, характеризующих процесс агропромышленного производства в садоводческих предприятиях в натуральном выражении, имеются переменные, отражающие стоимостные показатели производственно-коммерческой деятельности предприятия. К ним отнесены размер материально-денежных затрат и стоимость товарной продукции как в целом по предприятию, так и в разрезе каждого блока (тыс. руб.).

Для экономико-математической модели по оптимизации параметров развития садоводческого предприятия была сформирована система переменных, на совокупность которых были наложены следующие виды ограничений:

- по площадям плодпитомника, плодоносящего сада (плантаций) по видам, по структуре сада;
- по определению производства продукции садоводства (саженцев и плодово-ягодной продукции);
- по балансу производства и распределения полученной на предприятии продукции (саженцев и продукции садоводства);
- по обеспечению воспроизводства сада саженцами собственного производства;
- по определению объемов производства переработки плодов и ягод, а также соблюдению рецептуры;
- по определению потребности в таре и дополнительных ингредиентах для переработки;
- по наличию производственных ресурсов (земельных угодий, сельскохозяйственных животных и др.);
- по выполнению агротехнических требований;
- по выполнению договорных обязательств по реализации продукции;
- по обеспечению сельскохозяйственных животных кормами;
- по максимальному выпуску продукции переработки;
- по минимальному производству некоторых видов продукции;

- по минимально допустимому объему сырья, передаваемого на переработку;
- по удельному весу выручки от реализации продукции переработки в общей сумме выручки садоводческого предприятия.

Связующий блок представлен ограничениями по определению стоимости товарной продукции сельского хозяйства и отдельно стоимости товарной продукции переработки, а также по определению производственных затрат предприятия.

В качестве критерия оптимальности принята максимальная сумма прибыли от производственно-коммерческой деятельности предприятия, определяемая как разность между стоимостью товарной продукции и материально-денежными затратами.

Характерными особенностями разработанной ЭММ являются:

- комплексный подход к обоснованию параметров развития садоводческих предприятий, учитывающий влияние на результативность их деятельности других отраслей сельскохозяйственного производства: полеводства и животноводства;
- обоснование всех стадий взаимосвязанного процесса воспроизводства отрасли садоводства внутри предприятия: питомник - продуктивный сад - реализация/переработка;
- поиск оптимального ассортимента продукции переработки с определением объемов требуемого для консервирования сырья по сортам и по каждому виду продукции переработки и загрузки производственных мощностей;
- учет специфики технологического процесса производства и вида сырья для каждого вида переработки, используемой рецептуры и тары;
- учет рекомендуемых агротехнических пределов насыщения по сортовому составу плодоносящего сада;
- ограничение работы перерабатывающего подразделения, связанное со спецификой налогообложения предприятия и масштабами и эффективностью работы других отраслей сельскохозяйственного производства в исследуемом объекте.

Размерность разработанной и реализованной экономико-математической модели составила 481x199, она реализована в Microsoft Excel с помощью надстройки Open-solver.

Реализация экономико-математической модели позволяет определить оптимальные размеры всех отраслей предприятия, включая и садоводство, объемы производимой и реализуемой продукции с максимизацией прибыли, а также детально прогнозировать развитие отрасли садоводства: площади питомника по видам и сортам многолетних насаждений, объемы производства и реализации, внутреннего использования и переработки плодов и ягод, а также объемы производства продукции переработки с необходимым количеством ингредиентов и тары.

Оптимизация прогнозных параметров развития садоводческого предприятия была осуществлена в трех сценариях (табл. 1).

Первый сценарий – консервативный – предполагает ухудшение климатических условий, поэтому в нем предусматривается снижение на 15–20% урожайности всех сельскохозяйственных, в том числе плодово-ягодных, культур. Такой вариант указывает на возможность исследуемого садоводческого предприятия «выживать» в критических условиях с выбором наиболее устойчивых направлений сельскохозяйственного производства.

Второй сценарий – базовый – основывается на среднем за последние 6 лет уровне продуктивности сельскохозяйственных земель, садов и ягодников и на сложившихся организации и размерах производства предприятия по всем отраслям. В нем предусмотрены точки роста исследуемого предприятия, скрытые резервы повышения эффективности сельскохозяйственного производства, и прежде всего в садоводстве и продукции его переработки.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Третий сценарий – оптимистический – предполагает максимально возможные благоприятные природно-климатические условия для деятельности предприятия, в связи с чем урожайность всех возделываемых сельскохозяйственных культур и плодово-ягодных насаждений увеличена на 5–10% от среднегодовой за последние 6 лет. В этом сценарии планируется нарастить производство продукции переработки до предела мощностей перерабатывающего подразделения. При оптимистическом развитии не ограничена выручка от реализации продукции переработки по отношению к общей сумме выручки по предприятию.

**Таблица 1. Структура многолетних насаждений ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

Виды многолетних насаждений	2017 г.		Консервативный		Базовый		Оптимистический	
	га	%	га	%	га	%	га	%
<b>Многолетние насаждения</b>	1589	100	1651,7	100	1623,6	100	1638,9	100
<i>Питомник</i>	56	3,5	10,0	0,6	10,0	0,6	12,0	0,7
<b>Яблони:</b>	29	1,9	10,0	0,6	6,4	0,4	6,4	0,4
- зимние сорта:	15,0	1,0	7,6	0,5	4,5	0,3	4,5	0,3
- осенние сорта	9,0	0,6	1,6	0,1	1,3	0,08	1,3	0,07
- летние сорта	5,0	0,3	0,8	0,05	0,6	0,04	0,6	0,04
Рябина	1,0	0,1	-	-	-	-	-	-
<b>Ягодные:</b>	-	3,5	0,03	0,001	3,60	0,2	5,6	0,3
- смородина	10	0,6	0,03	0,001	3,27	0,2	5,1	0,3
- земляника	8	0,5	-	-	0,33	0,02	0,5	0,03
- малина	8	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Сады (плантации)</i>	1408	88,6	1641,7	99,3	1613,6	99,4	1626,9	99,3
<b>Яблони</b>	716,5	45,1	1600,0	96,9	1600,0	98,5	1600,0	97,6
<i>Зимние сорта:</i>	554,4	34,9	1120,0	67,8	1120,0	68,9	1120,0	68,3
- Антоновка	188,3	11,8	19,9	1,2	16,0	0,9	220,9	13,5
- Богатырь	200,7	12,6	24,8	1,5	19,9	1,2	250,8	15,3
- Лигол	103,3	6,5	1069,0	64,7	1079,2	66,5	570,0	34,8
- Спартан	62,1	3,9	6,3	0,4	5,0	0,3	78,3	4,7
<i>Осенние сорта:</i>	121,9	7,7	320,0	19,4	320,0	19,7	318,0	19,4
- Жигулевское	66,2	4,2	8,4	0,5	6,8	0,4	6,1	0,4
- Золотая осень	3,0	0,2	304,5	18,4	307,6	18,9	306,7	18,7
- Орловское полосатое	49,5	3,1	-	-	5,7	0,3	5,2	0,3
- Осеннее полосатое	3,2	0,2	7,1	0,4	-	-	-	-
<i>Летние сорта:</i>	40,2	2,5	160,0	9,7	160,0	9,8	162,0	9,8
- Мельба	26,7	-	4,2	0,3	3,3	0,2	3,0	0,2
- Орловим	13,5	-	155,8	9,4	156,7	9,6	158,9	9,7
<b>Ягодные:</b>	125	7,9	20,8	1,3	11,8	0,7	20,9	1,3
- смородина	19,0	1,3	20,8	1,3	1,8	0,1	5,9	0,4
- земляника	10,0	0,7	-	-	10	0,6	15	0,9
- малина	10,0	0,7	-	-	-	-	-	-

Проведенный анализ свидетельствует, что различие в урожайности сельскохозяйственных культур по сценариям развития исследуемого предприятия обуславливает проектные изменения в структуре использования пашни и площади многолетних насаждений.

Площадь многолетних насаждений достигает максимальных значений в консервативном варианте – 1651,7 га. В питомнике на площади 10 га будет организовано вы-

ращивание саженцев яблонь, а на 0,03 га – черной смородины. При базовом сценарии площадь питомника будет равна площади консервативного варианта, увеличение произойдет лишь по площади до 3,27 га, отводимой под производство саженцев черной смородины, и появится питомник земляники в размере 0,33 га. Соответственно, снизятся площади под выращивание саженцев яблонь до 6,4 га. В оптимистическом сценарии площадь питомника планируется расширить до 12 га, под саженцы смородины и земляники будет отведено соответственно до 5,1 и 0,5 га.

В ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» в перспективе ориентируются на расширение площадей семечковых культур озимых сортов, площадь которых в 2025 г. достигнет 1120 га и будет занимать самый высокий удельный вес в структуре сада – 68,3%. Это связано с тем, что на предприятии уменьшается доля летних и осенних сортов яблоневых культур, а освобожденные трудовые ресурсы вполне возможно использовать на возделывании ягодников, которые в последние годы демонстрируют высокую эффективность, обусловленную значительным ростом цен на них. При этом расширение площадей семечковых культур будет происходить на основе закладки озимых сортов интенсивного типа.

Ассортимент производимой продукции переработки при консервативном сценарии представлен производством сока яблочного восстановленного, пюре яблочно-черносмородинового и джема черносмородинового (табл. 2). При этом мощность цеха переработки будет загружена лишь на 54%. В базовом сценарии целесообразно увеличение производства яблочного сока восстановленного до 15 726 ц и яблочного сока – 2023,5 ц. Землянику и черную смородину следует консервировать в виде джемов в размере соответственно 2821,7 и 365,7 ц. По оптимистическому сценарию производство яблочного сока составит 2023,5 ц, а объемы производства джемов земляничных и черносмородиновых – соответственно 2632,3 и 1337,2 ц. Особенностью данного сценария является производство пюре в объеме 22 007 ц.

**Таблица 2. Объемы производства продукции переработки в ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября», ц**

Виды продукции переработки	Сценарии		
	Консервативный	Базовый	Оптимистический
Яблочный сок	-	2023,5	2023,5
Яблочный сок восстановленный	13872,2	15726,5	-
Пюре яблочное	-	-	22007,0
Пюре яблочно-черносмородиновое	812,8	-	-
Джем земляничный	-	2821,7	2632,3
Джем черносмородиновый	2254,5	365,7	1337,2

В результате трансформации в структуре использования пашни и рационального распределения производимой продукции по направлениям изменится структура выручки от реализации продукции (табл. 3). В оптимистическом сценарии выручка от реализации продукции растениеводства увеличится до максимального уровня среди сценариев и составит 1439 млн руб., что больше в 2,2 раза фактического уровня, в 1,6 раза – уровня консервативного сценария и на 36,9% – базового. Значительный прирост денежных средств вызван увеличением объемов производства продукции переработки и выходом на максимальную мощность перерабатывающего подразделения.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 3. Структура товарной продукции в ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

Виды и отрасли	2017 г.		Консервативный		Базовый		Оптимистический	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Зерно	109 253	14,57	151 199	14,9	151 199	12,9	169 260	10,8
Сахарная свекла	80 329	10,72	75 904	7,5	75 904	6,5	83 448	5,3
Продукция питомника плодовых и ягодных насаждений	19 573	2,61	11 502	1,1	8997	0,8	14 038	0,9
Плоды и ягоды	430 893	57,48	508 775	50,3	638 658	54,3	702 082	44,9
Переработка продукции растениеводства	1737	0,23	140 292	13,9	176 344	15,0	469 859	30,1
Прочая продукция растениеводства	3203	0,43	-	-	-	-	-	-
<b>Итого по растениеводству</b>	<b>644 988</b>	<b>86,04</b>	<b>887 672</b>	<b>87,7</b>	<b>1 051 102</b>	<b>89,4</b>	<b>14 38 686</b>	<b>92,0</b>
Молоко	68 698	9,16	92 261	9,1	92 261	7,8	92 241	5,9
Прирост КРС	35 614	4,75	32 264	3,2	32 264	2,7	32 264	2,1
Мед	366	0,05	-	-	-	-	-	-
Прочая продукция животноводства	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Итого по животноводству</b>	<b>104 678</b>	<b>13,96</b>	<b>124 525</b>	<b>12,3</b>	<b>124 525</b>	<b>10,6</b>	<b>124 505</b>	<b>8,0</b>
<b>Итого по сельскохозяйственному производству</b>	<b>749 666</b>	<b>100,0</b>	<b>1 012 197</b>	<b>100,0</b>	<b>1 175 627</b>	<b>100,0</b>	<b>1 563 191</b>	<b>100,0</b>

Предложенный оптимистический сценарий развития ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября» на 2025 г., основывающийся на повышении продуктивности многолетних насаждений и выходе цеха переработки плодов и ягод на полную мощность, позволит увеличить размер прибыли по сравнению с 2017 г. в 1,7 раза, а уровень рентабельности – на 58,7 п.п. (табл. 4).

**Таблица 4. Основные показатели развития отрасли садоводства в ЗАО «Агрофирма имени 15 лет Октября»**

Показатели	2017 г.	2019 г.	2021 г.	2023 г.	2025 г.
Произведено яблок, тыс. т	19,8	20,4	20,7	21,0	22,4
Реализовано яблок, тыс. т	18,0	17,8	17,1	16,3	17,4
Отдано в переработку яблок, тыс. т	2,5	2,6	3,6	4,7	5,0
Произведено ягод, т	266,1	293,0	380,0	420,0	471,3
Отдано в переработку ягод, т	266,1	293,0	380,0	420,0	471,3
Произведено саженцев, тыс. шт.	749	824	907	997	1016
Реализовано саженцев, тыс. шт.	326	375	432	497	509
Выручка от саженцев, млн руб.	8,99	10,35	11,89	13,68	14,04
Выручка от продаж плодов и ягод, млн руб.	638,66	656,54	674,92	693,82	702,08
Выручка от переработки, млн руб.	176,34	238,06	321,39	433,87	469,86
Выручка в целом по садоводству (питомник + сад + переработка), млн руб.	823,99	904,95	1008,21	1141,38	1185,98
Материально-денежные затраты в питомнике, млн. руб.	54,33	58,20	62,34	66,78	63,71
Материально-денежные затраты в садоводстве и ягодководстве, млн руб.	238,51	248,30	258,49	269,10	254,41
Затраты на переработку (без стоимости сырья), тыс. руб.	100,07	109,28	119,33	130,31	123,73
Затраты (вкл. комм.) всего, млн руб.	392,92	415,78	440,17	466,19	441,84
Прибыль от продаж, млн руб.	431,08	489,17	568,04	675,18	744,13
Прибыль на 1 га, млн руб.	0,27	0,30	0,35	0,41	0,46
Рентабельность производства, %	109,7	117,7	129,1	144,8	168,4

Таким образом, оптимизация параметров развития садоводческих предприятий позволяет благодаря рациональному размещению сельскохозяйственных культур по видам и сортовому составу и рациональному распределению производимой продукции повысить эффективность сельскохозяйственного производства, поэтому дальнейшее наращивание производства переработки продукции садоводства в исследуемом предприятии является перспективным направлением.

### Библиографический список

1. Куликов И.М. Развитие и эффективность садоводства в сельскохозяйственных организациях / И.М. Куликов, И.А. Минаков // Садоводство и виноградарство. – 2017. – № 2. – С. 11–17.
2. Леонова Н.В. Организационно-экономические аспекты развития Российского садоводства / Н.В. Леонова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 11, № 1 (56). – С. 205–213.
3. Минаков И.А. Основные тенденции развития садоводства / И.А. Минаков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5. – С. 80–85.
4. Минаков И.А. Стратегия инновационного развития садоводства Российской Федерации : монография / И.А. Минаков. – Мичуринск : Изд-во ФГБОУ ВПО МичГАУ, 2013. – 114 с.
5. Оптимизация параметров функционирования сельскохозяйственных предприятий при изменяющихся условиях хозяйствования / А.П. Курнос, А.В. Улезько, А.К. Камалян, Н.М. Бухонова. – Москва : Изд-во Московского гос. социального университета «Союз», 2000. – 163 с.
6. Ситдикова Г.З. Повышение эффективности производства в садоводстве / Г.З. Ситдикова // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2009. – № 5. – С. 50–54.
7. Соломахин М.А. Основные направления повышения эффективности садоводства в сельскохозяйственных предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agroxxi.ru/journal> (дата обращения: 10.07.2018).
8. Терновых К.С. Инновационные технологии в садоводстве региона / К.С. Терновых, Н.В. Леонова // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения ВГАУ имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 7–9 ноября 2018 г.). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Ч. I – С. 398–404.
9. Улезько А.В. Имитационное моделирование как инструмент исследования агроэкономических систем / А.В. Улезько, А.П. Курнос, А.А. Тютюников // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 8. – С. 28–30.
10. Улезько А.В. Стратегия формирования и тактика использования ресурсного потенциала аграрных формирований : монография / А.В. Улезько. – Воронеж : Изд-во ИПФ «Воронеж», 2004. – 224 с.

### 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).

Наталья Викторовна Леонова – старший преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

Елена Дмитриевна Кузнецова – кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [broga@yandex.ru](mailto:broga@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 20.11.2018

Дата принятия к печати 22.12.2018

### 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).

Natalia V. Leonova – Senior Lecturer, the Dept. of Economics in Agro-Industrial Complex, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [natalya-demcheva@yandex.ru](mailto:natalya-demcheva@yandex.ru).

Elena D. Kuznetsova – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Information Support and Modeling of Economic Systems in Agriculture, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [broga@yandex.ru](mailto:broga@yandex.ru).

Received November 20, 2018

Accepted December 22, 2018

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА КАК ФАКТОР ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ

Сергей Николаевич Сазонов

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники  
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

Представлены ретроспективный анализ экономического состояния крестьянских (фермерских) хозяйств и оценка влияния государственной поддержки на их техническое обеспечение. Анализ проведен по материалам монографического обследования К(Ф)Х Тамбовской области за 1992–2016 гг. Установлено, что в начале 1990-х гг., несмотря на то что в среднем К(Ф)Х были прибыльными, от 70,6 до 94,4% машин (по видам) были приобретены за счет льготных кредитов. В результате на 100 хозяйств приходилось 78 тракторов гусеничных, 46 тракторов колесных, 54 комбайна, 82 автомобиля. Затраты хозяйств на приобретение машин в 1,27 раза превышали их собственную валовую выручку. В течение 1994–2005 гг., когда практически не было льготного кредитования, процесс технического обеспечения практически прекратился. Кроме того, на протяжении 12 лет (1995–2006 гг.) в среднем фермерские хозяйства были убыточными. В результате к середине 2000-х гг. удельный вес машин, полностью исчерпавших амортизационный срок, достиг 84,4–98,3%. Благодаря возврату в середине 2000-х гг. льготного кредитования, к 2016 г. удельный вес прибыльных хозяйств удалось довести до 66,5%, снизить долю полностью самортизированных колесных тракторов с 93,5 до 64,2%, зерноуборочных комбайнов – с 98,3 до 83,9%, грузовых автомобилей – с 84,4 до 73,1%, но в физическом исчислении количество машин осталось практически таким же, как и в 1993 г., а площадь используемых земель в этих же хозяйствах увеличилась в 3 раза. Доказано, что техническое обеспечение современных фермерских хозяйств фактически хуже, чем это было 25 лет назад. Если в ближайшее время со стороны государства не будут приняты кардинальные меры, то небольшие К(Ф)Х и хозяйства населения прекратят свое существование.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фермерские хозяйства, Тамбовская область, ретроспективный анализ, экономические показатели эффективности, сельскохозяйственная техника, государственная поддержка.

## STATE SUPPORT AS A FACTOR OF THE PRIORITY SUPPLY OF MATERIAL AND TECHNICAL RESOURCES TO PEASANT FARM ENTERPRISES

Sergey N. Sazonov

All-Russian Research Institute for Use of Machinery  
and Petroleum Products in Agriculture

The author presents retrospective analysis of economic performance of peasant farm enterprises (PFE), as well as evaluates the role of State support in supply of material and technical resources to the units of the business pattern under discussion. The analysis is based on the PFE monographic survey carried out in Tambov Oblast in 1992–2016. It was found that in the early 1990s, despite the fact that on average PFE were profitable, from 70.6 to 94.4% of the machinery (by type) were purchased on account of subsidized loans. As a result, each 100 households accounted for 78 track-type tractors, 46 wheel-type tractors, 54 combine harvesters, and 82 vehicles. The PFE costs for purchase of machinery exceeded their gross profit by 1.27 times. During 1994–2005, when there were no favourable credit facilities, the process of supply of material and technical resources to PFE practically ceased. More over, for 12 years (1995–2006), on average, peasant farm enterprises were unprofitable. As a result, by the mid 2000s, the ratio of the fully depreciated machinery amounted from 84.4 to 98.3%. Thanks to the return of subsidized loan system, in the mid 2000s, the ratio of profitable farms increased to 66.5% by 2016, and the share of fully depreciated wheel-type tractors, combine harvesters and trucks reduced from 93.5 to 64.2%, 98.3 to 83.9% and from 84.4 to 73.1%, respectively, but in physical terms the number of mechanical transport remained almost the same as in 1993, while the area land under cultivation in these business units increased by 3 times. Thus, it was proved that the supply of material and technical

resources to farm enterprises in present-day conditions is actually worse than it was 25 years ago. If in the near future public administration at the national level doesn't take appropriate steps to remedy the situation, small peasant farm enterprises and food-producing households will cease to exist.

KEYWORDS: farm enterprises, Tambov Oblast, retrospective analysis, economic performance data, agricultural machinery, state support.

**В**ыполненные ранее исследования достаточно убедительно показали несомненное положительное влияние уровня технического оснащения крестьянских (фермерских) хозяйств на конечные результаты их деятельности [6]. Очевидно, что в современных условиях ведение сельскохозяйственного производства без применения машин и механизмов просто невозможно. В начале развития фермерского движения (конец 1980-х – начало 1990-х гг.) немало надежд было возложено на то, что потребность в средствах механизации производства в небольших фермерских хозяйствах будет в существенной мере покрыта или малогабаритной и, следовательно, относительно недорогой техникой, или за счет развития различных форм и методов межфермерской кооперации при использовании сельскохозяйственной техники.

Первое предположение изначально было ошибочным, потому что специфика использования техники в небольших фермерских хозяйствах предопределяла резкое снижение производительности машин и механизмов, поэтому для компенсации этих потерь фермеру просто необходима высокопроизводительная и, к сожалению, дорогая техника. В этом нет ничего удивительного: достаточно проанализировать мощность тракторного парка в небольших по площади землепользования зарубежных фермерских хозяйствах. Например, в 1980-х годах средний размер ферм в США составлял 80 га, в Великобритании – 65 га [8]. Однако начиная с 1984 г. в США средняя мощность тракторов «в поставке» уже составляла 75 кВт, в Великобритании 80% приобретаемых фермерами тракторов имели мощность свыше 71 кВт, а в СССР – 65,4 кВт [4]. Для сравнения отметим, что только посевные площади в среднем колхозе в СССР в конце 1980-х годов составляли примерно 3 тыс. га, а в совхозе – 4,5 тыс. га. Очевидно, что коль зарубежные фермеры не смогли ограничиться маломощными тракторами, то ожидать этого от отечественных фермеров тоже не следовало.

Не прижилась у российских фермеров и межфермерская кооперация при использовании сельскохозяйственной техники. В начале 1990-х годов в той или иной мере, прежде всего на принципах соседской взаимопомощи, она охватывала, как свидетельствуют проведенные нами исследования, до 80% фермерских хозяйств. Правда, уже тогда мы отмечали тревожные тенденции. Речь шла о том, что ежегодно состав «заединщиков» в неформальных межфермерских объединениях менялся тоже на 80%. Не случайно, что в настоящее время практика межфермерской кооперации при использовании техники практически сошла на нет. Сейчас недостаток техники компенсируется, прежде всего, за счет ее привлечения со стороны, из внефермерского сектора.

В результате мы вынуждены констатировать, что по объективным и субъективным причинам у российских фермеров возобладало стремление формировать собственный машинно-тракторный парк. Однако реализация этой стратегической линии неизбежно связана с результатами их экономической деятельности, а также с объемами и формами государственной поддержки. Исходя из этого, целью настоящего исследования является ретроспективный анализ фактического экономического состояния крестьянских (фермерских) хозяйств и оценка влияния государственной поддержки на их техническое оснащение.

Анализ проведен на основании результатов многолетнего монографического исследования типичных фермерских хозяйств Тамбовской области и охватывает период с 1992 по 2016 г.

Хорошо известно, что система оценки фактической эффективности деятельности фермерских хозяйств представляет определенные сложности. В основе этой проблемы лежит часто игнорируемая особенность функционирования именно трудовых крестьянских (фермерских) хозяйств, которые не используют наемного труда, ограничиваясь трудовыми ресурсами собственной семьи. В предпринимательских фермерских хозяйствах, которые ориентированы на использование прежде всего наемного труда, естественно, наемный работник не является собственником, поэтому его личные доходы (заработная плата) являются для предпринимательского хозяйства расходами (затратами). Иное положение в трудовом крестьянском хозяйстве, где нет такого понятия, как заработная плата [3]. В таком хозяйстве образуется доход, за счет которого осуществляются и развитие производства, и потребление членов семьи.

Очевидно, что при этом по-иному исчисляется и стоимость продукции [2]. В предпринимательском хозяйстве, использующем наемный труд, стоимость продукции состоит из себестоимости (материальные затраты + заработная плата наемных работников) и прибыли. Стоимость продукции в трудовом фермерском хозяйстве формируется как сумма: материальные затраты + доход.

Именно из этой особенности (отсутствие категории «заработная плата») во многом выводил феноменальную устойчивость крестьянских хозяйств А.В. Чайнов [9]. Соответственно по формальным обстоятельствам в трудовых крестьянских (фермерских) хозяйствах в сравнении с предпринимательскими хозяйствами, при абсолютно идентичных фактических результатах производственно-экономической деятельности, традиционные экономические показатели (себестоимость, рентабельность и т. п.) будут выше.

До 2003 г. в фермерских хозяйствах использовалась система учета, которая трактовала понятие «итог всей деятельности» как разность между суммой всех поступлений в хозяйство и суммой всех затрат. Очевидно, что вычленив какой-либо экономический смысл в таком показателе сложно. Например, в этом случае в сумму затрат одновременно входили и амортизационные отчисления, и затраты на приобретение основных средств.

Начиная с 2003 г. отдельная специальная система учета для фермерских хозяйств не применяется. Они действуют в рамках правового поля, определенного статьей 346.20 Налогового кодекса РФ, используя, как правило, один из упрощенных режимов налогообложения. В обследованных фермерских хозяйствах для этих целей использовались в качестве налогооблагаемой базы или доходы (фактически выручка от реализации продукции и услуг), или разность доходов и расходов. Естественно, указанная выше особенность – отсутствие, по определению, категории «оплата труда» в отношении членов фермерского хозяйства, и в этом случае остается неизменной.

Исходя из изложенного использование таких показателей, как прибыль (убыток) от хозяйственной деятельности и уровень рентабельности, применительно к трудовым крестьянским (фермерским) хозяйствам не совсем правомочно, поскольку мы не учитываем отсутствующую в них категорию «оплата труда». Однако мы полагаем [5], что использование этих показателей, с учетом указанных оговорок, при сравнении показателей деятельности однотипных (трудовых) фермерских хозяйств допустимо [5].

В результате проведенных исследований установлено, что, например, по итогам всех видов деятельности в 2016 г. 66,5% фермерских хозяйств являлись прибыльными (табл. 1).

Таблица 1. Прибыль (убыток) от хозяйственной деятельности обследованных фермерских хозяйств Тамбовской области

Календарный год	Расходы на производство, руб.		Расчитано с учетом амортизационных отчислений					Расчитано без учета амортизационных отчислений		
	денежные расходы	амортизационные отчисления	всего	прибыль («-» убыток), руб.	уровень рентабельности, %	удельный вес прибыльных хозяйств, %	средняя прибыль на одно прибыльное хозяйство, руб.	средний убыток на одно убыточное хозяйство, руб.	прибыль («-» убыток), руб.	уровень рентабельности, %
1992	985	413	442	543	122,9	100,0	543	0	572	138,5
1993	2755	866	1054	1701	161,4	86,1	2029	331	1889	218,1
1994	4626	1686	4299	327	7,6	58,3	2373	2534	2940	174,4
1995	5635	4481	12 463	-6828	-54,8	20,0	4217	9589	1154	25,8
1996	14 020	9157	33 295	-19 275	-57,9	3,3	3218	20 043	4863	53,1
1997	25 129	16 872	42 590	-17 461	-41,0	10,7	4417	20 082	8257	48,9
1998	25 578	16 591	52 667	-27 089	-51,4	7,1	1048	29 239	8987	54,2
1999	52 112	55 782	84 536	-32 424	-38,4	7,1	9532	35 631	-3670	-6,6
2000	47 707	40 471	66 198	-18 491	-27,9	10,7	1711	20 912	7236	17,9
2001	51 360	52 880	72 211	-20 851	-28,9	17,9	4826	26 449	-1520	-2,9
2002	36 329	52 651	74 372	-38 043	-51,1	14,3	6725	45 513	-16 322	-31,0
2003	72 533	58 487	73 219	-686	-0,9	23,8	33 362	11 320	14 046	24,0
2004	62 393	58 895	69 360	-6967	-10,0	19,0	10 805	11 136	3498	5,9
2005	58 167	61 072	65 970	-7803	-11,8	29,1	7949	14 268	-2905	-4,8
2006	87 700	86 117	88 884	-1184	-1,3	33,3	9533	6535	1583	1,8
2007	120 592	113 219	116 409	4183	3,6	47,6	16 209	6741	7373	6,5
2008	114 124	110 683	115 164	-1040	-0,9	38,1	22 809	15 719	3441	3,1
2009	973 76	96 987	102 155	-4779	-4,7	38,1	11 630	14 879	389	0,4
2010	114 305	116 775	121 534	-7229	-5,9	33,3	10 833	16 246	-2470	-2,1
2011	210 804	164 853	170 671	40 133	23,5	47,6	98 514	12 900	45 951	27,9
2012	198 828	182 067	196 056	2772	1,4	42,9	45 015	28 966	16 761	9,2
2013	244 792	220 827	240 663	4129	1,7	38,1	93 151	50 665	23 965	10,9
2014	337 997	275 990	303 848	34 149	11,2	38,1	156 604	41 223	62 007	22,5
2015	508 017	358 950	390 996	117 021	30,0	47,6	315 540	63 313	149 067	41,6
2016	784 567	543 662	589 495	195 072	33,1	66,5	425 123	261 596	240 905	44,3

В принципе, представленные данные дают очень точный отклик на тактику и стратегию развития и аграрного сектора страны, в целом, и отражают специфику становления и развития фермерского сектора, в частности. Так, далеко не случайно в начале развития фермерского движения (1992 г.) все обследованные фермерские хозяйства были прибыльными. К сожалению, это было мало связано с реальными достижениями начинающих фермеров. Дело в том, что в начале 1990-х годов фермеры получили примерно шестую часть от всех ассигнований в аграрный сектор страны. При этом они использовали не более 3,4% сельхозугодий и производили примерно 1% сельскохозяйственной продукции. Именно фермеры имели возможность привлекать кредитные ресурсы под 8% годовых, тогда как для иных сельскохозяйственных товаропроизводителей процентная ставка по кредитам составляла 28% [10]. Отметим, что ставка рефинансирования в 1992 г. (на конец года) составляла 80,0% [1]. Важно подчеркнуть, что кредит для фермеров, в отличие от крупных сельскохозяйственных предприятий, был действительно доступным. При этом в первые годы после создания фермерские хозяйства имели, в отличие от крупных сельскохозяйственных предприятий, некоторые налоговые льготы. Речь идет, в частности, о том, что они были освобождены от налога на прибыль от несельскохозяйственной деятельности. В ряде случаев фермеры активно этим пользовались, занимаясь оказанием автотранспортных услуг, изготовлением строительных материалов из местного сырья, разделкой древесины и т. п.

О степени значимости государственной поддержки нарождающегося фермерского сектора свидетельствуют данные, полученные при обследовании фермерских хозяйств Тамбовской области. Например, в 1992 г. на каждый рубль, полученный в результате собственной деятельности, фермеры получили 2,47 руб. в качестве различных видов государственной поддержки (прежде всего льготные кредиты). В 1993 г. на каждый рубль собственных средств фермеры смогли получить уже лишь 90 коп. за счет различного рода форм государственной поддержки. Для сравнения отметим, что в указанный период аналогичный, по сути, показатель для сельскохозяйственных предприятий составлял всего-навсего 10 коп. на один рубль собственных средств [10]. Только доступность и масштабность льготного кредитования для фермерских хозяйств объясняет тот факт, что в 1992–1993 гг. фермеры смогли приобрести технику на сумму, превышающую в 1,27 раза их собственную валовую выручку от производства и реализации сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки. В результате от 70,6 до 94,4% машин (в зависимости от вида техники) в физическом исчислении было приобретено на кредитные средства.

Снижение в 1993 и последующих годах объемов господдержки фермеров вполне понятно. Во-первых, в 1993 г. ссудный процент был уравнен для всех сельскохозяйственных товаропроизводителей на уровне 28 процентов годовых. Правда, необходимо напомнить, что в 1993 г. (на конец года) учетная ставка Центрального банка составляла 210% [1]. Во-вторых, в конце 1993 г. льготное кредитование для всех категорий сельскохозяйственных товаропроизводителей было вообще отменено. Не случайно, в 1994 г. удельный вес прибыльных хозяйств сократился до 58,3%.

Нельзя сбрасывать со счетов формально положительное влияние гиперинфляции на исчисление указанных выше показателей. Специфика сельскохозяйственного производства такова, что приобретение ресурсов производства идет в значительной части в первой половине года, а реализация продукции – в конце года. Понятно, что если инфляция составляла в 1992 г. – 2508,8%, в 1993 г. – 840%, в 1994 г. – 214,8% [1], то это позволяло, правда только формально, «подтянуть» экономические показатели деятельности фермерских хозяйств. Фактически условия хозяйствования были архисложными.

С 1994 г. возобладала точка зрения, что все аграрные товаропроизводители должны быть в равных условиях, поэтому никогда больше фермеры не имели особых предпочтений в сравнении с иными сельскохозяйственными товаропроизводителями. Очевидно, что в таком внешне вполне логичном подходе заложена немалая доля лукавства. Даже по объективным причинам фермеры не могли конкурировать с крупными

предприятиями ни по качеству выделенной им земли (существенная часть фермерского землепользования – это земли фонда перераспределения, куда отошли земли, имеющие продуктивность на 20 и более процентов ниже в сравнении с теми, что остались в пользовании у крупных сельскохозяйственных предприятий), ни по сбалансированности севооборотов (что, по определению, невозможно при небольших площадях землепользования), ни по наличию производственной инфраструктуры, ни по уровню технического оснащения. В результате для фермеров период с 1994 по 2004 г. был одним из самых напряженных (см. табл. 1).

Начало тенденции к улучшению показателей деятельности фермерских хозяйств было положено в 2005 г., когда после долгого перерыва были приняты очень важные решения о необходимости возврата к широкомасштабному льготному кредитованию аграрников. Приоритетный национальный проект «Развитие агропромышленного комплекса», стартовавший в 2006 г., несомненно, способствовал улучшению условий деятельности фермерских хозяйств. В дальнейшем он перерос в Государственные программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 и 2013–2020 гг., когда вопросам господдержки фермерского сектора аграрной экономики страны уделено немало внимания. Несмотря на то, что далеко не все формы и методы оказания государственной поддержки фермерам можно признать разумными, эффективными и достаточными, отрицать их общее положительное влияние совершенно невозможно.

Если же анализировать ситуацию в целом, то несложно отметить, что рентабельными фермерские хозяйства были только в 1992–1994 гг., в 2007 г. и в 2011–2016 гг. Иными словами, из 25 лет, в течение которых мы ведем наблюдения за фермерскими хозяйствами Тамбовской области, в среднем они были убыточными на протяжении 15 лет. Очевидно, что в подобных условиях они должны были чем-то пожертвовать очень важным для того, чтобы просто выжить. Такой «жертвой» стали амортизационные отчисления. Фермеры просто не могли себе позволить своевременно и рационально обновлять и формировать основные фонды, но другого выхода у них просто не было. В результате, если не учитывать амортизационных отчислений, то в среднем из 25 лет фермерские хозяйства были убыточными только 5 лет.

Нет нужды доказывать, что подобная «стратегия» чревата серьезными негативными последствиями. Подтверждением этого является анализ структуры и состояния основных производственных фондов (табл. 2).

**Таблица 2. Наличие основных средств и их структура в среднем фермерском хозяйстве (на 1 января 2017 г.)**

Наименование основных средств	Количество, шт.	Стоимость тыс. руб.	Удельный вес в общей стоимости, %	Остаточная стоимость, тыс. руб.	Износ, %
Тракторы – всего	1,43	196,8	29,3	42,4	78
в т. ч. гусеничные	0,62	51,8	7,7	0	100
колесные	0,81	145,0	21,6	42,4	71
Грузовые автомобили	0,52	52,3	7,8	14,6	72
Сельхозмашины – всего	5,05	383,1	57,0	210,7	45
в т. ч. зерноуборочные комбайны	0,62	125,1	18,6	28,6	77
Здания производственные	0,29	27,1	4,0	0	100
Прочие основные средства	0,86	12,7	1,9	0	100
<b>ВСЕГО</b>		<b>672,0</b>	<b>100</b>	<b>267,7</b>	<b>60</b>

Прежде всего отметим, что на 94,1% основные средства в среднем фермерском хозяйстве – это сельскохозяйственная техника. Следовательно, до настоящего времени фермерам не удалось создать необходимую производственную инфраструктуру, в то

время как в крупных советских сельскохозяйственных предприятиях каждый рубль стоимости техники был обеспечен 4 рублями, потраченными на формирование производственной инфраструктуры. Мало что изменилось в этом плане в крупных сельскохозяйственных предприятиях Тамбовской области и в настоящее время, потому что у них в общей сумме основных фондов техника составляет только 16%.

Однако наиболее ярко ущербность стратегии «выживания» иллюстрирует ретроспективный анализ наличия техники в фермерских хозяйствах и, что очень важно, доли машин, полностью исчерпавших амортизационный срок использования (табл. 3).

**Таблица 3. Наличие техники в расчете на одно среднее фермерское хозяйство**

Календарный год	Тракторы гусеничные, шт.		Тракторы колесные, шт.		Зерноуборочные комбайны, шт.		Грузовые автомобили, шт.	
	всего	в т. ч. полностью самортизированных, %	всего	в т. ч. полностью самортизированных, %	всего	в т. ч. полностью самортизированных, %	всего	в т. ч. полностью самортизированных, %
1993	0,78	0	0,46	0	0,54	0	0,82	0
1994	0,78	0	0,43	0	0,57	0	0,79	0
1995	0,67	0	0,43	0	0,57	0	0,71	0
1996	0,67	0	0,46	0	0,62	0	0,75	0
1997	0,67	0	0,52	0	0,62	0	0,86	0
1998	0,70	0	0,58	0	0,62	0	0,86	0
1999	0,70	2,86	0,61	0	0,57	0	0,90	0
2000	0,70	52,9	0,61	0	0,57	0	0,86	0
2001	0,70	95,7	0,61	6,6	0,61	0	0,82	0
2002	0,70	95,7	0,61	11,5	0,61	36,1	0,86	0
2003	0,76	88,2	0,67	64,2	0,62	61,3	0,95	4,2
2004	0,76	88,2	0,67	94,0	0,62	77,4	0,90	36,7
2005	0,75	90,7	0,63	92,1	0,58	86,2	0,96	56,3
2006	0,76	94,7	0,62	93,5	0,58	98,3	0,96	69,8
2007	0,76	93,4	0,62	87,7	0,57	91,2	0,90	84,4
2008	0,76	93,4	0,67	92,5	0,57	91,2	0,86	82,6
2009	0,76	93,4	0,67	92,5	0,57	91,2	0,81	76,5
2010	0,76	93,4	0,67	85,1	0,57	91,2	0,71	73,2
2011	0,71	100	0,62	77,4	0,52	92,3	0,62	77,4
2012	0,71	100	0,76	63,2	0,52	92,3	0,52	73,1
2013	0,67	100	0,76	68,4	0,52	92,3	0,48	79,2
2014	0,67	100	0,76	68,4	0,57	84,2	0,52	73,1
2015	0,67	100	0,81	64,2	0,57	84,2	0,52	73,1
2016	0,62	100	0,81	64,2	0,62	83,9	0,52	73,1

Как следует из представленных в таблице 3 данных, вплоть до начала реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» (2006 г.) шло нарастание доли машин (колесные тракторы, зерноуборочные комбайны), полностью исчерпавших свой амортизационный срок. В итоге в 2006 г. удельный вес таких машин составил среди колесных тракторов 93,5%, среди зерноуборочных комбайнов – 98,3%. В последующем благодаря государственной поддержке (кредиты, лизинг) ситуация, пусть и недостаточными темпами, стала меняться к лучшему.

В результате в 2016 г. доля полностью самортизированных машин среди колесных тракторов сократилась до 64,2%, а среди зерноуборочных комбайнов – до 83,9%. Примерно такая же динамика и по грузовым автомобилям: если в 2007 г. удельный вес полностью самортизированных грузовиков составляла 84,4%, то в 2016 г. их доля снизилась до 73,1%. Восстановительная и остаточная стоимости возросли соответственно в 2 и 9,8 раза. Стоимость амортизируемой техники увеличилась в 7,7 раза.

По гусеничным тракторам подобной динамики мы не наблюдаем, но это объясняется тем, что в настоящее время в России этот тип тракторов практически не выпускается. Объемы производства в России исчисляются несколькими сотнями машин в год [7], а зарубежных производителей этот тип сельскохозяйственных тракторов никогда не интересовал. В итоге при всем желании обновление этого вида техники практически невозможно.

Если говорить о количестве машин, то здесь ситуация еще сложнее, потому что если в 1993 г. в среднем на одно фермерское хозяйство приходилось 2,6 ед. машин, то в 2016 г. этот показатель оказался практически неизменным и составил 2,57 ед. При этом минимальное количество машин в физическом исчислении было зафиксировано в 2011 г. – 2,47 ед. в среднем на одно фермерское хозяйство. Правда, средние значения завуалировали те небольшие положительные изменения, что произошли в 2011–2016 гг. Речь о том, что за эти годы выросло оснащение фермерских хозяйств колесными тракторами на 30,6% и зерноуборочными комбайнами – на 19,2%. Снижение обеспеченности гусеничными тракторами, как было отмечено выше, носит объективный характер, а вот уменьшение количества грузовых автомобилей на 26,7% стало следствием неразумной налоговой политики – был ужесточен порядок исчисления транспортного налога. Именно из-за резкого увеличения транспортного налога фермеры были вынуждены избавиться от старых, но работоспособных грузовых автомобилей.

Подчеркнем, что какого-то кардинального с технической точки зрения обновления модельного ряда машин не произошло. Взамен старых машин приобретаются примерно такие же, если говорить об их реальной производительности. При этом площадь землепользования в этих же фермерских хозяйствах увеличилась в 3,1 раза. Следовательно, в настоящее время техническое оснащение фермерских хозяйств фактически хуже, чем это было 25 лет назад.

### **Заключение**

В начале 1990-х годов, в значительной степени благодаря льготному и широкомащтабному кредитованию, в Тамбовской области на 100 фермерских хозяйств приходилось 78 тракторов гусеничных, 46 тракторов колесных, 54 зерноуборочных комбайна, 82 грузовых автомобиля. При этом затраты фермерских хозяйств на приобретение машин превышали в 1,27 раза их собственную валовую выручку от производства и реализации сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки. В целом от 70,6 до 94,4% машин (в зависимости от вида техники) в физическом исчислении было приобретено на кредитные средства. Очевидно, что и этого количества машин было недостаточно для полного насыщения фермерских хозяйств необходимой техникой. При этом у фермеров практически не было возможности создавать производственную инфраструктуру (склады, площадки для подработки зерна и хранения техники, нефтехранилища, ремонтные мастерские и др.).

Отказ от льготного кредитования в течение 1994–2005 гг. в существенной мере усложнил процесс технического оснащения фермерских хозяйств. Вплоть до начала реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» шло нарастание доли машин, полностью исчерпавших свой амортизационный срок. В результате к середине 2000-х годов удельный вес таких машин составил среди гусеничных тракторов 94,7%, колесных тракторов – 93,5%, зерноуборочных комбайнов – 98,3%, грузовых автомобилей – 84,4%. Это вполне объяснимо, потому что, как показывают представленные материалы, 12 лет подряд (1995–2006 гг.) в среднем обследованные фермерские хозяйства были убы-

точными. Только благодаря государственной поддержке (кредиты, лизинг) начиная с 2007 г. ситуация медленно, но начала выправляться, и в течение 2011–2016 гг. в среднем обследованные хозяйства стали прибыльными. Однако темпы этих положительных изменений совершенно недостаточны. Так, к 2016 г. удалось увеличить удельный вес прибыльных хозяйств до 66,5%, снизить долю полностью амортизированных колесных тракторов с 93,5 до 64,2%, зерноуборочных комбайнов – с 98,3 до 83,9%, грузовых автомобилей – с 84,4 до 73,1%. Это важные положительные изменения, свидетельствующие о решающем значении средств государственной поддержки на формирование экономических показателей трудовых семейных фермерских хозяйств. Однако в физическом исчислении количество машин осталось практически таким же, как и в 1993 г., а площадь землепользования в этих же фермерских хозяйствах увеличилась более чем в 3 раза.

Следовательно, в настоящее время техническое оснащение фермерских хозяйств фактически хуже, чем это было 25 лет назад. Очевидно, что если в ближайшее время со стороны государства не будут приняты кардинальные меры, то категория трудовых семейных фермерских хозяйств просто прекратит свое существование.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда  
фундаментальных исследований (проект № 17-46-680777  
«Исследовать эффективность использования производственных  
ресурсов в фермерских хозяйствах Тамбовской области»)*

### Библиографический список

1. Банкирша.com. Уровень инфляции в России (по годам): [сайт] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bankirsha.com/uroven-infljაციi-v-rossijskoj-federაციi-po-godam.html> (дата обращения: 03.06.2018).
2. Кайяли З.М. Пособие по экономике и организации крестьянского (фермерского) хозяйства. Ч. 1 / З.М. Кайяли, Н.С. Харитонов. – Москва, 1990. – 166 с.
3. Кайяли З.М. Пособие по экономике и организации крестьянского (фермерского) хозяйства. Ч. 2 / З.М. Кайяли, Н.С. Харитонов. – Москва, 1990. – 172 с.
4. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 2000. – 536 с.
5. Сазонова Д.Д. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Наука в Центральной России. – 2016. – № 5 (23). – С. 44–54.
6. Сазонов С.Н. Техническое оснащение как фактор восстановления фермерских хозяйств / С.Н. Сазонов, Д.Д. Сазонова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – № 5. – С. 24–26.
7. Трактора российского производства. Наука и техника в России. Категория: Обзоры. [сайт Tehnorussia.su] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tehnorussia.su/obzory/389-novye-traktora-gossijskogo-proizvodstva> (дата обращения: 03.09.2018).
8. Трубилин И.Т. Моделирование крестьянских хозяйств / И.Т. Трубилин, Г.П. Бурда. – Краснодар: КубГАУ, 1999. – С. 86.
9. Чаянов А.В. Крестьянское хозяйство: Избранные труды (К вопросу теории некапиталистических систем хозяйствования) / А.В. Чаянов; редкол. сер. Л.И. Абалкин (пред.) и др. – Москва: Экономика, 1989. – 492 с.
10. Экономика переходного периода. Очерки экономической политики посткоммунистической России. 1991–1997 / Рук. авт. коллектива Е.Т. Гайдар. – Москва: ИЭПП, 1998. – 1114 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

#### Принадлежность к организации

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](mailto:snsazon@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 03.09.2018

Дата принятия к печати 29.09.2018

### AUTHOR CREDENTIALS

#### Affiliations

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

Received September 03, 2018

Accepted September 29, 2018

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КРЕАТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАДРОВ

Роман Викторович Нуждин<sup>1</sup>  
Ирина Николаевна Маслова<sup>2</sup>  
Наталья Игоревна Пономарева<sup>1</sup>  
Алла Сергеевна Бутенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий

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

Раскрывается содержание профессиональной креативности как способности кадров проявлять направленную креативность в заданных условиях. Исследуются методологические особенности оценки профессиональной креативности кадров как основы креативного потенциала организации. Делается вывод о необходимости совершенствования существующего аналитического инструментария для повышения эффективности кадрового менеджмента. Предложена методика оценки «креативного альпари» (соответствия креативного потенциала профилю профессиональной креативности), состоящая из шести этапов: 1) определение ключевых параметров профессиональной креативности кадров (в качестве ключевых параметров выделены гибкость, оригинальность, любознательность, междисциплинарная эрудиция, системное мышление и кросс-отраслевая коммуникация); 2) разработка профилей профессиональной креативности, представляющих собой совокупность нормированных значений ключевых параметров профессиональной креативности с учетом значимости для каждой группы или отдельных должностей; 3) разработка *k*-заданий для оценки уровня профессиональной креативности кадров, каждое из которых предусматривает необходимость проявления в определенной степени ключевых параметров креативности; 4) выполнение *k*-заданий кадрами и оценка индивидуальных результатов; 5) формирование профиля профессиональной креативности кадров (разработана модель, позволяющая на основе методов линейного программирования определять уровень каждого ключевого параметра профессиональной креативности по результатам выполнения *k*-заданий); 6) оценка «креативного альпари». Раскрыты особенности оценки индивидуального «креативного альпари», основанной на применении функции полезности, и оценки «креативного альпари» в масштабах организации, позволяющей установить абсолютное, условное или критическое несоответствие креативного потенциала кадров профилю профессиональной креативности организации. Сделан вывод о возможности применения разработанной методики при трудоустройстве, переаттестации или обучении кадров.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: креативный потенциал, профессиональная креативность, креативное альпари, профиль профессиональной креативности, методология, оценка.

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSMENT OF PERSONNEL PROFESSIONAL CREATIVITY

Roman V. Nuzhdin<sup>1</sup>  
Irina N. Maslova<sup>2</sup>  
Natalia I. Ponomareva<sup>1</sup>  
Alla S. Butenko<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 content of professional creativity as the ability of personnel to show directed creativity within specified conditions is revealed. The methodological features of assessment of personnel professional creativity as a basis of creative potential of the organization are investigated. It is concluded that in order to improve the efficiency of personnel management it is necessary to improve the existing analytical tools. The authors offered six-step approach for «creative al pari» assessment (i. e. of the correspondence of creative potential to professional creativity profile): (i) identification of key parameters of personnel professional creativity (i. e. flexibility, originality, curiosity, interdisciplinary erudition, systems thinking and cross-sectoral communication); (ii) development of professional creativity profiles, which are a set of normalized values of key parameters of professional creativity, taking into account the importance for each group or individual positions; (iii) development of *k*-tasks for an

assessment of the level of personnel professional creativity, each of which requires a person under test to display to a certain extent key parameters of creativity; (iii) *k*-tasks performance by personnel and assessment of individual results; (iiii) profile of personnel professional creativity formation (on the basis of linear programming methods the authors develop a model that allows for determining the level of each key parameter of professional creativity according to the results of *k*-tasks performance); (iiiii) «creative al pari» assessment. The authors reveal the features of invidual «creative al pari» assessment based on the utility function, and organization-wide «creative al pari» assessment that allows for determining an absolute, conditional or critical discrepancy between the personnel creative potential and the profile of professional creativity of the organization, as well as suggest the possibility of application of the developed approach in employment, requalification or personnel development. KEYWORDS: creative potential, professional creativity, creative al pari, profile of professional creativity, methodology, assessment.

**В** современных условиях получение организациями новых дополнительных конкурентных преимуществ неразрывно связано с реализацией креативного потенциала кадров, формирующих ее интеллектуальный капитал. В данном контексте для менеджмента организаций наибольший интерес представляет управляемая креативность, требующая активного участия руководства и связанная с направленной генерацией идей, которые, как правило, впоследствии реализуются в виде конкретных инноваций или способствуют выработке результативных управленческих решений за счет нового восприятия детерминант и/или оригинального применения стандартного или нового инструментария.

Отечественными и зарубежными авторами предлагаются различные подходы и методики к управлению креативностью [11, 13, 19], развитию креативности [2], созданию креативной среды [6], доказывающаяся необходимость креативного мышления, в том числе для работников, деятельность которых не связана с новаторством [2]. Однако контент-анализ публикаций свидетельствует о том, что до сих пор не разработаны или не получили должного распространения методологические процедуры, обеспечивающие реализацию комплексного подхода к оценке соответствия креативного потенциала кадров уровню реализуемых ими трудовых функций и действий.

По мнению А.А. Алетдиновой, А.В. Корицкого и Г.И. Курчеевой [1], разделяющими позицию А.И. Кочетковой [10], наиболее креативными являются представители (респонденты), относящиеся к группе «человеческий капитал», наименее креативными – относящиеся к группе «кадры». Мы не разделяем данную позицию, считая, что кадры отличаются высоким уровнем креативного потенциала и способностью его направленного проявления в заданных условиях (управляемая креативность). С другой стороны, проявление креативности обусловлено активной позицией кадров, желанием что-то изменить [14].

Для повышения эффективности кадрового менеджмента нами разработана методика оценки «креативного альпари» (соответствия креативного потенциала претендента профилю профессиональной креативности должности), которая состоит из шести этапов:

- определение ключевых параметров профессиональной креативности кадров;
- разработка профилей профессиональной креативности должностей;
- разработка *k*-заданий для оценки уровня креативности кадров;
- выполнение *k*-заданий кадрами и оценка результатов;
- формирование профиля профессиональной креативности кадров;
- оценка «креативного альпари».

Рассмотрим последовательно содержание каждого этапа.

### **1 – определение ключевых параметров профессиональной креативности кадров.**

Авторская позиция базируется на том, что не все работники обладают профессиональной креативностью, то есть способностью проявлять направленную креативность в конкретных условиях. Использование традиционных методик Дж. Гилфорда [15], Э.П. Торренса [18], С. Медника [17], по нашему мнению, является не совсем коррект-

ным для целей кадрового менеджмента, поскольку они ориентированы на оценку креативности личности, которая может быть музыкальной, художественной или любой иной направленности, что не соответствует стратегическим целям развития организаций. Кроме того, результаты отдельных исследований указывают на то, что креативность «по-разному проявляется у разных сотрудников», специфика отдельных должностей заключается в отсутствии у работников «возможности проявить это качество» [4, 14].

В то же время в отличие от инноваций не существует креативной деятельности. Результат проявления креативности – идея или поведение (как частный случай осознанной/неосознанной трансформации и воплощения идеи), результат инноваций – «фактический эффект, полученный в результате завершения инновационной деятельности» [7].

В соответствии с ГОСТ Р 56273.6-2016 выделяют два равноценных типа креативных идей [6]:

- идеи, идентифицирующие потребности (потребности в поиске решения поставленной задачи) – проявление дивергентного мышления;
- идеи, предлагающие решение (ответ на запрос об удовлетворении потребности) – проявление конвергентного мышления.

Оценка новизны идей частично сопоставима с процессом оценки решений изобретательских задач, для последней традиционно используются пять уровней:

- 1 – задача и средства решения находятся в пределах одной специальности;
- 2 – задача и средства решения находятся в пределах одной отрасли;
- 3 – задача и средства решения находятся в разных отраслях;
- 4 – средства решения базируются на редких (малоизвестных) эффектах и явлениях;
- 5 – средства решения находятся за пределами существующей науки.

С учетом вышеизложенного для обоснованного суждения об уровне креативного потенциала кадров нами предлагается проводить его оценку по шести ключевым параметрам:

- гибкость (характеризует разнообразие ответов);
- оригинальность (характеризует редкость, нестандартность (нетривиальность) ответов и решений);
- любознательность (характеризует активную позицию в получении новых знаний/опыта);
- междисциплинарная эрудиция (характеризует широкую осведомленность в различных сферах знаний и формирует фундаментальную основу направленной креативности);
- системное мышление (позволяет выявить комплексную взаимосвязь элементов системы в статике и динамике, а также оценить возможность взаимодействия с другими системами) [5, 12];
- кросс-отраслевая коммуникация (обеспечивает понимание процессов и технологий в смежных и/или несмежных производствах и отраслях).

Первые три параметра согласуются с традиционными подходами, предложенными Дж. Гилфордом и Э.П. Торренсом [15, 18], последние – предлагаются к использованию для оценки впервые и характеризуют возможность направленного и результативного проявления кадрами креативности в профессиональной деятельности [16].

В соответствии с Атласом новых профессий системное мышление и кросс-отраслевая (межотраслевая) коммуникация входят в состав надпрофессиональных навыков, необходимых для эффективного осуществления профессиональной деятельности [3].

**2 – разработка профилей профессиональной креативности должностей.**

Профиль профессиональной креативности качественно характеризует необходимый уровень ключевых параметров креативности с учетом их значимости для каждой группы должностей. Оптимальные значения ключевых параметров профессиональной креативности ( $k_{ij}$ ) определяются (устанавливаются) экспертным путем с учетом требований профессиональных стандартов и стратегии развития организации. Кроме того, для ключевых параметров профессиональной креативности экспертами устанавливаются коэффициенты значимости, которые позволяют также оценить уровень креативности отдельных должностей по каждому из параметров и сравнить их между собой.

Необходимый уровень профессиональной креативности каждой должности определяется по формуле

$$KP_i = \sum_{j=1}^m k_{ij}, \quad (1)$$

где  $KP_i$  – необходимый уровень профессиональной креативности  $i$ -ой должности;

$i$  – должность (группа должностей),  $i = (1, n)$ ;

$j$  – ключевой параметр профессиональной креативности,  $j = (1, m)$ ,  $m = 6$  (соответствует количеству оцениваемых параметров);

$k_{ij}$  – нормированное значение  $j$ -го параметра профессиональной креативности  $i$ -ой должности (диапазон значений от 0 до 10 баллов). Нормированное значение представляет собой оптимальный уровень ключевого параметра профессиональной креативности для конкретной группы должностей (должности).

Таким образом, профиль профессиональной креативности должности представляет собой матрицу строку, а  $\sum_{i=1}^n KP_i$  – это комплексный показатель, характеризующий необходимый уровень профессиональной креативности всего персонала организации.

**3 – разработка  $k$ -заданий для оценки уровня креативности кадров.**

Традиционные методики оценки креативности, как правило, ориентированы на оценку личностных качеств, проявление которых в профессиональной деятельности может быть поставлено под сомнение.

Во-первых, большинство методик в качестве инструментария используют тесты, что, при информировании тестируемых о цели теста, его названии или по содержанию вопросов и ответов можно сгенерировать определенный (желаемый) образ и, тем самым, фальсифицировать результаты. Ответы на тесты при приеме на работу могут быть не совсем адекватными, поскольку испытуемые естественно хотят получить искомую должность и более высокий доход.

Во-вторых, условия, в которых проходит тестирование, не сопоставимы с обычной жизнью или условиями трудовой деятельности. Поэтому считаем более приемлемым для оценки креативного потенциала с профессиональной точки зрения использование комплексных заданий ( $k$ -задания), решение которых должно максимально раскрыть потенциал испытуемых, в том числе креативный.

Для эффективного применения методов линейного программирования количество  $k$ -заданий должно соответствовать количеству ключевых параметров профессиональной креативности (в нашем случае  $m = 6$ ). Таким образом, для каждого задания будет выполняться тождество

$$\sum_{j=1}^m (y_j X_j) = \omega \sum_{j=1}^m y_j, \quad (2)$$

где  $y_j$  – значимость  $j$ -го ключевого параметра профессиональной креативности для выполнения задания (диапазон значений от 0 до 1,0);

$X_j$  – фактический уровень  $j$ -го ключевого параметра профессиональной креативности претендента;

$j$  – ключевой параметр профессиональной креативности,  $j = (1, m)$ ,  $m = 6$ ;

$\omega$  – фактический уровень выполнения  $k$ -задания претендентом, диапазон значений от 0 до 10.

Для повышения объективности результатов оценки при разработке  $k$ -заданий для каждой группы должностей экспертами должна быть определена значимость ключевых параметров профессиональной креативности для выполнения каждого задания. С целью обеспечения высокого уровня достоверности результатов оценки рекомендуется, чтобы значения  $y_{ij}$  устанавливались с учетом максимального уровня  $k_{ij}$  и возможного диапазона значений  $X_{ij}$ . Такой подход позволит минимизировать взаимное (арифметическое) влияние значений параметров друг на друга (то есть покрытия минимальных фактических значений одних параметров за счет превышения нормированного уровня других параметров).

**4 – выполнение  $k$ -заданий кадрами и оценка результатов.**

Решение персоналом  $k$ -заданий, по нашему мнению, должно происходить, с одной стороны, в условиях, максимально приближенных к условиям труда, например, иметь доступ к источникам дополнительной информации; с другой – не должны использоваться жесткие временные ограничения. В данном аспекте мы разделяем позицию М. Воллаха и Н. Когана [20], а также П. Вернона и Д. Харгривса [19], которые считают необходимым условием проявления креативности создание и поддержание непринужденной и свободной обстановки. Кроме того, авторы указывают на некорректность применения жестких временных лимитов, генерации соперничества и установления единственного критерия правильности решения.

Указанный подход базируется на результатах исследований подтвердивших, что у взрослых процессы мотивации, в том числе достижений, соревновательности и социального одобрения, оказывают отрицательное воздействие на самоактуализацию личности и препятствуют проявлению креативности. Кроме того, Е.А. Григоренко и Б.И. Кочубей в ходе оценки креативности установили, что на ранних стадиях решения заданий активизируется дивергентное мышление, а на поздних – конвергентное [8].

При оценке результатов выполнения задания дается общая (комплексная) оценка  $\omega$ . Фактический уровень выполнения  $k$ -заданий персоналом организации оценивается экспертами в диапазоне значений от 0 до 10.

**5 – формирование профиля профессиональной креативности кадров.**

Для оценки уровня ключевых параметров креативности и формирования профиля профессиональной креативности кадров организации необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} y_{11}X_1 + y_{12}X_2 + y_{13}X_3 + y_{14}X_4 + y_{15}X_5 + y_{16}X_6 = \omega_1; \\ y_{21}X_1 + y_{22}X_2 + y_{23}X_3 + y_{24}X_4 + y_{25}X_5 + y_{26}X_6 = \omega_2; \\ y_{31}X_1 + y_{32}X_2 + y_{33}X_3 + y_{34}X_4 + y_{35}X_5 + y_{36}X_6 = \omega_3; \\ y_{41}X_1 + y_{42}X_2 + y_{43}X_3 + y_{44}X_4 + y_{45}X_5 + y_{46}X_6 = \omega_4; \\ y_{51}X_1 + y_{52}X_2 + y_{53}X_3 + y_{54}X_4 + y_{55}X_5 + y_{56}X_6 = \omega_5; \\ y_{61}X_1 + y_{62}X_2 + y_{63}X_3 + y_{64}X_4 + y_{65}X_5 + y_{66}X_6 = \omega_6. \end{cases}$$

В общем виде решение системы уравнений может быть представлено следующим образом:

$$X_j = \frac{\sum y_{ij}\omega_i}{\sum y_{ij}}. \tag{3}$$

Деление на сумму весов позволит привести показатели компетенций к стандарту в 10 баллов.

**6 – оценка «креативного альпари».**

Практическая оценка профессиональной компетентности претендентов (испытываемых) направлена на поиск кадров, максимально соответствующих нормированным значениям ключевых параметров профессиональной креативности и, как следствие, обеспечивающих наибольшее значение «креативного альпари». В данном контексте

при сравнении различных сотрудников (испытуемых) наиболее приоритетным является выбор профиля с минимальным уровнем отклонений от нормированных значений (с максимальным «креативным альпари»). То есть

- 1-й уровень – структурного соответствия –  $X_{ij} \rightarrow k_{ij}$ ;
- 2-й уровень – комплексного соответствия –  $\frac{\sum X_{ij}}{\sum k_{ij}} \rightarrow 1$ .

**6.1 – оценка структурного соответствия.**

На данном этапе для оценки «креативного альпари» и выбора альтернатив для целей принятия управленческих решений нами рекомендуется использовать в качестве инструментария модифицированную функцию полезности. Поскольку ключевые параметры имеют одинаковые единицы измерения и для них экспертным путем на предыдущих этапах были установлены нормированные значения с учетом их значимости, то для оценки «креативного альпари» достаточным является использование линейной функции полезности.

Функция полезности имеет различный вид для критериев, подлежащих максимизации и минимизации [9]:

при  $M_{kl} \rightarrow \max$

$$P_{kl} = \begin{cases} 1, & M_{kl} > M_l^{max} \\ \frac{M_{kl} - M_l^{min}}{M_l^{max} - M_l^{min}}, & M_l^{min} \leq M_{kl} \leq M_l^{max} \\ S \times \frac{M_{kl} - M_l^{min}}{M_l^{max} - M_l^{min}}, & M_{kl} \leq M_l^{min} \end{cases}; \quad (4)$$

при  $M_{kl} \rightarrow \min$

$$P_{kl} = \begin{cases} 1, & M_{kl} < M_l^{min} \\ 1 - \frac{M_{kl} - M_l^{min}}{M_l^{max} - M_l^{min}}, & M_l^{min} \leq M_{kl} \leq M_l^{max} \\ S \times (1 - \frac{M_{kl} - M_l^{min}}{M_l^{max} - M_l^{min}}), & M_{kl} > M_l^{max} \end{cases}, \quad (5)$$

где  $M_{kl}$  – оценка  $k$ -го объекта по  $l$ -му критерию;

$M_l^{min}, M_l^{max}$  – наиболее желательное и наименее желательное значение  $l$ -го критерия;

$S$  – штрафной коэффициент для определения уровня полезности альтернатив;

$P_{kl}$  – уровень полезности  $k$ -й альтернативы по  $l$ -му критерию.

Нами сделан ряд допущений с целью модификации функции полезности для оценки «креативного альпари»:

- все параметры профессиональной креативности должны стремиться к максимальному значению;
- отсутствует необходимость применения штрафного коэффициента  $S$ ;
- несоответствие минимальному уровню нормированных значений параметров профессиональной креативности признается равным нулю;
- критериальным является  $\sum(KA_h)_j$ .

Таким образом, оценку «креативного альпари» кадра рекомендуется проводить по формуле

$$\sum(KA_h)_j = \begin{cases} 1, & X_{hj} > k_{ij}^{max} \\ \frac{X_{hj} - k_{ij}^{min}}{k_{ij}^{max} - k_{ij}^{min}}, & k_{ij}^{min} \leq X_{hj} \leq k_{ij}^{max} \\ 0, & X_{hj} \leq k_{ij}^{min} \end{cases}, \quad (6)$$

где  $X_{hj}$  – оценка  $h$ -го претендента по  $j$ -му параметру профессиональной креативности;

$k_{ij}^{min}; k_{ij}^{max}$  – наиболее желательное и наименее желательное значение  $j$ -го параметра профессиональной креативности  $i$ -ой должности;

$KA_{hj}$  – «креативное альпари»  $h$ -го претендента по  $j$ -му параметру профессиональной креативности, изменяется в диапазоне от 0 до 1, чем выше значения  $KA$ , тем выше уровень соответствия претендента.

Соответственно «креативное альпари» кадра  $\sum KA_j$  не больше 6.

$\sum(KA_h)_j = 6$  – полное соответствие претендента всем нормированным значениям параметров профессиональной креативности должности. Отрицательные отклонения от нормированного уровня ключевых параметров креативности отсутствуют. В данном случае целесообразно проанализировать  $X_{hj}$  с целью изыскания возможности более эффективного использования креативного потенциала претендента.

$\sum(KA_h)_j = (5,4-6,0)$  – имеются несущественные отклонения. В данном случае претендент включается в кадровый резерв с целью последующего развития отдельных способностей и трудоустройства на искомую должность.

$\sum(KA_h)_j = (3,0-5,4)$  – имеются существенные отклонения. В данном случае претендент включается в кадровый резерв для последующей оценки возможности трудоустройства на должности, требующие меньшего уровня профессиональной креативности.

$\sum(KA_h)_j \leq 3,0$  – значительное несоответствие, претендент не обладает должным уровнем профессиональной креативности, возможность трудоустройства в организацию не рассматривается.

#### 6.2 – оценка комплексного соответствия профиля профессиональной креативности.

Профиль профессиональной креативности учитывает совокупность параметров, т. е. для выбора альтернатив критериальным является  $\sum(KA_h)_j$ .

Поскольку при  $X_{hj} > k_{ij}^{max}$   $KA_{hj} = 1$ , то положительные отклонения, характеризующие более высокий уровень профессиональной креативности испытуемого по отдельным ключевым параметрам, не учитываются при оценке «креативного альпари». Для выявления кадров с высоким уровнем креативности необходимо проверить выполнение условия

$$\frac{\sum X_{hj}}{\sum k_{ij}} \geq \sum(KA_h)_j. \quad (7)$$

При выполнении данного условия целесообразно рассмотреть возможность трудоустройства кадров на другую должность, для которой необходим более высокий уровень профессиональной креативности.

Проведенный анализ позволяет сделать предположение, что «креативное альпари» организации в целом должно характеризовать, с одной стороны, достаточность креативного потенциала кадров организации, с другой – оптимальность его распределения в масштабах всей организационной структуры. С учетом вышесказанного «креативное альпари» организации предлагается представить в виде двухфакторной модели

$$KA_{орг} = (A; O), \quad (8)$$

где  $KA_{орг}$  – «креативное альпари» организации;

$A$  – уровень соответствия креативного потенциала кадров профилю профессиональной креативности организации

$$A = \frac{\sum \sum X_{hj}}{\sum KP_i}; \quad (9)$$

$O$  – уровень обеспеченности организации креативными кадрами в разрезе должностей

$$O = \frac{\sum \sum KA_{hj}}{\sum KP_i}. \quad (10)$$

Первый тип «креативного альпари» организации может быть представлен в следующем виде

$KA_{орг} = (1; 1)$ , т. е.  $A \geq 1$ ;  $O \geq 1$  – абсолютное соответствие: уровень потенциала выше требуемого и соответствует профилю профессиональной креативности занимаемых должностей.

Второй тип «креативного альпари» организации может быть представлен в следующем виде:  $KA_{орг} = (0; 1)$ , т. е.  $A \geq 1$ ;  $O \leq 0$  – условное соответствие: уровень потенциала выше требуемого, однако не соответствует профилю профессиональной креативности занимаемых должностей.

Третий тип «креативного альпари» организации может быть представлен в следующем виде:  $KA_{орг} = (0; 0)$ , т. е.  $A \geq 0$ ;  $O \leq 0$  – критическое несоответствие: уровень потенциала ниже требуемого и, как следствие, не соответствует профилю профессиональной креативности занимаемых должностей.

Таким образом, разработанная методика может быть использована:

- при приеме кадров на работу (для оценки степени соответствия способностей претендента требованиям вакантной должности);
- при аттестации кадров (в том числе для сравнительной оценки различных работников);
- по итогам повышения квалификации/обучения (для оценки уровня активизации процесса проявления креативного потенциала).

---

#### Библиографический список

1. Алетдинова А.А. Вам нужен инноватор? Методика оценки способностей личности к инновационной деятельности предпринимателя / А.А. Алетдинова, А.В. Корицкий, Г.И. Курчеева // Креативная экономика. – 2011. – № 1 (49). – С. 99–104.
2. Альбицкая И.В. Как развить креативность / И.В. Альбицкая, А.Д. Косяков // Кадровая служба и управление персоналом предприятия. – 2017. – № 2. – С. 82–86.
3. Атлас новых профессий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://atlas100.ru/future/crossprofessional\\_skills/mezhotraslevaya-kommunikatsiya/](http://atlas100.ru/future/crossprofessional_skills/mezhotraslevaya-kommunikatsiya/) (дата обращения: 21.09.2018).
4. Бондарская О.В. Онтология развития оценки креативного человеческого капитала в региональном пространстве / О.В. Бондарская, Т.А. Бондарская // Социально-экономические явления и процессы. – 2015. – Т. 10, № 6. – С. 17–23.
5. Венджер Дж. О системном мышлении в бизнесе / Дж. Венджер // Проблемы управления в социальных системах. – 2013. – Т. 5, № 8. – С. 49–61.
6. ГОСТ Р 56273.6-2016/ CEN/TS 16555-6:2014. Инновационный менеджмент. Часть 6. Менеджмент креативности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200142684> (дата обращения: 21.09.2018).

7. ГОСТ Р 56273.7-2016/ CEN/TS 16555-7:2015. Инновационный менеджмент. Часть 7. Оценка инновационного менеджмента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200142685> (дата обращения: 21.09.2018).
8. Григоренко Е.А. Исследование процесса выдвижения и проверки гипотез близнецами / Е.А. Григоренко, Б.И. Кочубей // Новые исследования в психологии. – 1989. – № 2. – С. 15–20.
9. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа : учеб. пособие / П.А. Гудков; под ред. проф. А.М. Бершадского. – Пенза : Изд-во Пензенского гос. ун-та, 2008. – 81 с.
10. Кочеткова А.И. Введение в организационное поведение и организационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Кочеткова А.И. – 5-е изд. – Москва : Дело АНХ, 2011. – 942 с.
11. Овчинникова Т.И. Решение управленческих проблем с учетом креативного стиля работников предприятия / Т.И. Овчинникова, О.А. Козлова, О.П. Королев // Управление персоналом. – 2007. – № 4. – С. 25–27.
12. Пурдехнад Дж. Что такое «системное мышление»? / Дж. Пурдехнад // Проблемы управления в социальных системах. – 2012. – Т. 4, № 7. – С. 61–64.
13. Роу А.Дж. Креативное мышление [как добиться успеха в новом веке] / А.Дж. Роу ; пер. с англ. В.А. Островского. – Москва : NT Press, 2007. – 174 с.
14. Цыганкова В.Н. Управление невидимыми ресурсами. Проблемы при реализации креативного менеджмента в организации / В.Н. Цыганкова // Креативная экономика. – 2010. – № 9 (45). – С. 54–58.
15. Guilford J.P. The nature of human intelligence / J.P. Guilford. – New York : McGraw Hill, 1967. – 538 pp.
16. Lagace M. How Team Leaders Show Support-or Not. Q&A with Teresa Amabile // Business and Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.temppaperwarehouse.com/essay-on/How-Team-Leaders-Show-Support-or-Not/389022> (дата обращения: 21.08.2018).
17. Mednich S.A. The associative basis of the creative process / S.A. Mednich // Psychol. – Review. – 1969. – Vol. 2. – Pp. 220–232.
18. Torrance E.P. Scientific views of creativity and factors affecting its growth / E.P. Torrance // Daedalus: Creativity and Learning. – 1965. – Vol. 94, No. 3. – Pp. 663–679.
19. Vernon P.E. Psychological studies on creativity / P.E. Vernon // Journal of Child Psychology and Psychiatry. – 1967. – Vol. 8. – P. 135–165.
20. Wallach M.A. A new look at the creativity-intelligence distinction / M.A. Wallach, N. Kogan // Journal of Personality. – 1965. – Vol. 33, No. 3. – Pp. 348–369. DOI: [org/10.1111/j.1467-6494.1965.tb01391.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1965.tb01391.x).

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Роман Викторович Нуждин – кандидат экономических наук, доцент кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [rv.voronezh@gmail.com](mailto:rv.voronezh@gmail.com).

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).

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](mailto:ponomareva220387@yandex.ru).

Алла Сергеевна Бутенко – магистрант кафедры теории экономики и учетной политики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, г. Воронеж, e-mail: [alla.s.voronezh@gmail.com](mailto:alla.s.voronezh@gmail.com).

Дата поступления в редакцию 22.10.2018

Дата принятия к печати 12.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Roman V. Nuzhdin – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [rv.voronezh@gmail.com](mailto:rv.voronezh@gmail.com).

Irina N. Maslova – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Finance and Credit, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [irimslv@mail.ru](mailto:irimslv@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](mailto:ponomareva220387@yandex.ru).

Alla S. Butenko – Master's Degree Student, the Dept. of Theory of Economics and Accounting Policy, Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh, e-mail: [alla.s.voronezh@gmail.com](mailto:alla.s.voronezh@gmail.com).

Received October 22, 2018

Accepted December 12, 2018

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Марина Геннадьевна Трейман<sup>1</sup>  
Татьяна Львовна Безрукова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики

<sup>2</sup>Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова

Рассмотрены аспекты организации деятельности транспортной логистики в сфере строительства на примере организации строительной площадки. Новизна исследования заключается в анализе трендов изменения территории в части создания искусственного земельного участка и марины, а также причала и берего укрепления. Отмечены специфические черты логистической деятельности в строительной отрасли, отражены характерные особенности становления логистических этапов, виды потоков в логистике строительных объектов, определен план мероприятий, позволяющий осуществить использование природоохранных зон. Для осуществления строительной деятельности и перепланировки территории разработана карта-схема территориального расположения эстакады для дальнейшего строительства на примере Западного скоростного диаметра (ЗСД) на юге Крестовского острова. Рассмотрена организация искусственного земельного участка (ИЗУ) как специализированного сооружения, которое после ввода в эксплуатацию юридически признается действующим земельным участком. Для повышения эффективности организации строительной деятельности в части городской инфраструктуры предложено создать логистическую систему на объектах строительства в виде потоков материалов, сырья и других типов ресурсов, используемых в строительных целях для решения производственно-технических задач. Разработана классификация логистических рисков в строительстве. Представлены управленческие и технические характеристики процессов и объектов, отражены их взаимосвязи и особенности. Исследование базируется на данных г. Санкт-Петербурга и особенностях строительства в данных климатических условиях. Помимо этого работа снабжена примерами логистической деятельности, ведущейся на территории города по схемам транспортных потоков ЗСД. Показано, что транспортные логистические системы являются важнейшим ресурсом, позволяющим планировать и осуществлять строительные работы в сжатые сроки, и являются значимым звеном, влияющим на эффективность и организацию производственной деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: логистика в строительстве, транспортный комплекс, Западный скоростной диаметр, эстакада Крестовского острова, искусственный земельный участок.

## TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS SYSTEMS IN TERRITORIAL ARRANGEMENT OF URBAN INFRASTRUCTURE

Marina G. Treyman<sup>1</sup>  
Tatiana L. Bezrukova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,  
Higher School of Technology and Energy

<sup>2</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

The authors examine aspects of organizing transportation logistics activities in the sphere of construction industry as exemplified by organizing construction site; reveal trends in territory changes in terms of the creation of artificial land plot and marine, as well as loading terminal and coast protecting structures; discuss peculiar features of logistics activities in construction industry; describe specific traits of the development of logistics stages, types of flows in the logistics of construction projects; put forward environment-conscious plan of main activities. For the purposes of construction activity and replanning of the territory the sketch map of territorial location of an elevated road was developed for further construction works on the example of the Western High-Speed Diameter (WHSD) at the southern side of Krestovsky Island. The creation of artificial land plot (ALP) is considered as a specialized construction that after operational

commissioning can be recognized as a land plot in service. Along with the task of improvement of the effectiveness of construction activity, in terms of urban infrastructure, it is offered to create logistics network for construction sites as a system of streams of materials, raw materials and other types of the resources used in the construction industry. The authors developed classification of logistical risks in construction industry, presented management and technical characteristics of the processes and objects, defined their interrelations and specific features. The study is based on the data related to St. Petersburg and features of construction in the climatic conditions of the region. In addition, the authors provided some examples of logistics activities carried out on the territory of the city according to WHSD schemes of traffic streams. It is shown that transport logistics systems are among the most important instruments that allow planning and implementing building and construction works in the shortest possible time, as well as influencing the effectiveness of production activities.

KEYWORDS: logistics in construction industry, transport complex, Western High-Speed Diameter, Krestovsky Island elevated road, artificial land plot.

**В** настоящее время необходимость логистической деятельности ни у кого не вызывает сомнений, проблемы логистики входят в круг интересов многих исследователей. Установлено, что в современных экономических условиях предприятия тратят на логистику от 5 до 35% от общего объема своих продаж в зависимости от типа бизнеса, географического масштаба деятельности и других показателей [4, 7].

В развитых странах миллиарды долларов расходуются на логистику, причем на протяжении многих лет сохраняется устойчивая тенденция роста затрат на логистику. Практически во всех странах мира значительная часть логистических затрат приходится на транспортную составляющую. Так, в Великобритании транспортные расходы составляют 41% от общих логистических затрат, в США – 46%, в Польше они достигают 50%. Что касается строительных организаций, то логистические издержки в этой отрасли составляют 30–34% [5, 6].

Область логистики охватывает практически все сферы производства каждого предприятия:

- управление транспортом, складским хозяйством, запасами, кадрами;
- информационное обеспечение;
- коммерческую деятельность и др.

Задача руководства состоит в разработке единой логистической системы с целью повышения эффективности и снижения производственных затрат.

Логистические системы строительства следует рассматривать в контексте общей теории логистических систем.

Логистика, развиваясь на предприятиях разных отраслей экономики, приобретает специфические отраслевые черты. В частности, логистика строительной отрасли обладает рядом особенностей, среди которых следует отметить следующие:

1) неразвитость логистической составляющей, обусловленная отставанием России в развитии транспортно-логистических процессов (российская логистика, несмотря на значительное число успешных примеров внедрения логистического подхода на ряде предприятий, находится на низком уровне: Россия занимает 99-е место по развитию логистики среди 150 стран мира), низким уровнем использования транспортных и складских систем, износом основных фондов, слабой организацией транспортной деятельности;

2) отсутствие достаточной подготовки персонала для осуществления грамотной логистической деятельности;

3) второстепенность логистических функций на предприятии (руководители компаний по строительству ставят логистическую деятельность на 4-е место после работы с качественными показателями продукции, информационными системами и сетями, работой с клиентами и поставщиками);

4) низкая потребность в развитии строительной логистики, вызванная тем, что компании имеют определенный резервный потенциал в области производственной деятельности [1, 3, 8].

На основе исследования проблем транспортного логистического развития городской инфраструктуры авторами определено, что логистические структуры развиваются поэтапно (рис. 1).

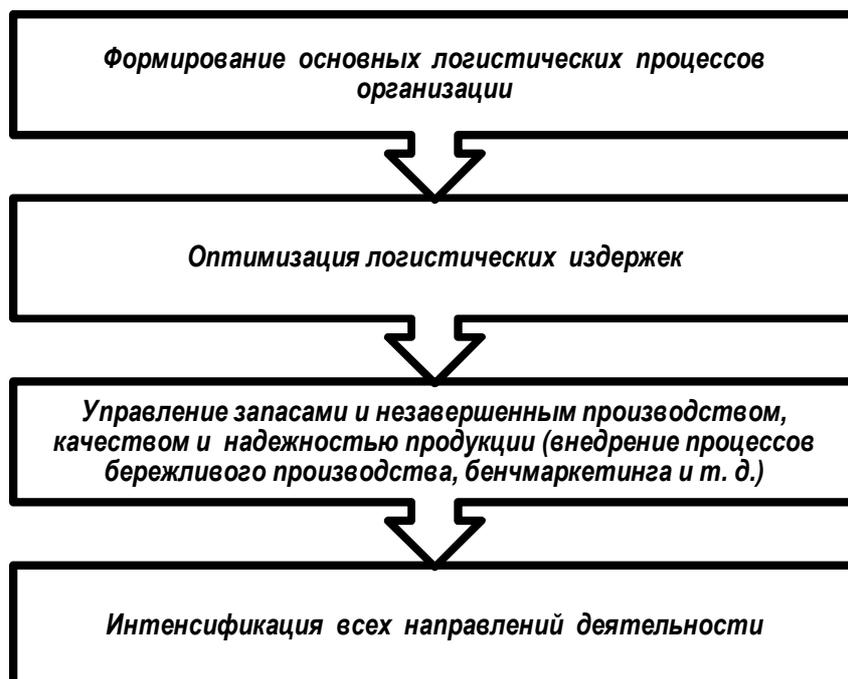


Рис. 1. Поэтапное развитие логистических структур

Характерной особенностью становления логистических этапов является возможность внедрения аутсорсинга логистических функций в практику деятельности другой компании, но при этом ключевые виды работ должны остаться на предприятии для эффективного осуществления его деятельности.

По видам потоков логистические системы можно разделить на материальные, финансовые, информационные и потоки трудовых ресурсов.

Виды потоков в логистике строительных объектов представлены на рисунке 2.

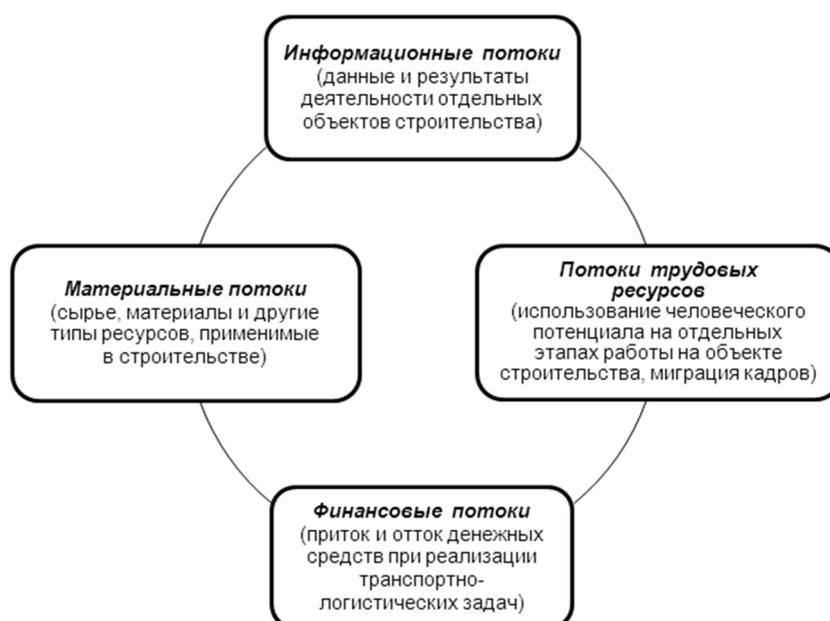


Рис. 2. Виды потоков в логистике строительных объектов

Таким образом, наиболее эффективное осуществление логистической деятельности на строительных объектах возможно только лишь при равномерном распределении и контроле за деятельностью и движением всех материальных потоков.

Отметим, что решение транспортных задач в производственно-строительной логистике влияет на инфраструктуру движения городского транспорта, поэтому развитие территориальных особенностей непосредственно связано с изменением общей магистральной сетки движения транспортных средств.

Одним из наиболее перспективных направлений развития строительства магистральных автодорог в Санкт-Петербурге является Западный скоростной диаметр (ЗСД), источники финансирования строительства которого представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Удельный вес объемов привлеченных сторонних инвестиций в строительство Западного скоростного диаметра**

№ п/п	Источники финансирования строительства Западного скоростного диаметра	Удельный вес объемов привлеченных сторонних инвестиций, %
1	Европейский банк реконструкции и развития	94,0
2	Внешэкономбанк	2,0
3	ВТБ и Газпромбанк	2,0
4	Евразийский банк развития	1,0
5	Акционерный капитал МСС	1,0

Для эффективного строительства на территории ЗСД был определен план мероприятий, учитывающий наличие природоохранных зон, разработана карта-схема территориального расположения эстакады с выделением трех участков: ЗСД Северный участок, ЗСД Центральный участок, ЗСД Южный участок.

Протяженность автодороги данного типа составляет 46,6 км и разделяется на три участка по направлениям следования: южный, центральный и северный. Финансирование строительства ЗСД происходит в основном за счет Европейского банка реконструкции и развития (его доля вложений составляет 94%).

Управляющей организацией в части эксплуатации комплекса трех трасс и сбора денежных средств за пользование до 2042 г. будет ООО «Магистраль Северной столицы». Планируемое распределение денежных средств в части эксплуатации: 90% – в федеральный бюджет, 10% – доход инвесторов, то есть софинансирование строительства в полной мере окупится за счет эксплуатации трасс и бурного развития логистической составляющей транспортного комплекса [10].

В юго-западной части города планируется создать временную технологическую эстакаду и временную площадку, на которой предполагается:

- размещение базы с целью мониторинга водных объектов города и обеспечения безопасного водопользования;
- организация марины, предназначенной для захода катеров и судов и повышения эффективности работы акватории;
- строительство инженерной инфраструктуры (табл. 2).

**Таблица 2. Технические характеристики объекта по развитию территории**

Объект строительства	Технические характеристики, необходимые строительные материалы
Временная технологическая эстакада (ВТЭ)	Длина эстакады 117,57 м. Стальные сваи диаметром 24,7 м – 24 шт. (161,304 т), металлоконструкции пролетных строений – 96,217 т (пролетные строения, площадки опирания, узлы объединения свай), преднапряженные железобетонные плиты – 49 шт.
Временная площадка (ВП)	Территория ВП – 14948 м <sup>2</sup> , примерный объем отсыпных площадок – 33334 м <sup>3</sup> . Песок средний и крупный (ГОСТ 8736) в плотном сложении, коэффициент уплотнения – 0,93–0,98.

Предприятие ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» использует данную площадку, чтобы складировать материалы (арматуру, грунт, сваи, иные строительные материалы), вести строительные работы в части водоснабжения и водоотведения по контракту с обслуживанием «Зенит арены» и подготовке объектов к чемпионату мира по футболу в 2018 году.

Согласно данным ФГБУ «АМП Балтийского моря», близлежащая акватория имеет сложные условия для судоходной деятельности, что свидетельствует о трудностях в организации причальных сооружений на месте технологических эстакад Западного скоростного диаметра (ЗСД). Создание искусственного земельного участка позволит эффективно развивать строительную территорию.

Искусственный земельный участок (ИЗУ) – это специализированное сооружение, создаваемое на водном объекте с помощью технологии намыва либо отсыпки грунта и грунтовых покрытий, после ввода в эксплуатацию также юридически признается действующим земельным участком. Данный процесс регулируется Федеральным законом «Об искусственных земельных участках» от 19.07.2011 г. № 246-ФЗ.

Общая планируемая площадь ИЗУ составляет 1,8 га. В проекте предусмотрены работы по укреплению берега, строительству причала и здания, где будет располагаться база экологического мониторинга водных объектов Санкт-Петербурга [9] (рис. 3).

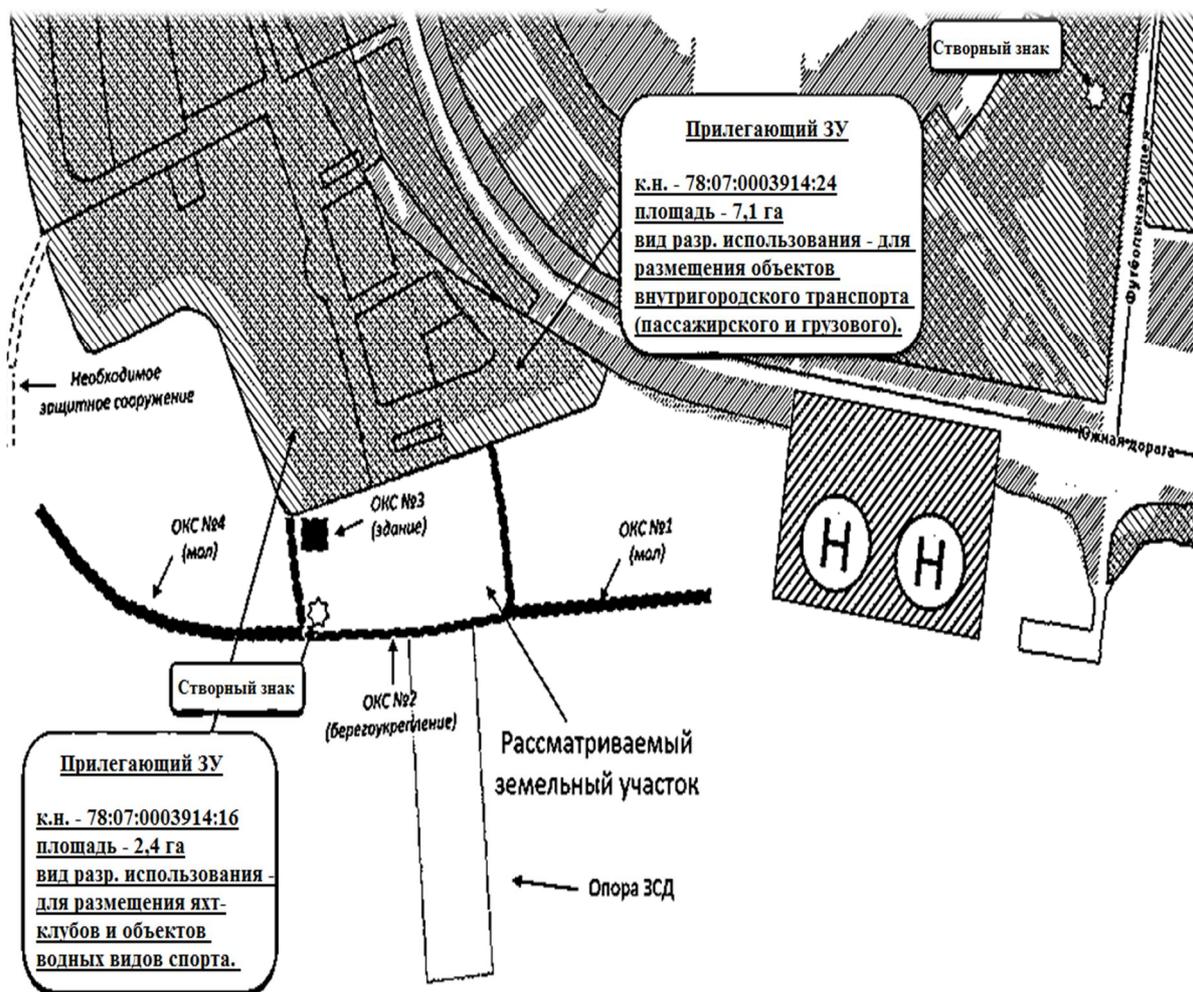


Рис. 3. Предложения по развитию территориальной составляющей и формированию ИЗУ для создания площадки мониторинга водных объектов

С учетом удобного территориального расположения ИЗУ предприятие ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» будет заинтересовано в использовании данного участка в целях организации базы экологического мониторинга водных объектов города для обеспечения контроля безопасности использования источников водоснабжения.

При формировании марины в прилегающей акватории на юге от планируемого ИЗУ необходимо организовать причалы (защитные сооружения), что затруднительно по данным администрации морского порта.

В целях повышения эффективности организации строительной деятельности в части городской инфраструктуры необходимо создать логистическую систему. Логистические системы на объектах строительства – это потоки материалов, сырья и других типов ресурсов, используемых в строительных целях для решения производственно-технических задач.

В строительной деятельности используются следующие виды и типы транспортных средств-перевозчиков [2, 9] (табл.3).

**Таблица 3. Транспортные системы, используемые для решения задач по развитию территории в строительных целях в юго-западной части города**

Марка	Необходимое время на осуществление операции (плановые часы работы)	Фактические часы работы	Отклонение
E170W	307,60	464,20	156,60
JCB 4CX	311,90	330,00	18,10
Б 10М.0111-ЕН	153,80	215,60	61,80
ГАЗ-330232	461,40	548,60	87,20
ГАЗ-СА3 2505-13	1538,00	1520,27	-17,73
ДТ-75ДЕ-РС2	153,80	82,00	-71,80
ЕК-12	0,00	0,00	0,00
ЕК-18	153,80	167,20	13,40
КАМАЗ 65115-32	461,40	697,60	236,20
КАМАЗ 6520	935,70	910,40	-25,30
КАМАЗ 6520-61	1247,60	1352,50	104,90
КАМАЗ-55111С	153,80	320,20	166,40
КАМАЗ-65115	2373,30	2183,80	-189,50
Самосвал с задней разгрузкой КАМАЗ-65115-62	311,90	319,00	7,10
Трактор с бульдозерным оборудованием Б 10М.0111-ЕН	153,80	64,60	-89,20
ЭО-4112А1	153,80	98,20	-55,60
Общий итог	8871,60	9274,17	402,57

Как видно из данных, представленных в таблице 3, транспортный ресурс используется по большинству позиций выше запланированного объема, что позволит потреблять его максимально и сократить сроки строительства. Однако некоторые транспортные средства использовались с отклонением от плановых часов работы, поэтому необходимо провести дополнительный анализ причин простоев и отклонений, а также наиболее рационально организовать рабочий процесс. Затраты по топливу по указанному автопарку за начальный период строительства составили 444,8 тыс. руб.

Оценка транспортного потенциала складывается из следующих показателей (1):

$$ТП = (Z_{общ.} - Q) - L_{вр.} = Эвр.раб. - L_{вр.}, \quad (1)$$

где ТП – транспортный потенциал системы;

$Z_{общ.}$  – общее время работы транспортных систем, час.;

Эвр.раб. – эффективное рабочее время транспортной системы, час.;

$Q$  – количество времени простоя автотранспорта, час.;

$L_{вр.}$  – логистические риски, связанные с потерей времени.

Логистические риски, представленные в таблице 4, отражают основной спектр рисков деятельности, диапазон значений в пределах рейтинга составляет 1–10.

**Таблица 4. Рейтинг логистических рисков автотранспорта при строительных работах**

<b>Виды рисков</b>	<b>Описание риска</b>	<b>Значимость и вероятность риска</b>
Риск поломки автотранспорта	Данный риск может быть запланирован в связи с текущим состоянием транспорта, а может относиться к категории случайных событий	10
Риск экономических потерь в связи с невыполнением работ	При транспортировке материалов для строительных работ возможна нехватка транспортных средств	7
Риск изменения маршрутов в связи с перегрузкой автотранспорта	При доставке строительных материалов возможны форс-мажорные обстоятельства, приводящие к резкой смене маршрутов и образованию дополнительных затрат	5
Риск подбора неквалифицированного персонала	Работники могут обладать недостаточной квалификацией, что в кризисной ситуации может обернуться потерями для компании	6
Риск потерь прибыли из-за неэффективного управления процессами	В данном случае прямое влияние на доходы компании оказывает менеджмент в части управления маршрутизацией и потоками	8

Таким образом, можно сделать вывод, что транспортные логистические системы являются важнейшим ресурсом, позволяющим планировать и осуществлять строительные работы в сжатые сроки, и являются значимым звеном, влияющим на эффективность и организацию процесса.

Логистические процессы в строительной отрасли играют значительную роль:

- доставка материалов для осуществления строительной деятельности и правильный выбор маршрута позволят организации эффективно работать,
- предложенные планы развития территории являются перспективными в части более полного использования земельных участков и площадей.

## Библиографический список

1. Абрамова Е.Р. Теоретические основы логистической координации : монография / Е.Р. Абрамова. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 68 с.
2. Безрукова Т.Л. Методологическая поддержка управления ресурсами автотранспортных логистических предприятий / Т.Л. Безрукова, С.Ю. Нестеров, О.А. Печерская // Логистика. Опыт решения актуальных вопросов : сб. науч. докладов III науч.-практ. конф. по транспорту и логистике «Развитие региональных логистических систем» (г. Воронеж, 24 мая 2012 г.). – Воронеж : Кварта, 2012. – С. 7–9.
3. Веселов Н.В. Экспертное обеспечение транспортной логистики : монография / Н.В. Веселов, А.А. Рогов. – Москва : Дашков и К°, 2013. – 229 с.
4. Дюкова О.М. Логистика строительства: современное понимание и тенденции / О.М. Дюкова. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 2016. – 116 с.
5. Котиков Ю. Г. Транспортно-логистические кластеры : учеб. пособие / Ю.Г. Котиков. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2017. – 176 с.
6. Курганов В.М. Макроэкономическая оценка транспортного потенциала: законы логистики и статистические закономерности : монография / В.М. Курганов. – Тверь : Тверской гос. ун-т, 2013. – С. 35–32.
7. Пасяда Н.И. Логистика и управление проектами жилищного строительства / Н.И. Пасяда. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 1999. – 195 с.
8. Плетнева Н.Г. Развитие логистики в строительстве: особенности, перспективы, методы принятия решений / Н.Г. Плетнева, Н.В. Власова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2662> (дата обращения: 15.03.2018).
9. Предпосылки формирования новых видов грузовых автомобильных транспортно-логистических предприятий / Т.Л. Безрукова, С.Ю. Нестеров, Ю.А. Костенко, О.А. Печерская // Проблемы, тенденции и перспективы развития современной логистической науки : коллективная монография ; под общ. ред. Н.А. Адамова. – Москва : Изд-во Института исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2013. – Гл. 1. – С. 73–96.
10. Рожко О.Н. Инновации в управлении транспортными логистическими системами : монография / О.Н. Рожко, В.В. Хоменко, Е.В. Макарова. – Казань : Бриг, 2015. – 186 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Марина Геннадьевна Трейман – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации производства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Высшая школа технологии и энергетики, Россия, г. Санкт-Петербург, e-mail: [britva-69@yandex.ru](mailto:britva-69@yandex.ru).

Татьяна Львовна Безрукова – доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и финансов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж, e-mail: [bezrukova\\_t\\_l@mail.ru](mailto:bezrukova_t_l@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 10.10.2018

Дата принятия к печати 28.11.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Marina G. Treyman – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Economics and Organization of Production, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Higher School of Technology and Energy, Russia, Saint Petersburg, e-mail: [britva-69@yandex.ru](mailto:britva-69@yandex.ru)

Tatiana L. Bezrukova – Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Dept. of Economics and Finance, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh, e-mail: [bezrukova\\_t\\_l@mail.ru](mailto:bezrukova_t_l@mail.ru).

Received October 10, 2018

Accepted November 28, 2018

## ОБОСНОВАНИЕ СОРАЗМЕРНОЙ ПЛАТЫ ЗА ОБРЕМЕНЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Николай Иванович Бухтояров  
Юлия Юрьевна Юрикова

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Значительная часть хозяйствующих субъектов аграрной сферы сталкивается с различного рода обременениями земельных участков, находящихся в их пользовании, в том числе и продуктивных земель, формирующих пространственный и экономический базис системы аграрного производства. Как правило, основная масса обременений связана с функционированием различного рода линейных объектов (линий электропередач, трубопроводов, кабелей связи и т. п.) и установлением их охранных зон. Институт сервитутных платежей в РФ, связанных с обременением земель сельскохозяйственного назначения, можно признать неэффективным. В условиях отсутствия законодательно утвержденных методик расчета соразмерной платы за обременение земель сельскохозяйственного назначения размер сервитутных платежей не обеспечивает их соразмерности реальным потерям доходов собственников обремененных земельных участков и их пользователей. Для пахотных земель, используемых для ведения сельскохозяйственного производства, размер соразмерной платы за сервитут предлагается устанавливать исходя из дополнительных затрат, которые будет нести пользователь вследствие наличия того или иного линейного объекта (борьба с сорняками, вредителями и болезнями растений, потенциальным рассадником которых являются участки с расположенными на них объектами, снижение производительности сельскохозяйственной техники из-за невозможности осуществления прямолинейного движения и дополнительный расход нефтепродуктов, обусловленный необходимостью дополнительных маневров и т. д.) и уровня потерь доходов, обусловленных снижением урожайности сельскохозяйственных культур в охранных зонах линейных объектов из-за невозможности соблюдения норм высева, внесения минеральных удобрений, использования химических средств защиты растений, снижения качества междурядной обработки и др. из-за необходимости маневрирования вокруг линейных объектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сервитут, обременение, сервитутные отношения, сервитутный платеж, соразмерная плата, земли сельскохозяйственного назначения, продуктивные земли.

## SUBSTANTIATION OF COMMENSURATE FEE FOR EASEMENT OF AGRICULTURAL LANDS

Nikolay I. Bukhtoiarov  
Yuliya Yu. Yurikova

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

A significant proportion of economic entities in the agrarian sector is faced with various kinds of easement of land plots in their use, including productive lands that form the spatial and economic basis of the system of agrarian production. As a rule, most easements are associated with the functioning of various types of linear objects (power lines, pipelines, communication cables, etc.) and the establishment of their security zones. The institution of servitude payments in the Russian Federation related to the easement of agricultural lands can be considered inefficient. In the absence of legally approved methodologies for calculating a commensurate fee for easement of agricultural lands the amount of servitude payments does not ensure their proportionality to the actual losses of income of owners of the eased land plots and their users. For arable lands used for agricultural production it is proposed to establish the commensurate fee for easement on the basis of additional costs that the user incurs due to the presence of some linear object (control of weeds, pests or plant diseases originating from the land plots and objects located on them; decrease in productivity of agricultural machinery due to the impossibility of rectilinear motion and additional consumption of petroleum products due to the need for additional maneuvers, etc.) and the level of income losses caused by a decrease in crop yields in the protected areas of linear objects due to the impossibility of observing the seeding rates, application of mineral

fertilizers, use of chemical plant protection agents, reducing the quality of inter-row tillage, etc. due to the need for maneuvers around linear objects.

KEYWORDS: servitude, easement, servitude relationships, servitude payment, commensurate fee, agricultural lands, productive lands.

**П**рактика землепользования хозяйствующих субъектов аграрной сферы свидетельствует о том, что значительная их часть сталкивается с различного рода обременениями земельных участков, находящихся в их пользовании, в том числе и продуктивных земель, формирующих пространственный и экономический базис системы аграрного производства. Как правило, основная масса обременений связана с функционированием различного рода линейных объектов (линий электропередач, трубопроводов, кабелей связи и т. п.) и установлением их охранных зон, в пределах которых хозяйственная деятельность законодательно ограничена. Кроме того, существуют риски потерь доходов сельскохозяйственных производителей в результате необходимости устранения аварийных ситуаций на линейных объектах, проведения работ по обслуживанию оборудования или его замены и др.

В настоящее время институт сервитутных платежей, связанных с обременением земель сельскохозяйственного назначения, можно признать недействующим [1, 2, 4, 5, 6, 10]. Лишь в редких случаях собственник земель сельскохозяйственного назначения может рассчитывать на получение разовых компенсационных выплат при прокладке новых линейных объектов или их реконструкции. При этом в условиях отсутствия законодательно утвержденных методик расчета соразмерной платы за обременение земель сельскохозяйственного назначения размер сервитутных платежей зачастую не обеспечивает их соразмерности реальным потерям доходов собственников обремененных земельных участков и их пользователей.

Неразвитость института сервитутных отношений обусловлена несколькими причинами.

Во-первых, приватизация земель сельскохозяйственного назначения и последующая регистрация прав собственности на земельные участки осуществлялась с уже существующими обременениями в условиях правового вакуума в отношении сервитутов.

Во-вторых, одной из сторон сервитутных отношений является собственник земли, который имеет право инициировать оформление сервитута и выплаты сервитутных платежей. Государство, являясь основным собственником земель в РФ, не выступает инициатором оформления сервитутных отношений, по сути, защищая интересы собственников линейных объектов. Кроме того, велика доля земель, находящихся в долевой собственности, что существенно затрудняет персонификацию собственников участков с конкретным обременением.

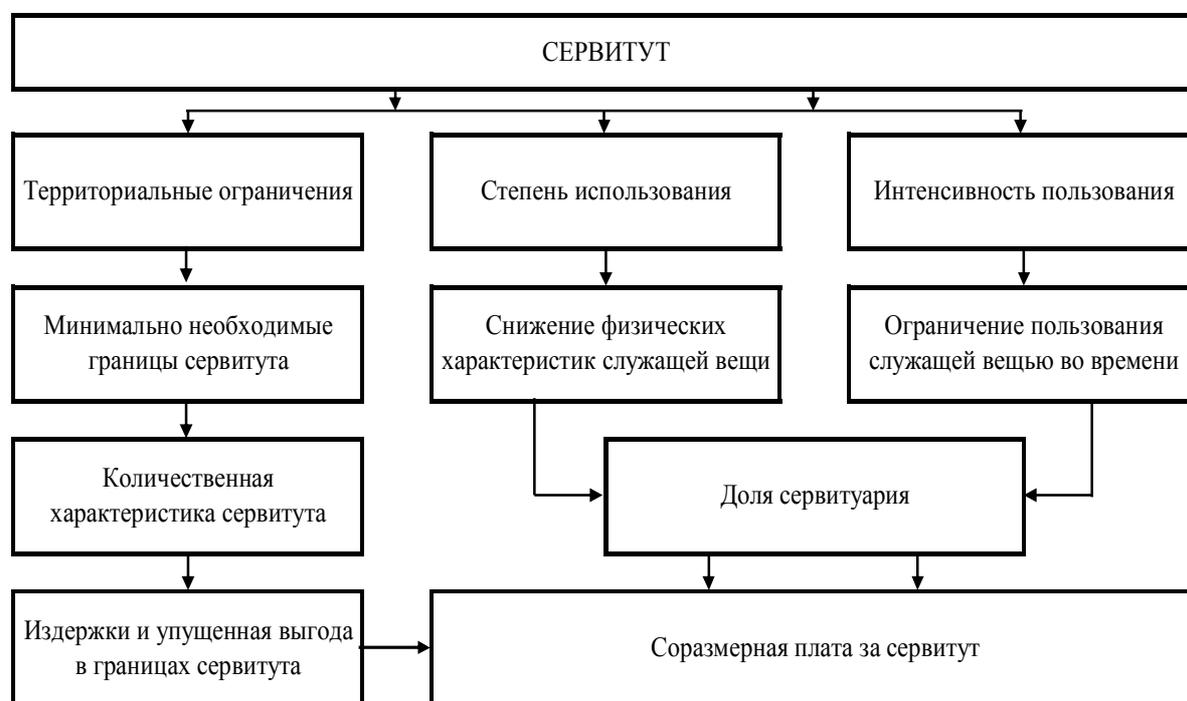
В-третьих, до сих пор продолжает оставаться дискуссионным вопрос о распространении сервитутов на охранные зоны линейных объектов. В хозяйственной практике данная проблема в настоящее время решается индивидуально в каждом конкретном случае в судебном порядке.

В-четвертых, при возведении новых линейных объектов или их модернизации потенциальные сервитуарии предпочитают заключать с собственниками земельных участков, временно выводящихся из хозяйственного оборота, договора краткосрочной аренды, поскольку сервитуты подлежат обязательной государственной регистрации и требуют дополнительных затрат средств и времени на их оформление.

В-пятых, отсутствует единая методика расчета соразмерной платы за сервитут для земель сельскохозяйственного назначения, позволяющая максимально полно учесть специфику использования и воспроизводства земель данной категории. В 2004 г. Федеральной службой земельного кадастра были разработаны Временные методические реко-

мендации по оценке соразмерной платы за сервитут [3], но они не были зарегистрированы Минюстом РФ и не являлись обязательными при рассмотрении вопросов сервитутов в судебном порядке. В 2014 г. в Земельный кодекс РФ была включена статья 39.25, согласно пункту 2 которой размер сервитутных платежей для земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, определялся соответствующим органом государственной власти или органом местного самоуправления. Подзаконными актами размер сервитутных платежей устанавливается, как правило, в размере процентной ставки от кадастровой стоимости конкретных земельных участков в расчете на каждый год действия конкретного сервитута.

Следует отметить, что данный документ оказался недействующим именно из-за нарушения процедуры его легитимизации, а не по причине принятия каких-либо новых нормативно-правовых актов. Вместе с тем совпадающие по содержанию рекомендации, выпущенные под эгидой Российской коллегии оценщиков (РКО), используются в хозяйственной практике отечественных предприятий [9].



**Схема определения соразмерной платы за сервитуты**

В настоящее время для определения размера сервитутных платежей традиционно привлекают независимых оценщиков, использующих различные подходы: подбор парных аналогов (для расчета единовременной платы), оценку размера реального ущерба, величины упущенной выгоды, возможного убытка в случае досрочного прекращения обязательств в отношении третьих лиц, использование фиксированного процента от кадастровой стоимости, определение мультипликатора арендной платы и др.

Следует отметить, что указанные методики расчета соразмерной платы за сервитут применимы для предельных сервитутов, основная функция которых связана с восполнением благ, свойств и удобства, недостающих для господствующих участков, в пользу которых устанавливаются обременения. Собственник земельного участка не должен обогащаться за счет установления сервитута, но все его убытки, а также упущенная выгода должны быть возмещены ему в полном размере.

Е.В. Козлова [8] в качестве ключевых факторов, определяющих величину соразмерной платы за сервитут, предлагает выделять территориальные ограничения, степень и интенсивность использования сервитута (см. рис.).

При этом она исходит из того, что количественная база для расчетов соразмерной платы определяется исходя из наложенных объемно-планировочных обременений, а в качестве основного критерия определения соразмерности величины платы за сервитуты должна использоваться минимизация фактической территории сервитута, то есть его физические границы. Именно в рамках данных границ в последующем и будут определяться степень и интенсивность пользования установленными обременениями.

Сельскохозяйственное производство предполагает использование как продуктивных земель (пашня, естественные кормовые угодья, многолетние насаждения), так и земель других категорий, необходимых для размещения объектов инфраструктуры и удовлетворения потребностей сельского населения. Очевидно, что размер издержек и упущенной выгоды будет существенно различаться от вида использования земельных угодий.

По нашему мнению, для пахотных земель, используемых для ведения сельскохозяйственного производства, размер соразмерной платы за сервитут следует устанавливать с учетом количества линейных объектов, размещенных на пашне, и размера их охранных зон. Размер сервитутного платежа должен определяться исходя из дополнительных затрат, которые будет нести пользователь вследствие наличия того или иного линейного объекта (например, борьба с сорняками, вредителями и болезнями растений, потенциальным рассадником которых являются участки с расположенными на них объектами, снижение производительности сельскохозяйственной техники из-за невозможности осуществления прямолинейного движения и дополнительный расход нефтепродуктов, обусловленный необходимостью дополнительных маневров и т. д.) и уровня потерь доходов, обусловленных снижением урожайности сельскохозяйственных культур в охранных зонах линейных объектов из-за невозможности соблюдения норм высева, внесения минеральных удобрений, использования химических средств защиты растений, снижения качества междурядной обработки и др. из-за необходимости маневрирования вокруг линейных объектов.

На основе экспертных оценок (в роли экспертов выступали 20 специалистов агрономического профиля, работающих в сельскохозяйственных организациях Воронежской области) размер дополнительных затрат, обусловленных наличием объектов электро- и газоснабжения, составил в среднем в расчете на 1 га охранной зоны 2,2%. Согласно Сводному годовому отчету сельскохозяйственных организаций Павловского района Воронежской области за 2017 г. затраты на основное производство по отрасли растениеводства в расчете на 1 га пашни составили 23,7 тыс. руб. В среднем по сельскохозяйственным организациям Воронежской области данный показатель в 2017 г. находился на уровне 20,1 тыс. руб. То есть дополнительные затраты, обусловленные наличием объектов электро- и газоснабжения для условий Павловского района, могут быть оценены на уровне 521,3 руб. на 1 га их охранной зоны.

Растениеводство для сельскохозяйственных организаций Павловского района является устойчиво прибыльной отраслью. В 2017 г. доля прибыли от реализации продукции растениеводства и садоводства (646,1 млн руб.) в объеме валовой прибыли сельскохозяйственных организаций Павловского района составила 86,8%. Уровень рентабельности по реализованной продукции растениеводства и садоводства достиг в 2017 г. 34,9% (табл. 1).

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Таблица 1. Результативность реализации продукции растениеводства и садоводства сельскохозяйственными организациями Павловского района Воронежской области в 2017 г.**

Продукция	Реализовано, ц	Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	Выручка от реализации, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Зерновые и зернобобовые	2 055 752	1 342 194	1 685 951	343 757	25,6
Сахарная свекла	437 114	69 619	112 645	43 026	61,8
Подсолнечник	289 945	342 043	581 050	239 007	69,9
Соя	9616	19 587	19 657	70	0,4
Лен-кудряш	17 016	27 246	27 667	421	1,5
Картофель	11 724	11 478	10 500	-978	-8,5
Плоды	7314	8883	17 345	8462	95,3
Ягоды	1944	14 191	24 717	10 526	74,2
Прочая продукция	х	15 640	17 481	1841	11,8
Всего	х	1 850 881	2 497 013	646 132	34,9

В структуре прибыли от реализации продукции растениеводства и садоводства удельный вес прибыли, полученной от реализации зерна, подсолнечника и сахарной свеклы, в 2017 г. находился на уровне 96,8%. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур, посевы которых будут располагаться в охранных зонах линейных объектов, приведет к сокращению объемов товарной продукции и потере доходов, которые должны быть компенсированы лицами, в чьих интересах было установлено обременение.

Экспертная оценка уровня снижения урожайности сельскохозяйственных культур в охранных зонах линейных объектов по зерновым и зернобобовым составила 13,2%, по подсолнечнику – 21,1, по сахарной свекле – 27,5, по картофелю – 30,1, по сое – 13,2, по льну-кудряшу – 13,0, по кукурузе на силос и зеленый корм – 23,1, по однолетним травам – на 14,0, по многолетним травам – на 7,2%.

Размер среднего уровня потерь доходов сельскохозяйственных производителей от снижения урожайности товарных культур в охранных зонах линейных объектов предлагается определять исходя из фактического уровня урожайности и уровней ожидаемых потерь по отдельным культурам, стоимости недополученной продукции, оцененной в ценах реализации отчетного года, и доли отдельных сельскохозяйственных культур в структуре пашни (табл. 2).

**Таблица 2. Расчет уровня потерь доходов по товарным сельскохозяйственным культурам для условий Павловского района Воронежской области в 2017 г.**

Продукция	Потери урожайности		Стоимость потерь, руб.		Доля в пашне, %	Потери дохода на 1 га пашни, руб.
	%	ц	1 ц	на 1 га посева		
Зерновые и зернобобовые	13,2	5,5	820,1	4509	57,1	2575,4
Сахарная свекла	27,5	120,3	257,7	31 008	1,0	324,0
Подсолнечник	21,1	4,2	2004,0	8504	14,4	1228,7
Соя	13,2	1,7	2044,2	3449	2,0	67,3
Лен-кудряш	13,0	1,6	1625,9	2586	1,5	39,4
Картофель	30,1	77,9	895,6	69 743	0,01	5,1
Всего	х	х	х	х	76,1	4239,8

С учетом сложившейся структуры посевных площадей в сельскохозяйственных организациях Павловского района в 2017 г., цен реализации, достигнутого уровня урожайности и экспертных оценок уровня, за счет снижения урожайности товарных сельскохозяйственных культур в охранных зонах линейных объектов потери дохода составят в среднем 4239,8 руб. на 1 га пашни.

Размер среднего уровня потерь доходов сельскохозяйственных производителей от снижения урожайности кормовых культур в охранных зонах линейных объектов предлагается определять исходя из фактического уровня урожайности и уровней ожидаемых потерь по отдельным культурам, стоимости недополученных кормов, оцененных через среднюю стоимость кормовой единицы в ценах отчетного года, и долей отдельных кормовых культур в структуре пашни (табл. 3).

**Таблица 3. Расчет уровня потерь доходов по кормовым сельскохозяйственным культурам для условий Павловского района Воронежской области в 2017 г.**

Продукция	Потери урожайности		Стоимость потерь, руб.		Доля в пашне, %	Потери дохода на 1 га пашни, руб.
	%	ц	1 ц	на 1 га посева		
Кукуруза на зеленую массу	23,1	13,9	301	4170	5,0	208,6
Однолетние травы	14,0	5,5	301	1643	1,4	23,5
Многолетние травы	7,2	3,7	301	1111	3,8	41,9
Всего	х	х	х	х	10,2	274,0

Уровень потерь в расчете на 1 га пашни для кормовых культур в охранных зонах линейных объектов электро- и газоснабжения по данным за 2017 г. оценивается на уровне 274,0 руб. Таким образом, потери доходов из-за наличия на пахотных землях Павловского района линейных объектов электро- и газоснабжения в расчете на 1 га их охранной зоны оцениваются в 4513,8 руб. (в ценах 2017 г.). Суммарная величина соразмерной платы в расчете на 1 га охранной зоны составит 5035,1 руб., или 0,101% от кадастровой стоимости пашни в среднем по Павловскому району.

По продуктивным многолетним насаждениям, по оценкам экспертов, дополнительные затраты, обусловленные наличием объектов электрогазоснабжения, в условиях Павловского района могут быть оценены на уровне 2903 руб. на 1 га их охранной зоны (1,3% от 223,3 тыс. руб. в среднем на 1 га плодоносящих садов и ягодников в ценах 2017 г.).

Экспертная оценка уровня снижения урожайности семечковых и ягодных культур в охранных зонах линейных объектов составила соответственно 32,0 и 7,0%. Расчет абсолютной величины потерь доходов от снижения урожайности многолетних насаждений в охранных зонах линейных объектов необходимо проводить исходя из достигнутого уровня урожайности садов и ягодников, прогнозируемого уровня снижения урожайности в охранных зонах, цен реализации произведенной продукции и доли отдельных видов плодоносящих насаждений в общей площади садов и ягодников (табл. 4).

**Таблица 4. Расчет уровня потерь доходов по плодоносящим многолетним насаждениям для условий Павловского района Воронежской области в 2017 г.**

Продукция	Потери урожайности		Стоимость потерь, руб.		Доля в многолетних насаждениях, %	Потери дохода на 1 га многолетних насаждений, руб.
	%	ц	1 ц	на 1 га посева		
Семечковые	32,0	33,9	2371	80 441	23,7	19063,4
Ягодники	7,0	3,5	12 715	44 679	8,5	3809,8
Всего плодоносящих насаждений	х	х	х	х	32,2	22873,3

Средний уровень потерь доходов в расчете на 1 га общей площади многолетних насаждений для условий Павловского района в 2017 г. составляла 22,9 тыс. руб., а суммарная величина соразмерной платы в расчете на 1 га охранной зоны многолетних насаждений – 23808,6 руб.

Обременения естественных кормовых угодий, возникающие вследствие расположения на них линейных объектов электро- и газоснабжения, в случае межевания занимаемых ими участков, можно считать несущественными и не ограничивающими их целевого использования. В случае если межевание линейных объектов не произведено, то сервитутарий должен компенсировать собственнику обремененного земельного участка затраты, связанные с уплатой земельного налога.

По данным кадастрового учета общая площадь охранной зоны объектов электро- и газоснабжения, расположенных на территории Павловского района, составляет 2059,3 га, из которых 619,6 га находятся на землях сельскохозяйственного назначения (табл. 5).

**Таблица 5. Площадь охранной зоны линейных объектов электроснабжения в Павловском районе Воронежской области, га**

Объект	Всего земель	Из них сельскохозяйственные угодья				
		всего	в том числе			
			пашня	сенокосы	пастбища	многолетние насаждения
ВЛ-35	194,9	137,1	120,4	11,8	4,0	0,9
ВЛ-10-2	53,0	17,3	16,9	0,4		
Прочие ЛЭП	1811,4	465,5	406,8	29,0	22,1	7,6
Всего	2059,3	619,9	544,1	41,2	26,1	8,5

По данным кадастрового учета.

С учетом площади охранной зоны и величины соразмерной платы по видам сельскохозяйственных угодий общий размер годовой платы за обременение пахотных земель Павловского района линейными объектами электроснабжения составит 3023,4, а многолетних насаждений – 201,4 тыс. руб.

Аналогичные расчеты по объектам газоснабжения провести невозможно, поскольку межевание и установление охранных зон в Павловском районе проведено менее чем по трети таких объектов. В настоящее время охранные зоны установлены лишь по 34 линейным объектам газоснабжения, из которых 7,4 га приходится на пашню, а 1,7 га – на естественные кормовые угодья.

В размер сервитутных платежей также может быть включена компенсация страховых платежей по возмещению потери урожая или затрат на рекультивацию земель на случай ликвидации аварий на линейных объектах.

Размер сервитутных платежей может ежегодно индексироваться с учетом уровня инфляции или иных факторов, определяемых государством.

Определенные сложности возникают с оформлением сервитутных отношений, поскольку в общедолевой и неразграниченной собственности находится 65,6% охранных зон линейных объектов электроснабжения, а еще 5,4% – на землях, относящихся к невостребованным долям (табл. 6).

**Таблица 6. Распределение площадей охранных зон линейных объектов электроснабжения в Павловском районе Воронежской области по видам прав собственности, га**

Вид права собственности	Всего	в том числе			
		пашня	сенокосы	пастбища	многолетние насаждения
Частная собственность	171,3	150,6	4,2	11,5	5,1
Общедолевая собственность	265,5	257,2	7,3	0,9	0,0
Невостребованные доли	33,7	25,5	8,2	0,0	0,0
Муниципальная собственность	8,0	6,3	0,0	1,7	0,0
Неразграниченная собственность	141,4	104,5	21,4	12,0	3,4
Всего	619,9	544,1	41,2	26,1	8,5

По данным кадастрового учета.

Для формирования эффективной системы сервитутных отношений необходимо: завершить разграничение прав собственности на конкретные земельные участки и их постановку на кадастровый учет, межевание линейных объектов и оформление их охранных зон, инициировать заключение договоров о сервитуте продуктивных земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности, утвердить единую методику расчета соразмерной платы за обременение продуктивных земель, используемых для ведения сельскохозяйственного производства, разработать механизм использования сервитутных платежей в целях воспроизводства земель сельскохозяйственного назначения.

### Библиографический список

1. Болкунова Н.Н. Методика расчета сервитутных платежей сельскохозяйственных предприятий / Н.Н. Болкунова // Вестник Аксор. – 2010. – № 3(14). – С. 137–141.
2. Бухтояров Н.И. К вопросу о сущности механизма регулирования земельных отношений / Н.И. Бухтояров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 4(12). – С. 30–39.
3. Временные методические рекомендации по оценке соразмерной платы за сервитут (утв. Росземкадастром 17.03.2004) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/79375> (дата обращения: 20.09.2018).
4. Гребнева А.Е. Земельные сервитуты в отечественном законодательстве: проблемы и перспективы / А.Е. Гребнева // Правовая система России: история и современность : сб. статей Международной науч.-практ. конф., 23 декабря 2017 г., г. Екатеринбург. – Уфа : ООО «ОМЕГА САЙНС», 2017. – С. 66–69.
5. Демидов П. Приоритетные задачи развития системы стратегического управления земельными ресурсами сельского хозяйства / П. Демидов, А. Улезько, В. Реймер // АПК: экономика и управление. – 2018. – № 9. – С. 12–21.
6. Зельднер А.Г. Преодоление деструктивных тенденций в использовании земельных ресурсов / А.Г. Зельднер // Вопросы экономики и права. – 2016. – № 95. – С. 53–57.
7. Земельный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/3998954/> (дата обращения: 20.09.2018).
8. Козлова Е.В. Соразмерная плата за сервитут / Е.В. Козлова // Имущественные отношения в РФ. – 2015. – № 4 (163). – С. 62–67.
9. Мамонтов В.Д. Земельные сервитуты: практика оценки соразмерной платы / В.Д. Мамонтов, В.Ю. Сулягин, Я.Ю. Радюкова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2015. – № 2 (142). – С. 46–54.
10. Щенникова Л.В. Сервитуты в России: законодательство и судебная практика / Л.В. Щенникова // Законодательство. – 2002. – № 4. – С. 34–40; № 5. – С. 31–38.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Николай Иванович Бухтояров – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой конституционного и административного права, ректор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [morjkn@vsau.ru](mailto:morjkn@vsau.ru).

Юлия Юрьевна Юрикова – соискатель кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [yurikowa2014@mail.ru](mailto:yurikowa2014@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 06.10.2018

Дата принятия к печати 26.11.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Nikolay I. Bukhtoiarov – Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of the Department of Constitutional and Administrative Law, Rector, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [morjkn@vsau.ru](mailto:morjkn@vsau.ru).

Yuliya Yu. Yurikova – Candidate Degree-Seeking Student, the Dept. of Land Survey and Landscaping, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [yurikowa2014@mail.ru](mailto:yurikowa2014@mail.ru).

Received October 06, 2018

Accepted November 26, 2018

## АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК ПО УСЛУГАМ В ОБЛАСТИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Элзас Алекпер оглы Садыгов<sup>1</sup>  
Сергей Викторович Саприн<sup>2</sup>  
Юлия Александровна Рахманова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

<sup>2</sup>Ухтинский государственный технический университет

Система государственных и муниципальных закупок в Российской Федерации введена относительно недавно. Результаты ее функционирования весьма различаются как по сферам предоставления услуг, так и по регионам страны. Актуальным на сегодняшний день является выявление проблем и недостатков системы. Представлены результаты исследования государственных закупок, касающихся услуг в области землеустройства и кадастровой деятельности на примере Воронежской области. Целью данного исследования являлся анализ количества и объема закупок в рассматриваемой сфере на уровне страны, федерального округа и региона, определение крупнейших потребителей и поставщиков услуг в области землеустройства и кадастровой деятельности для Воронежской области. В качестве исходных данных использовалась информация Единой информационной системы в сфере государственных закупок. Установлено, что на Центральный федеральный округ приходится существенная (около трети) доля объема государственных закупок в области землеустройства и кадастров. Воронежская область занимает небольшую (в среднем 1,1% по ЦФО и 0,35% по стране) долю объема рассматриваемых услуг. Проблемой поставщиков услуг является высокий процент снижения цены на услуги в области землеустройства и кадастров, для Воронежской области этот показатель составил 46,07%. Для кадастровых услуг в Воронежской области существует проблема недостатка (либо малой конкурентоспособности) собственных региональных поставщиков. Крупнейшим заказчиком услуг в области землеустройства и кадастров по объему закупок является Департамент имущественных и земельных отношений Воронежской области (34,30%). Крупнейший поставщик услуг для Воронежской области – АО «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ» (28,64%).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: государственные закупки, землеустройство, кадастровая деятельность, единая информационная система в сфере госзакупок, Воронежская область.

## THE ANALYSIS OF GOVERNMENT PROCUREMENT OF SERVICES IN THE FIELD OF LAND MANAGEMENT AND CADASTRES ON THE EXAMPLE OF VORONEZH OBLAST

Elzas A.o Sadygov<sup>1</sup>  
Sergey V. Saprin<sup>2</sup>  
Yuliya A. Rakhmanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

<sup>2</sup>Ukhta State Technical University

The system of government and municipal procurement in the Russian Federation has been introduced relatively recently. The results of its operation vary significantly both by the fields of provision of services and by the regions of the country. At present it is important to identify the problems and disadvantages of the system. The authors present the results of research on government procurement related to services in the field of land management and cadastral activities on the example of Voronezh Oblast. The objective of this research was to analyze the number and volume of procurement in the studied field at the level of the country, federal district and region, and to determine the largest consumers and service providers in the field of land management and cadastral activities in Voronezh Oblast. The information obtained from the Unified Information System in the field of government procurement was used as the source data. It was established that the Central Federal District accounts for a substantial (about one third) share in the volume of government procurement in the field of land management and cadastral activities. The share of Voronezh Oblast in the volume of services under consideration is small (1.1% on average in the Central Federal District and 0.35% in the country). The problem of service providers is a high percentage of reduction in the price of services in

the field of land management and cadastre; for Voronezh Oblast this figure amounted to 46.07%. For cadastral services in Voronezh Oblast there is a problem of lack (or low competitiveness) of local suppliers. The largest customer in the field of land management and cadastres in terms of procurement volume is the Department of Property and Land Relations of Voronezh Oblast (34.30%), and the largest provider of services for Voronezh Oblast is the AO «Rostekhinventarizatsiya – Federal Technical Inventory Bureau» (28.64%).

KEYWORDS: government procurement, land management, cadastral activities, unified information system in the field of government procurement, Voronezh Oblast.

**Ф**едеральный закон № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [8], сменивший Федеральный закон № 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд» [9], действует в нашей стране с 1 января 2014 года и регулирует систему муниципальных и государственных закупок.

Введение контрактной системы в сферу закупок позволило увеличить государственную поддержку различных отраслей экономики, а также посредством применения данной процедуры существенно увеличить экономию бюджетных средств [2, 3].

Рассмотрим более подробно место землеустроительных и кадастровых работ в единой информационной системе в сфере закупок (ЕИС) [5]. В настоящее время для классификации продукции в вышеназванной системе используется код ОКПД2 (Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности), утвержденный Приказом Росстандарта от 31.01.2014 №14-ст [6].

Согласно данному классификатору к землеустроительной и кадастровой деятельности относятся:

Раздел М: Услуги, связанные с научной, инженерно-технической и профессиональной деятельностью;

71: Услуги в области архитектуры и инженерно-технического проектирования, технических испытаний, исследований и анализа;

71.12: Услуги в области инженерно-технического проектирования и связанные технические консультативные услуги;

71.12.34: Услуги по изучению земной поверхности;

71.12.34.110: Услуги в области землеустройства.

71.12.35: Услуги в области картографии;

71.12.35.110: Услуги в области кадастровой деятельности.

Дальнейшие статистические данные будут приводиться в соответствии с рассмотренной классификацией.

Согласно базам данных ЕИС по 44/94 ФЗ, ЕИС по 223 ФЗ закупки по указанным направлениям проводятся с 2016 г. (см. табл.).

**Данные по государственным закупкам ЕИС по 44/94 ФЗ и 223 ФЗ по услугам в области землеустройства и кадастров\***

Период	Количество закупок	% от предыдущего уровня	Объем закупок, руб.	% от предыдущего уровня
Российская Федерация				
2016 г.	6750		14068781416,60	
2017 г.	8726		11554086644,01	
2018 г. **	7828		14068781416,60	
Центральный федеральный округ				
2016 г.	1614	23,91	4521978983,36	32,14
2017 г.	2196	25,17	4143115776,19	35,86
2018 г. **	1881	24,03	3767457837,10	26,78
Воронежская область				
2016 г.	31	1,92	10821131,37	0,24
2017 г.	56	2,55	72067266,11	1,74
2018 г. **	55	2,92	49680881,26	1,32

Примечание: \* – включая нереализованные закупки; \*\* – данные за 2018 приведены до сентября включительно.

Из данных, приведенных в таблице, видно, что доля Центрального федерального округа в общем объеме закупок по услугам в области землеустройства и кадастров по стране составляет в среднем около 32% [1]. Доля Воронежской области составляет чуть более 1% от объемов закупок, приходящихся на Центральный федеральный округ, и 0,35% закупок в целом по стране. Количество контрактов по рассматриваемым направлениям по Воронежской области составило в среднем 2,5% от количества контрактов, приходящихся на Центральный федеральный округ, и 0,6% от общего количества в целом по стране.

Для Воронежской области крупнейшим заказчиком услуг в области землеустройства и кадастров по объему закупок является Департамент имущественных и земельных отношений Воронежской области: на его долю приходится 34,30% всех контрактов (рис. 1).



Рис. 1. Крупнейшие заказчики услуг в области землеустройства и кадастров по Воронежской области

Среди крупных заказчиков также можно выделить Управление имущественных и земельных отношений администрации городского округа г. Воронеж (УИЗО АГО г. Воронеж) – 9,60%, ОАО «Газпром газораспределение Воронеж» – 9,19, ФКУ «Черноземуправтодор» – 8,99, ОАО «РЖД» – 8,08, Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области – 7,00% [4].

Крупнейшими поставщиками услуг для Воронежской области являются АО «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ», г. Москва (28,64%), АО «Лимб», г. Санкт-Петербург (9,09%), ООО «Газстрой Северо-Запад», г. Санкт-Петербург (8,44%) (рис. 2). При этом более 25% объема контрактов выполнены поставщиками, имеющими долю менее 2%, что говорит о высоком уровне конкуренции и отсутствии монополии.

Добавим, что крупные поставщики кадастровых услуг относятся к другим регионам, таким как Москва, Санкт-Петербург, Ставропольский и Краснодарский край, Республики Татарстан, Дагестан, Чечня, Ростовская, Вологодская и Иркутская области. Среди региональных поставщиков услуг в области кадастров, вошедших в сотню крупнейших, можно отметить ООО НПП «Компьютерные технологии» и ООО НПП «ГеоГИС» [10].

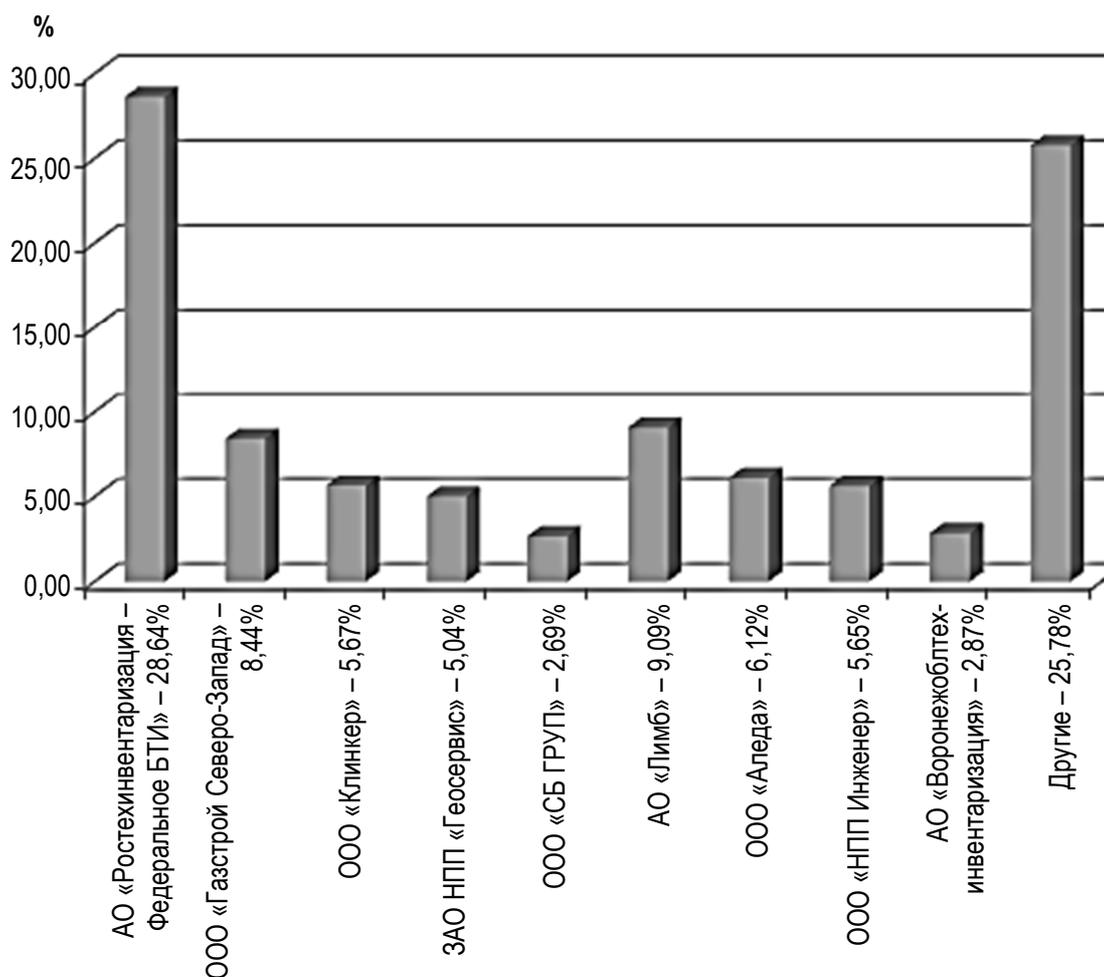


Рис. 2. Крупнейшие поставщики услуг в области землеустройства и кадастров для Воронежской области

Одной из существенных проблем для поставщиков услуг является значительное снижение цены контракта. По данным Единой информационной системы в сфере закупок, для Воронежской области за период сбора статистических данных среднее снижение цены составило 46,07% [5]. Этот показатель в среднем по стране для данного вида услуг составляет 38,28% [7].

Анализируя полученные в исследовании данные, можно сделать вывод о том, что на Центральный федеральный округ приходится существенная (около трети) доля объема государственных закупок в области землеустройства и кадастров.

Воронежская область занимает небольшую (в среднем 1,1% по Центральному федеральному округу) долю объема рассматриваемых услуг.

Для кадастровых услуг в Воронежской области существует проблема недостатка (либо малой конкурентоспособности) собственных региональных поставщиков.

#### Библиографический список

1. Государственные закупки: направления развития. Обзор международных практик и анализ ситуации в Российской Федерации: учебник / сост. Е. Абрамова, Б. Ткаченко. – Москва: Сектор, 2015. – 124 с.
2. Назаров М.В. Роль и место государственных заказчиков в стратегическом управлении государственными закупками Российской Федерации / М.В. Назаров // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2014. – № 1 (1). – С. 78–79.

3. Маркелов К.Б. Вопросы соотношения правовых норм, регулирующих государственные и муниципальные закупки и государственные (местные) расходы / К.Б. Маркелов // Финансовое право. – 2011. – № 2. – С. 4–8.

4. Официальный сайт Департамента имущественных и земельных отношений Воронежской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dizovo.ru/> (дата обращения: 24.09.2018).

5. Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 24.09.2018).

6. Приказ Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст (ред. от 16.10.2018) «О принятии и введении в действие Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД2) ОК 029-2014 (КДЕС ред. 2) и Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163268/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163268/) (дата обращения: 24.09.2018).

7. Саприн С.В. Проблема снижения цен государственных закупок (44/94 Ф3 и 223 Ф3) на услуги в области землеустройства и кадастровой деятельности / С.В. Саприн, Э.А. Садыгов, Н.С. Ковалев // Кадастровое и эколого-ландшафтное обеспечение землеустройства в современных условиях : материалы международной науч.-практ. конф. факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, г. Воронеж, 20 апреля 2018 г. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 216–219.

8. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144624/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144624/) (дата обращения: 24.09.2018).

9. Федеральный закон от 21.07.2005 № 94-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_54598/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54598/) (дата обращения: 24.09.2018).

10. Харитонов А.А. Результативность объединения кадастрового учета объектов недвижимости и регистрации прав на них / А.А. Харитонов // Кадастровое и эколого-ландшафтное обеспечение землеустройства в современных условиях : материалы международной науч.-практ. конф. факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, г. Воронеж, 20 апреля 2018 г. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – С. 250–256.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Элзас Алекпер оглы Садыгов – кандидат экономических наук, доцент кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kadastr@landman.vsau.ru](mailto:kadastr@landman.vsau.ru).

Сергей Викторович Саприн – кандидат географических наук, доцент кафедры экологии, землеустройства и природопользования ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Россия, г. Ухта, e-mail: [vdudnikov@ugtu.net](mailto:vdudnikov@ugtu.net).

Юлия Александровна Рахманова – ассистент кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [laktionova.iuliia@mail.ru](mailto:laktionova.iuliia@mail.ru).

Дата поступления в редакцию 12.11.2018

Дата принятия к печати 10.12.2018

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elzas A.o Sadygov – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [kadastr@landman.vsau.ru](mailto:kadastr@landman.vsau.ru).

Sergey V. Saprin – Candidate of Geographical Sciences, Docent, the Dept. of Ecology, Land Survey and Environmental Management, Ukhta State Technical University, Russia, Ukhta, e-mail: [vdudnikov@ugtu.net](mailto:vdudnikov@ugtu.net).

Yuliya A. Rakhmanova – Assistant, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [laktionova.iuliia@mail.ru](mailto:laktionova.iuliia@mail.ru).

Received November 12, 2018

Accepted December 10, 2018

## ПРОБЛЕМА ФРАГМЕНТАРНОСТИ СВЕДЕНИЙ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ О ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ

Наталья Викторовна Ершова  
Александр Александрович Харитонов  
Сергей Сергеевич Викин

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Основным информационным инструментом системы управления земельными ресурсами на всех административных уровнях является единый государственный реестр недвижимости, который пришел на смену существовавшему ранее государственному кадастру недвижимости. Реестр, как информационная оболочка, содержит в себе актуальные сведения об учтенных объектах недвижимости, о зарегистрированных на такие объекты правах и основаниях их возникновения, о правообладателях, а также иные установленные в соответствии с федеральным законом сведения. Главным принципиальным определением в управлении земельными ресурсами является понятие «учтенные объекты недвижимости». Учтенными в кадастре недвижимости принято считать те объекты недвижимости, которые прошли процедуру государственного кадастрового учета. Основные и дополнительные сведения о таких объектах внесены в кадастр недвижимости и представляют собой сведения о виде разрешенного использования, кадастровой стоимости, категории земель. Основными сведениями считаются идентификаторы объектов недвижимости – кадастровый номер и местоположение границ объекта. Земельные участки, местоположение границ которых на местности не устанавливалось или устанавливалось таким образом, что не позволяет определить их местоположение с достаточной точностью, невозможно идентифицировать, а соответственно, обеспечить эффективную систему управления такими объектами. Это актуализирует проблему фрагментарности сведений в реестре недвижимости. Подобные проблемы влекут за собой ошибки при расчете земельного налога и арендных платежей. Современный этап развития законодательной базы страны позволяет актуализировать информацию о земельных участках за счет средств федерального бюджета только в некоторых регионах. Поэтому авторы обосновывают необходимость софинансирования процедуры государственного кадастрового учета на территории субъектов РФ муниципальными органами власти данных субъектов РФ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кадастр недвижимости, кадастровый учет, категории земель, кадастровые работы, местоположение границ, актуализация информации.

## THE PROBLEM OF FRAGMENTARY INFORMATION ON LAND PLOTS OF VARIOUS CATEGORIES IN THE REAL ESTATE CADASTRE

Natalia V. Ershova  
Aleksandr A. Kharitonov  
Sergei S. Vikin

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The main information tool of the land management system at all administrative levels is the unified state register of real estate, which replaced the previously existing state real estate cadastre. As an information shell, the register contains the relevant information about the registered real estate objects, the rights registered for such objects and the grounds for their origin, the proprietors, and other information in accordance with the federal law. The main fundamental definition for land management is the concept of registered real estate objects. In the real estate cadastre the registered real estate objects are those that have undergone the procedure of state cadastral registration. The basic and additional data about such objects is included in the real estate cadastre and represents the information on the type of permitted use, cadastral value, and category of land. The basic data is the identifiers of real estate objects, i.e. cadastral number and the boundary layout of the object. If the boundary layout was not established or was established in such a way that it is impossible to determine its location with sufficient accuracy, then such land plots cannot be identified, and thus it is impossible to ensure an effective

system for managing such objects. This actualizes the problem of fragmentation of information in the real estate register. Such problems entail errors in the calculation of land tax and rental payments. The current stage of development of the country's legislative base allows updating the information on land plots at the expenses of the federal budget, but only in some regions. Therefore, the authors substantiate the need for co-funding of the state cadastral registration procedure in the territorial entities of the Russian Federation by the municipal authorities of these entities.

KEYWORDS: real estate cadastre, cadastral registration, land categories, cadastral activities.

**С**оздание и функционирование единой федеральной системы государственной регистрации недвижимости относятся к разряду сложных и разноплановых задач. Современное понимание реестра недвижимости отражено в федеральном законе «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ [11]. Одной из важнейших функций государственной кадастровой системы является информационная, она призвана обеспечивать регулирование отношений в сфере недвижимости в целом. Кроме этого, система должна обеспечивать учетную и фискальную функции.

Система данных кадастра недвижимости, создаваемая в Российской Федерации, должна соответствовать набору определенных принципов, таких как достоверность, избыточность, полнота, точность сведений и др. Поскольку кадастровые данные непосредственно используются при разработке и принятии решений управления земельными ресурсами, никакое последующее административное действие не сможет исправить проблему недостоверности и неполноты исходной информации.

В настоящее время фиксируются определенные противоречия между потребностями заказчиков кадастровой информации и правовой базой, регулирующей земельные отношения. Поэтому в Российской Федерации в настоящее время происходят преобразования в сфере кадастра с целью повышения его эффективности. С ростом требований к качеству результатов кадастровых работ совершенствуются организационная структура кадастра, технология и средства выполнения кадастровых работ, способы получения информации, изменяется содержание документации и способы ее хранения, способы и средства передачи информации [8]. Наряду с положительными тенденциями преобразований, интеграции зарубежного опыта все еще не решен целый ряд проблем.

Согласно научно-техническим и практическим публикациям [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 16], одной из главных проблем единого государственного реестра недвижимости является его незавершенность, которая, в первую очередь, обусловлена заявительным принципом ведения реестра недвижимости. Общее количество неучтенных объектов недвижимости до сих пор остается неизвестным.

Земельный участок не имеет установленных границ в двух случаях. В первом случае участки, в соответствии с заявительным принципом, вообще не проходили процедуру государственного кадастрового учета. То есть определить местоположение земельных участков не представляется возможным, поскольку реестр объектов недвижимости не содержит каких-либо сведений о них. Во втором случае речь идет о ранее учтенных земельных участках, участках, которые прошли процедуру кадастрового учета, при этом их местоположение (координаты границ) не устанавливались или были установлены таким способом, который не позволяет идентифицировать их на местности с достаточной точностью [18]. В связи с этим возникает еще одна проблема современного реестра недвижимости – проблема фрагментарности данных ранее учтенных земельных участков, в частности отсутствие данных о местоположении.

Первичным и главным объектом реестра недвижимости справедливо считается земельный участок. В соответствии со ст. 7 «Состав земель в Российской Федерации» Земельного кодекса Российской Федерации (ЗК РФ) земли по целевому назначению подразделяются на категории: сельскохозяйственного назначения; населенных пунктов; промышленного и иного специального назначения; особо охраняемых территорий и объектов; лесного фонда (ГЛФ); водного фонда; запаса [7]. Поэтому в представленном

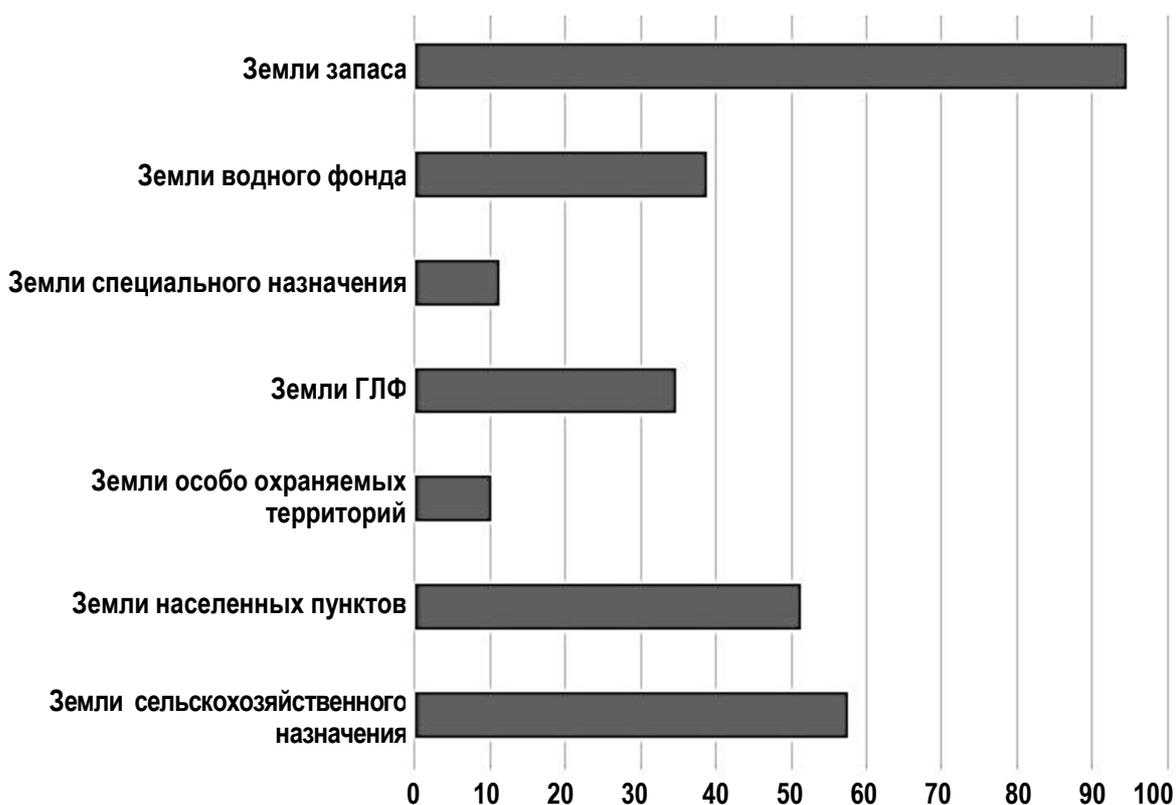
исследовании авторы рассматривают земельные участки в разрезе категорий земель, местоположение границ которых не установлено, в Воронежской области в сравнении с Центральным федеральным округом и Российской Федерацией в целом.

Цель работы заключается в установлении количества земельных участков в разрезе категорий земель, местоположение границ которых не установлено, в Воронежской области, Центральном федеральном округе и Российской Федерации, для выявления масштаба проблемы фрагментарности данных кадастра недвижимости.

В исследовании использован метод статистического анализа, основанный на фактических данных отчетов Росреестра о состоянии кадастра недвижимости в 2018 г.

Фрагментарность сведений об учтенных земельных участках в реестре недвижимости, как уже было сказано ранее, является существенным недостатком, требующим дополнительного выявления сведений об объектах недвижимости.

В статистике Росреестра [17] представлены сведения о земельных участках в разрезе категорий земель, поставленных на учет и внесенных как ранее учтенные на 01.01.2018 г. В целом по Воронежской области было выявлено следующее положение дел (рис. 1).

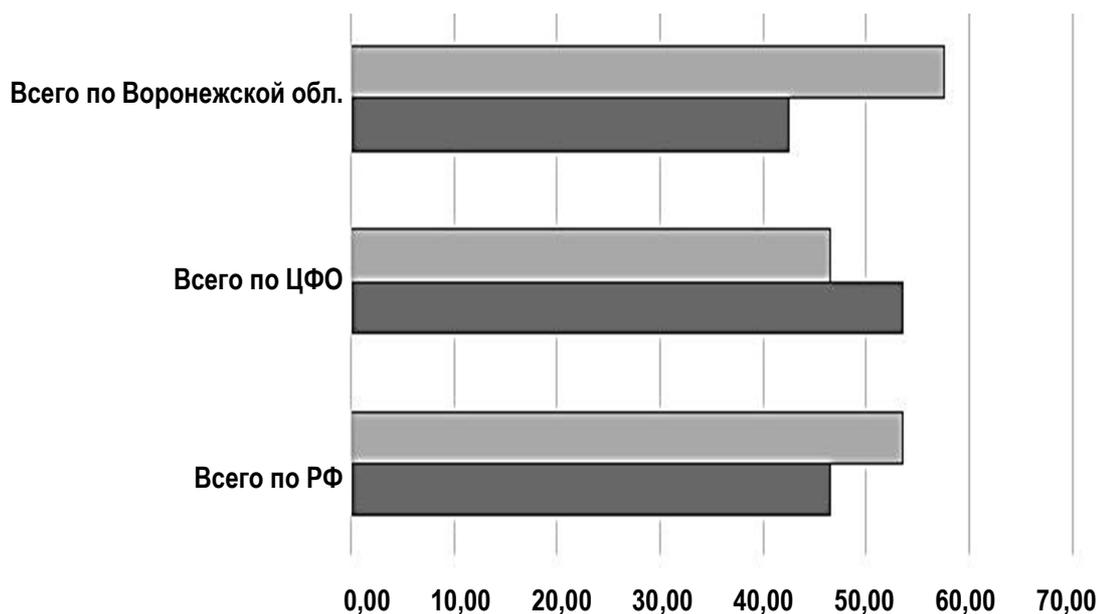


**Рис. 1. Земельные участки, поставленные на кадастровый учет, местоположение границ которых не установлено в разрезе категорий земель по Воронежской области, %**

На основании данных, приведенных на рисунке 1, можно говорить о том, что больше всего земельных участков, поставленных на учет с нарушениями в установлении границ, наблюдается в категории земель запаса, также высокие показатели отмечены и в категории земель населенных пунктов и земель сельскохозяйственного назначения.

Рассмотрим отдельно количество земельных участков с неустановленным местоположением в разрезе всех категорий по Воронежской области и сравним эти показатели с аналогичными по Центральному федеральному округу и Российской Федерации в целом.

На рисунке 2 представлены сведения по земельным участкам категории «земли сельскохозяйственного назначения». Следует отметить, что на 01.01.2018 г. площадь земель данной категории в Воронежской области составила 4188,2 тыс. га, или 80,2% от общей площади всех земель региона.



	Всего по РФ	Всего по ЦФО	Всего по Воронежской обл.
□ – земельные участки, местоположение границ которых не установлено	53,48	46,53	57,51
■ – земельные участки, местоположение границ которых установлено	46,52	53,47	42,49

Рис. 2. Сведения по земельным участкам категории «земли сельскохозяйственного назначения», %

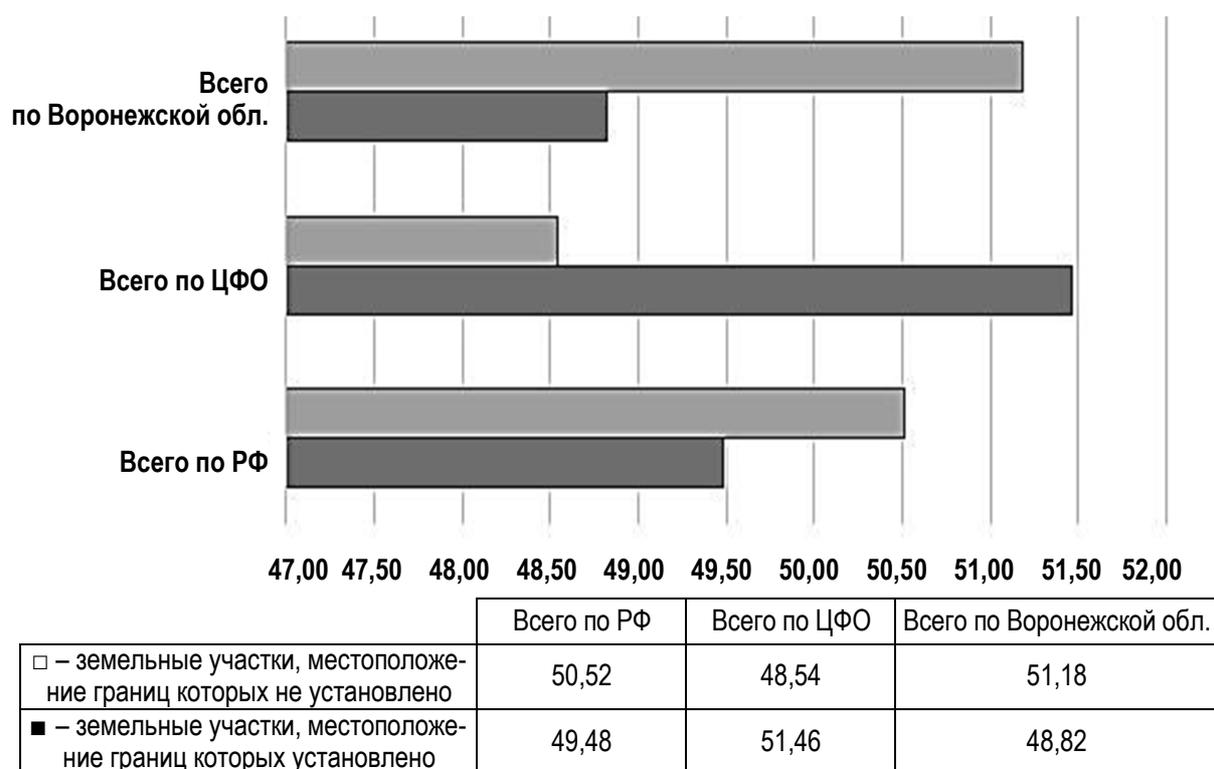
В целом по Российской Федерации из земель сельскохозяйственного назначения 53,48% составляют земельные участки, местоположение границ которых не установлено, участков, границы которых установлены, на 6,96% меньше. В Воронежской области положение дел с данной категорией земель обстоит также не лучшим образом: 57,51% составляют участки, местоположение границ которых не установлено, и 42,49% – участки, местоположение границ которых установлено. В целом по ЦФО складывается такая же картина.

На рисунке 3 представлены сведения в целом по земельным участкам категории «земли населенных пунктов». В Воронежской области площадь таких земель составляет 467 тыс. га, или 8,9% от общей площади. Отметим, что основным источником пополнения местного бюджета являются земельные платежи за участки именно этой категории.

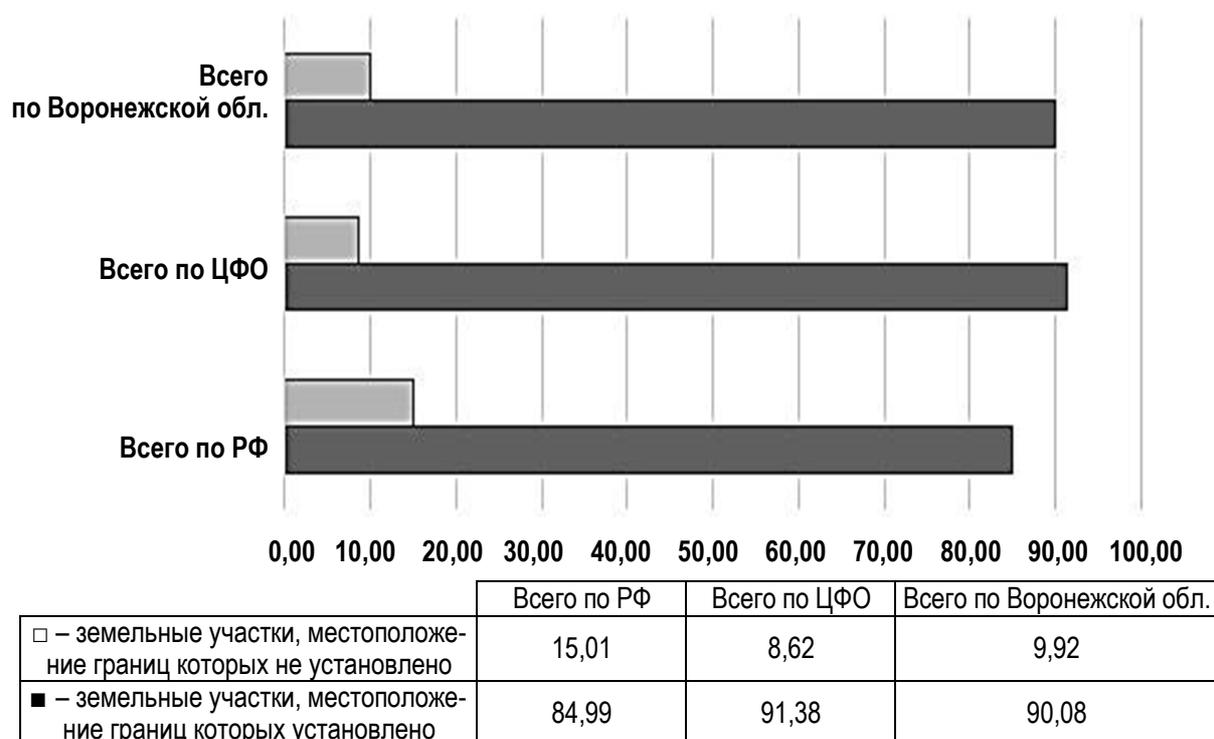
Ситуация по ЦФО не отражает картину, которая складывается по Российской Федерации и по Воронежской области в частности. Из поставленных на кадастровый учет земельных участков населенных пунктов 51,18% земельных участков Воронежской области стоит в реестре недвижимости без координат. В целом по Российской Федерации доля таких земельных участков составляет 50,52%.

На рисунке 4 представлены сведения по земельным участкам категории «земли особо охраняемых территорий». В Воронежской области площадь таких земель составляет всего 35 тыс. га, или 0,6% от общей площади. По землям особо охраняемых территорий, на фоне рассмотренных выше категорий, складывается довольно благоприятная

ситуация. Всего по РФ поставлены на кадастровый учет в установленных границах 84,99% земельных участков, по ЦФО – 91,38%, по Воронежской области – 90,08%, доля земельных участков, границы которых не установлены, составляет 8,62–15,01%.



**Рис. 3. Сведения по земельным участкам категории «земли населенных пунктов», %**



**Рис. 4. Сведения по земельным участкам категории «земли особо охраняемых территорий», %**

На рисунке 5 представлены сведения по земельным участкам категории «земли лесного фонда». В Воронежской области таких земель всего 35 тыс. га, или 0,6 % от общей площади. По землям лесного фонда в Воронежской области ситуация в целом выглядит гораздо лучше, чем по Российской Федерации и ЦФО в целом. На кадастровый учет с установленным местоположением поставлено 65,65% всех земельных участков, по Российской Федерации этот показатель составляет всего 22,94%.

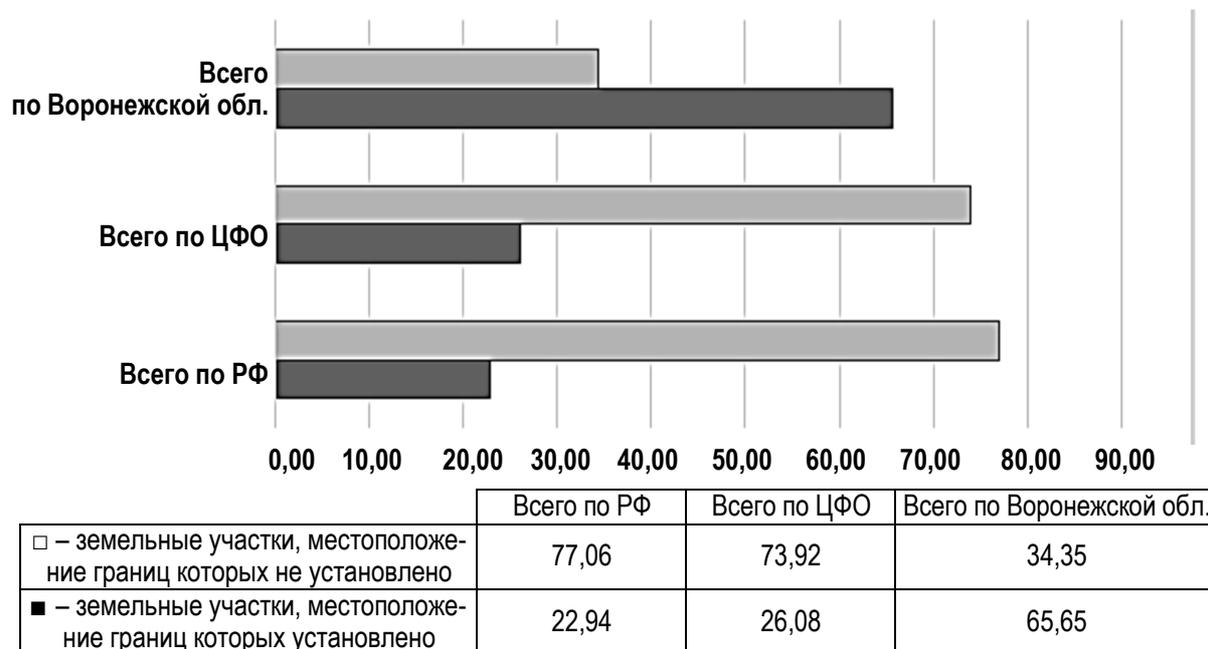


Рис. 5. Сведения по земельным участкам категории «земли лесного фонда», %

На рисунке 6 представлены сведения по земельным участкам категории «земли специального назначения». Это земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения. В Воронежской области площадь таких земель составляет всего 68,9 тыс. га, или 1,3% от общей площади.

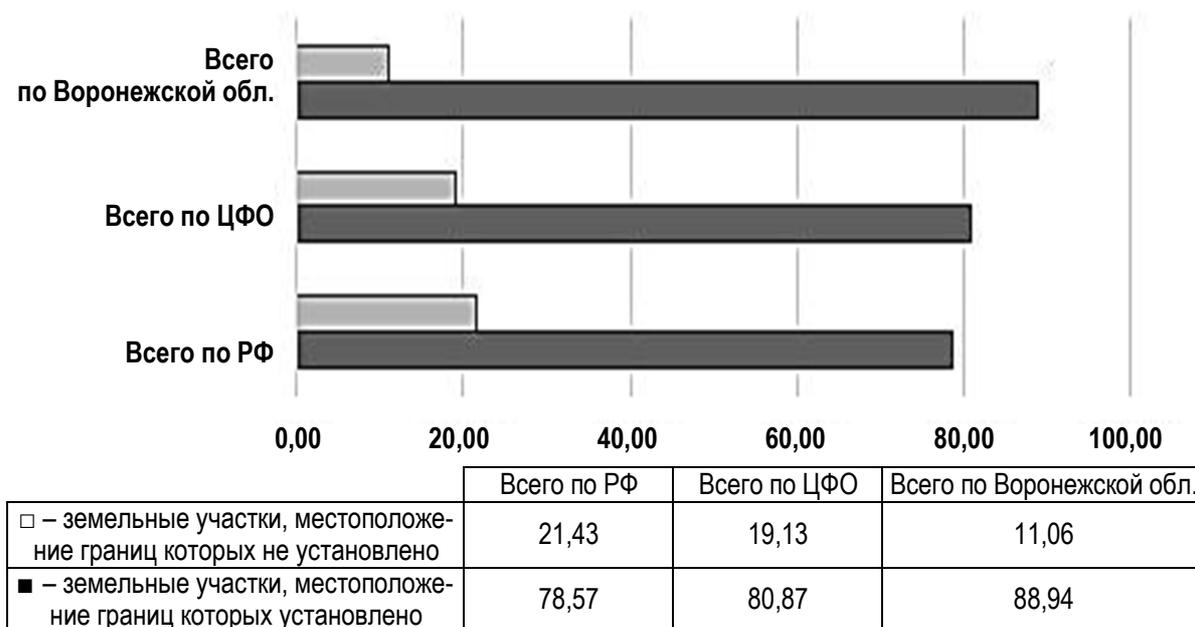


Рис. 6. Сведения по земельным участкам категории «земли специального назначения», %

Как следует из данных, приведенных на рисунке 6, в Воронежской области 88,94% всех учтенных участков земель специального назначения поставлено на учет в кадастре недвижимости с координатами, в целом по ЦФО и РФ этот показатель ниже и составляет соответственно 80,87% и 78,57%.

На рисунке 7 представлены сведения по земельным участкам категории «земли запаса». К землям запаса относятся земли, находящиеся в государственной или муниципальной собственности и не предоставленные гражданам или юридическим лицам. Чтобы начать использование таких участков, необходимо перевести их в известные категории. В Воронежской области площадь таких земель всего 15,9 тыс. га, или 0,3% от общей площади.

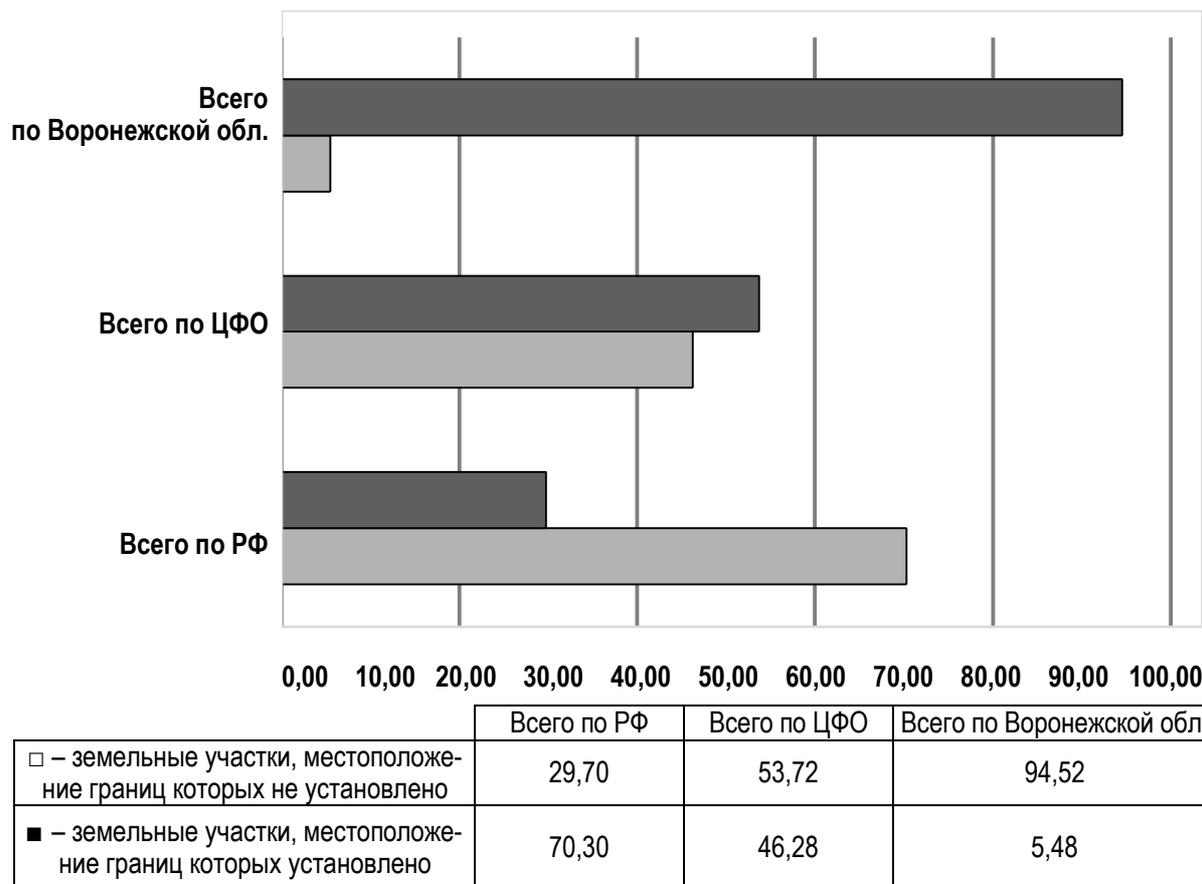


Рис. 7. Сведения по земельным участкам категории «земли запаса», %

Как следует из данных, приведенных на рисунке 7, в Воронежской области земельные участки категории «земли запаса» поставлены на учет в установленных границах всего в 5,48% случаев, хотя в целом по Российской Федерации этот показатель составляет 70,30%. По ЦФО насчитывается 53,72% земельных участков, границы которых не установлены надлежащим образом.

На рисунке 8 представлены сведения по земельным участкам категории «земли водного фонда». В Воронежской области такие земли занимают всего 12,2 тыс. га, или 0,2% от общей площади.

Как следует из данных, приведенных на рисунке 8, в Воронежской области поставлены на кадастровый учет в установленных границах 61,40% земель категории «земли водного фонда», по ЦФО – 61,78%, а в целом по Российской Федерации этот показатель составляет всего 36,03%.

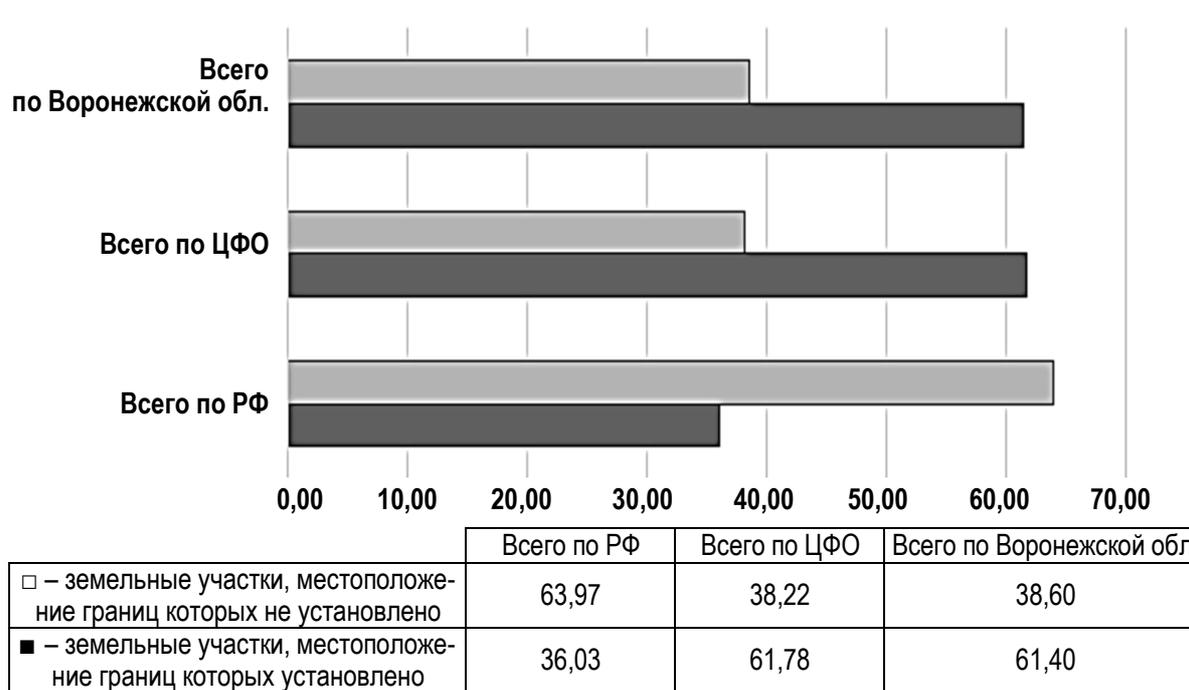


Рис. 8. Сведения по земельным участкам категории «земли водного фонда», %

### Выводы

В целом проведенное исследование наглядно показывает состояние кадастрового учета в Воронежской области в разрезе категорий земель и доказывает сделанное нами ранее утверждение о фрагментарности кадастра.

По данным анализа сведений кадастрового учета можно отметить, что проблема неустановленных границ земельных участков характерна не только для Воронежской области, но и в целом для Российской Федерации.

В плане мероприятий («дорожной карте») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним», утвержденном распоряжением Правительства Российской Федерации от 01.12.2012 № 2236-р, контрольным сроком завершения кадастровых работ по уточнению границ земельных участков в массовом порядке и внесения всех необходимых сведений в ЕГРН определен март 2018 года [14]. Официально открытые данные Росреестра однозначно свидетельствуют о недостижимости вышеуказанного результата в указанный срок. Поскольку кадастр недвижимости ведется в Российской Федерации на основании заявительного принципа, в реестре объектов недвижимости и до настоящего времени содержатся неполные и неточные сведения о значительном количестве земельных участков.

Основная цель подведомственного органа в вопросах регулирования кадастрового учета заключается в том, чтобы к концу 2021 г. поставить на учет в реестре недвижимости 80% земельных участков с границами, установленными в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации (по отношению ко всем, учтенным в реестре), а в ближайшей перспективе – 100%. Для достижения установленных показателей должны быть организованы и выполнены значительные объемы кадастровых работ [12].

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.01.2017 № 147-р [15] утверждены целевые модели упрощения процедур ведения бизнеса и повышения инвестиционной привлекательности субъектов Российской Федерации. Ответственными за реализацию мероприятия являются Минэкономразвития России, Росреестр и ор-

ганы местного самоуправления. В отсутствие активных действий со стороны ответственных лиц перспективные показатели с большой долей вероятности также не будут достигнуты в установленные сроки.

Существенным недостатком государственных мероприятий является ограниченный круг регионов, на территории которых планируется проведение комплексных кадастровых работ и уточнение границ земельных участков, находящихся в федеральной собственности, за счет средств федерального бюджета [3]. Отмеченное обстоятельство не позволит финансировать данные работы за счет федерального бюджета такому сегменту земельных отношений, как земли, находящиеся в частной собственности граждан, что в целом отрицательно скажется на полноте информационного банка данных реестра недвижимости. Разработка системы софинансирования комплексных кадастровых работ отдельными субъектами РФ является необходимым шагом в решении данной проблемы.

---

**Библиографический список**

1. Антонович К.М. Некоторые вопросы ведения кадастра в России / К.М. Антонович, В.Н. Ключниченко // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 103–107.
2. Бурмакина Н.И. Актуальные проблемы в сфере реализации кадастровых отношений и возможные пути их решения / Н.И. Бурмакина // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2015. – № 1 (160). – С. 6–20.
3. 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.
4. Бухтояров Н.И. Развитие системы земельных отношений в аграрной сфере : монография / Н.И. Бухтояров, А.О. Пашута, М.П. Солодовникова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 190 с.
5. Бухтояров Н.И. Тенденции развития земельной собственности в системе земельных отношений / Н.И. Бухтояров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 257–264.
6. Варламов А.А. Проблемы развития кадастровых систем в Российской Федерации / А.А. Варламов, Л.А. Гатауллина. – 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.center-bereg.ru/i72.html> (дата обращения: 17.09.2018).
7. Земельный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 31.12.2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 17.09.2018).
8. Колбнева Е.Ю. Совершенствование технологии внесения сведений об объектах недвижимого имущества в государственный кадастр недвижимости / Е.Ю. Колбнева, Н.В. Ершова, О.В. Гвоздева // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2016. – № 4 (135). – С. 52–55.

9. Колбнева Е.Ю. Типизация проблемных объектов для целей корректировки существующей технологии кадастрового учета (на примере Липецкой области) / Е.Ю. Колбнева, Н.В. Ершова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2016. – № 5 (136). – С. 60–62.
10. Митрофанова Н.О. Методика выявления неучтенных объектов недвижимости при выполнении комплексных кадастровых работ / Н.О. Митрофанова, С.Р. Горобцов // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 155–160.
11. О государственной регистрации недвижимости: федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 03.07.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661) (дата обращения: 17.09.2018).
12. О кадастровой деятельности: федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 03.07.2016 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_70088](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088) (дата обращения: 17.09.2018).
13. Погребная Н.А. Кадастровая деятельность на современном этапе / Н.А. Погребная // SCIENCE TIME. – 2016. – № 12. – С. 509–512.
14. Распоряжение Правительства РФ от 1 декабря 2012 г. № 2236-р «О плане мероприятий («дорожная карта») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» (с изменениями и дополнениями)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70274800/#ixzz5asB1ir4A> (дата обращения: 17.09.2018).
15. Распоряжение Правительства РФ от 31.01.2017 № 147-р (ред. от 16.06.2018) «О целевых мерах упрощения процедур ведения бизнеса и повышения инвестиционной привлекательности субъектов Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_212324/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_212324/) (дата обращения: 17.09.2018).
16. 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-2015 : XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля, г. Новосибирск. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – Т. 3. – С. 16–21.
17. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru> (дата обращения: 17.09.2018).
18. Шабанов А. Границы земельного участка не установлены: сложности и перспективы регулирования / А. Шабанов // «Ваш партнер-консультант». – 2017. – № 11 (9677) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eg-online.ru/article/340160/> (дата обращения: 17.09.2018).

### 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).

Александр Александрович Харитонов – кандидат экономических наук, декан факультета землеустройства и кадастров, зав. кафедрой земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [kharitonov5757@mail.ru](mailto:kharitonov5757@mail.ru).

Сергей Сергеевич Викин – кандидат экономических наук, доцент кафедры земельного кадастра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: [ser.vikin@yandex.ru](mailto:ser.vikin@yandex.ru).

Дата поступления в редакцию 05.11.2018

Дата принятия к печати 15.12.2018

### 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).

Aleksandr A. Kharitonov – Candidate of Economic Sciences, Docent, Dean of the Land Survey Faculty, Head of the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [kharitonov5757@mail.ru](mailto:kharitonov5757@mail.ru).

Sergei S. Vikin – Candidate of Economic Sciences, Docent, the Dept. of Land Cadastre, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: [ser.vikin@yandex.ru](mailto:ser.vikin@yandex.ru).

Received November 05, 2018

Accepted December 15, 2018

---

---

## ОПТИМАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА КООРДИНАТ ЦЕНТРА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПО ДАННЫМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

---

---

**Марина Викторовна Ванеева  
Владимир Дмитриевич Попело**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Объектом исследования является центр распределенных географических объектов, таких как части света, материки, острова, государственные и административные образования, населенные пункты, земельные участки и другие подобные объекты. Цель данной работы состоит в классификации возможных подходов к определению положения центра распределенного географического объекта и обосновании базовых алгоритмов вычисления координат центра в рамках этих подходов. Установлены основные подходы (робастный, каркасный и балансный) к решению задачи определения центра как точки территории, в которой достигается определенный баланс отдельных частей или элементов распределенных географических объектов. Различия подходов определяются объемом требуемой для расчета координатной информации. Приведена краткая характеристика каждого из них и рассмотрены основные черты типичных алгоритмов определения центра распределенных географических объектов. Предложенные алгоритмы представляют собой решения оптимизационных задач. Оптимальное значение координат центра соответствует минимуму функционала, определяющего сумму расстояний от искомого центра до выбранных поворотных точек границы. Вид функционала и число поворотных точек границы, используемых для расчетов в рамках предложенных подходов, различны. Установлено, что наиболее общее решение получают в рамках балансного подхода. Положение центра распределенного географического объекта в этом случае определяется взвешенным средним арифметическим положением центров отдельных его фрагментов. В качестве весовых коэффициентов используются относительные площади фрагментов. Алгоритм обеспечивает определение центра объекта с конфигурацией границ любой сложности, в том числе многосвязных объектов. Таким образом могут быть определены центры народонаселения, плодородия, загрязненности или других свойств географического объекта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** центр распределенного географического объекта, координаты пунктов, геодезические измерения, алгоритм расчета.

## OPTIMAL ALGORITHMS FOR CALCULATING THE COORDINATES OF THE CENTER OF A DISTRIBUTED GEOGRAPHIC OBJECT BY THE DATA OF GEODETIC MEASUREMENTS

**Marina V. Vaneeva  
Vladimir D. Popelo**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The object of research is the center of distributed geographic objects such as parts of the world, continents, islands, state and administrative entities, populated areas, land plots and other similar objects. The objective of this work is to classify the possible approaches to determining the location of the center of a distributed geographic object and to substantiate the basic algorithms for calculating the coordinates of the center within these approaches. Three main approaches (robust, framed, and balanced) have been established to solve the problem of defining the center as a point of territory, in which a certain balance of individual parts or elements of distributed geographic objects is achieved. The differences in approaches are determined by the volume of coordinate information required for calculation. The authors provide a brief description of each approach and consider the main features of typical algorithms for determining the center of distributed geographic objects. The proposed algorithms represent the solutions to optimization targets. The optimal value of coordinates of the center corresponds to the minimum of functional that determines the sum of distances from the desired center to the selected turning points of the boundary. The type of functional and the number of turning points of the boundary used for calculations within the suggested approaches are different. It is established that the most common solution is obtained within the framework of the balanced approach. In this case the position of the center of a distributed geographic object is determined by

the weighted arithmetic mean of positions of centers of its individual fragments. Relative areas of these fragments were used as weight coefficients. The algorithm provides the definition of the center of the object with the configuration of the boundaries of any complexity, including multiply connected objects. This method can be used to identify the centers of populations, fertility, pollution or other properties of a geographic object.

KEYWORDS: center of distributed geographic object, coordinates of points, geodetic measurements, calculation algorithm.

**М**ногие географические объекты обладают пространственной протяженностью, отличаются определенной компактностью и сравнительной однородностью свойств. Они оконтурены естественными или юридическими границами, а потому могут быть достоверно отделены от сопредельных объектов подобного рода, кроме объектов с нечеткими границами, которые в работе не рассматриваются. Такие объекты, обладающие выраженной территориальностью, будем называть распределенными географическими объектами (РГО). Примерами РГО могут служить части света и материка, острова, государственные и административные образования, населенные пункты, земельные участки и другие объекты [9, 10, 16].

Исследование РГО геодезическими методами в процессе их изучения и освоения обеспечивает координатное представление их границ и накопление необходимых данных для углубленного анализа геометрической структуры отдельных фрагментов земной поверхности [3]. Анализ количественной информации о геометрических свойствах РГО привел, в числе прочего, к дальнейшему развитию понятия центра такого объекта, как особой точки территории, в которой достигается определенный баланс отдельных частей (элементов) РГО. Определение положения центра РГО и идентификация этой точки на местности часто оказываются полезными для развития инфраструктуры и туристического потенциала, политической и культурной консолидации населения территории [1, 5, 6, 7, 11, 14, 15]. Положение центра РГО является важным элементом геопространственных баз данных [13], а закрепленная на местности точка соответствующего центра может включаться в состав астрономо-геодезических сетей [15]. Однако в теоретическом плане вопрос о способе установления местоположения центра РГО еще не получил общепринятого решения [1, 5, 11].

Целью представленной работы являлись классификация возможных подходов к определению центра РГО и обоснование базовых алгоритмов вычисления координат центра в рамках этих подходов.

В настоящее время центр РГО определяют на основании эвристических правил, формализованных в виде алгоритмов обработки данных измерений (как геодезических, так и картометрических) координат поворотных точек границы. Среди различных подходов к определению центра РГО, предложенных за более чем столетний период исследования этой задачи, наибольшими различиями обладают следующие три, опирающиеся на использование различной по объему информации о геометрических свойствах РГО. Эти подходы можно классифицировать как робастный, каркасный и балансный. Приведем краткую характеристику каждого из них и рассмотрим основные черты типичных алгоритмов определения центра РГО, реализующих данные подходы.

**Робастный подход.** Данный подход предусматривает использование минимального объема информации о координатах точек РГО. Обычно для цели определения положения центра достаточно надежно измеренных координат четырех или даже двух точек.

Первым (в историческом плане) и наиболее часто используемым алгоритмом такого рода является минимаксный алгоритм [12]. Он реализует идею о том, что центр РГО – точка, равноудаленная от нескольких характерных точек границы. Выбирают четыре попарно максимально удаленные точки: крайние западную и восточную, а также крайние северную и южную. С математической точки зрения данный алгоритм является решением оптимизационной задачи следующего вида [4, 7]:

$$\min_{x_E \leq x_c \leq x_W} \max(\|x_i - x_c\|_1^n), \quad \min_{y_N \leq y_c \leq y_S} \max(\|y_i - y_c\|_1^n). \quad (1)$$

Выбор данного алгоритма приводит к минимаксным (чебышевским) оценкам координат центра

$$x_c = \frac{x_S + x_W}{2}, \quad y_c = \frac{y_N + y_S}{2}, \quad (2)$$

где  $x_c, x_i, x_W, x_E$  – координаты соответственно центра РГО, произвольной ( $i = \overline{1, n}$ ), крайне левой и крайне правой (по оси  $Ox$  прямоугольной системы координат  $Oxy$  или по долготе) точек;

$y_c, y_i, y_S, y_N$  – координаты соответственно центра РГО, произвольной ( $i = \overline{1, n}$ ), крайне левой и крайне правой точек (по оси  $Oy$  прямоугольной системы координат  $Oxy$  или по широте, индексация крайних точек границы РГО по широте соответствует северному полушарию, а по долготе – восточному);

$n$  – число поворотных точек границы.

Очевидно, что при чрезвычайной вычислительной простоте этого алгоритма оценки (2) координат центра являются весьма грубыми, но устойчивыми к любым промахам в определении координат большинства точек границы. Они оказываются практически нечувствительными к особенностям конфигурации РГО. Оценки такого рода обычно называют робастными [12], что оправдывает название подхода. Фактически центр РГО в этом случае соответствует центру описанного прямоугольника (рис. 1).

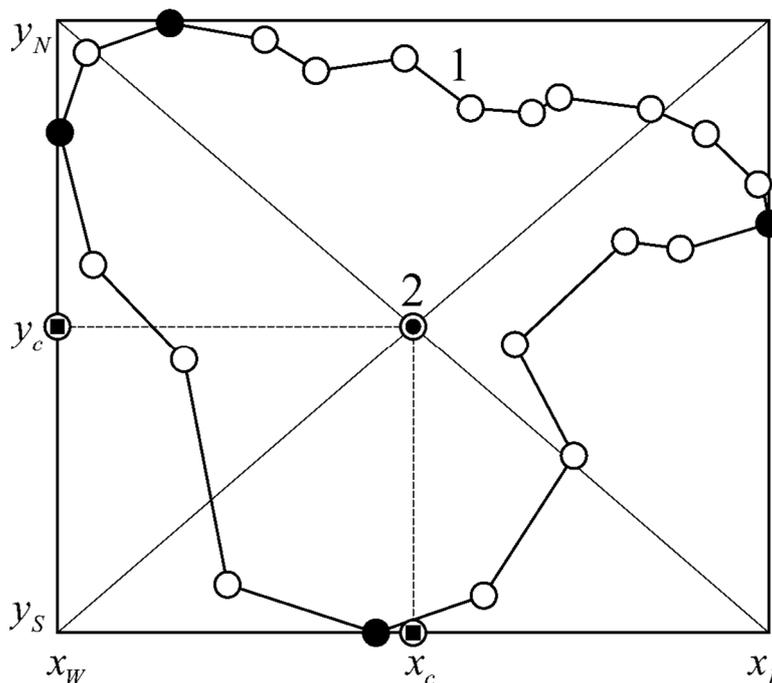


Рис. 1. Схема, иллюстрирующая идею алгоритма формирования минимаксной (чебышевской) оценки координат центра РГО:  
1 – граница РГО с поворотными точками; 2 – центр РГО

Еще меньший объем достоверной информации о координатах точек границы требует робастный алгоритм, являющийся решением оптимизационной задачи следующего вида:

$$x_c = \arg \min_{x_E \leq x_c \leq x_W} \sum_{i=1}^n |x_i - x_c|, \quad y_c = \arg \min_{y_N \leq y_c \leq y_S} \sum_{i=1}^n |y_i - y_c|. \quad (3)$$

Этот алгоритм приводит к оценкам координат центра в виде медианных значений

$$x_c = \text{med}\{x_i\}, \quad y_c = \text{med}\{y_i\}. \quad (4)$$

Таким образом, для формирования оценок положения центра РГО используются координаты всего лишь двух точек при нечетном числе поворотных точек границы и четырех, если  $n$  – четное (рис. 2). Тем не менее, при большом числе поворотных точек границы и их сравнительно равномерном расположении оценки (4) оказываются вполне разумными.

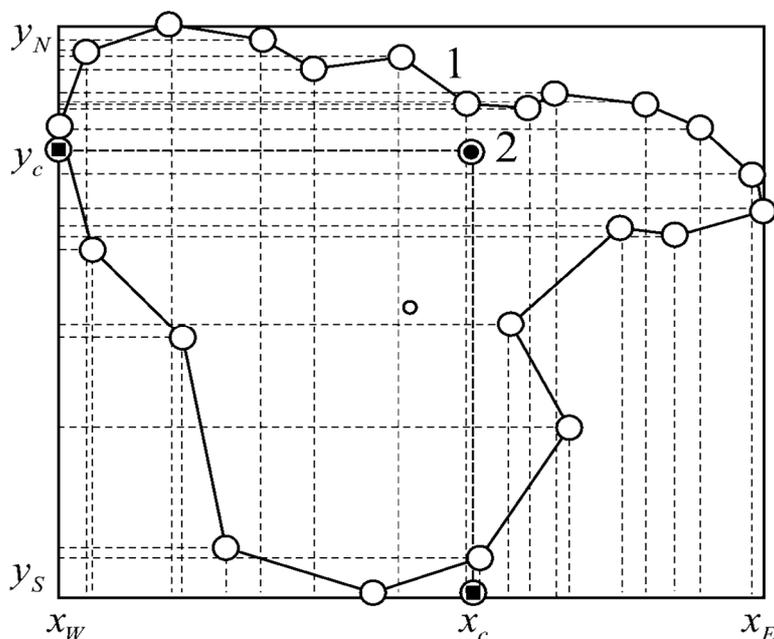


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая идею алгоритма определения координат центра РГО с использованием медианных значений для множеств координат поворотных точек границы: 1 – граница РГО с поворотными точками; 2 – центр РГО

Все же следует отметить, что применение данного подхода, приводящего к использованию робастных алгоритмов определения центра, оправдано лишь в случае отсутствия достаточного объема достоверных данных о конфигурации РГО, например при первоначальном изучении объекта.

**Каркасный подход.** При наличии данных о координатах всех поворотных точек границы может быть применен подход, идея которого заключается в том, что центром РГО является «центр тяжести» замкнутой ломаной линии его границы. Линия границы может рассматриваться в качестве одномерного «каркаса» двумерного объекта – РГО. Поэтому данный подход вполне оправданно называть каркасным.

Оптимизационная задача, формализующая процедуру поиска центра РГО в рамках каркасного подхода, может быть представлена как

$$\vec{r}_c = \arg \min_{\substack{x_W \leq x_c \leq x_E \\ y_S \leq y_c \leq y_N}} \sum_{i=1}^n L_i (\vec{r}_{cli} - \vec{r}_c)^2, \quad (5)$$

где  $\vec{r}_{cli} = \frac{\vec{r}_i + \vec{r}_{i+1}}{2}$  – радиус-вектор центра  $i$ -го отрезка ( $i = \overline{1, n}$ ) ломаной линии границы длиной  $L_i$ ;

$\vec{r}_i, \vec{r}_{i+1}$  – радиус-векторы соседних поворотных точек границы с номерами  $i$  и  $(i+1)$ .

При этом должно выполняться условие  $\sum_{i=1}^n L_i = P$ , где  $P$  – периметр границы РГО.

Решением задачи (5) является алгоритм вычисления положения точки центра как взвешенного среднего арифметического следующего вида:

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \vec{r}_{cli}}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (6)$$

Преобразуем (6), подставляя в него выражение  $\vec{r}_{cli} = (\vec{r}_i - \vec{r}_{i+1})/2$  и используя разложение каждого из трех соответствующих векторов на два компонента, направленных вдоль осей  $Ox$  и  $Oy$ :

$$\vec{r}_c = x_c \vec{e}_x + y_c \vec{e}_y, \quad \vec{r}_i = x_i \vec{e}_x + y_i \vec{e}_y,$$

$$\vec{r}_{i+1} = x_{i+1} \vec{e}_x + y_{i+1} \vec{e}_y,$$

где  $\vec{e}_x, \vec{e}_y$  – единичные векторы, направленные вдоль соответствующих осей. Получим два выражения для расчета координат центра РГО по каждой из осей, определяющие существо алгоритма:

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n L_i}; \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n L_i}, \quad (7)$$

где  $\bar{x}_i = (x_i + x_{i+1})/2$ ,  $\bar{y}_i = (y_i + y_{i+1})/2$  – координаты середины отрезка между  $i$ -й и  $i+1$ -й поворотными точками границы.

Весовые коэффициенты в (6) представляют декартовы расстояния между точками  $\vec{r}_i$  и  $\vec{r}_{i+1}$

$$L_i = |\vec{r}_i - \vec{r}_{i+1}| = \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}. \quad (8)$$

Схема, иллюстрирующая данный подход, представлена на рисунке 3.

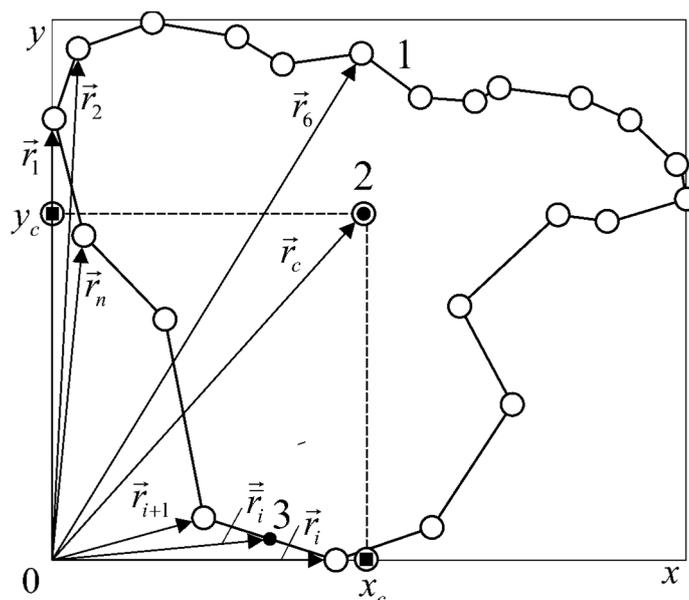


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая идею алгоритма определения координат центра РГО, реализующего каркасный подход: 1 – граница РГО с поворотными точками; 2 – центр РГО; 3 – середина  $i$ -го сегмента границы

В.Д. Большаков [2] утверждает, что центром РГО является точка, сумма квадратов линейных уклонов которой относительно всех поворотных точек границы минимальна. Оптимизационная задача в этом случае формулируется следующим образом:

$$\vec{r}_c = \arg \min_{\substack{x_W \leq x_c \leq x_E \\ y_S \leq y_c \leq y_N}} \sum_{i=1}^n (\vec{r}_i - \vec{r}_c)^2 . \quad (9)$$

Решение этой задачи определяют два простых алгоритма вычисления координат центра РГО как средних арифметических координат всех поворотных точек границы

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} . \quad (10)$$

Легко убедиться, что соотношения (9) являются частным случаем выражения (8) при условии одинаковых расстояний между всеми соседними точками границы, то есть если  $L_i = L = const$ . Поэтому к применению алгоритма, приводящего к оценкам (10), нужно подходить с осторожностью, ограничиваясь случаями РГО компактной конфигурации с большим числом поворотных точек границы, расположенных сравнительно равномерно. При этом расстояния между точками границы должны быть заметно меньше расстояния до предполагаемого центра.

В общем случае, если известны координаты всех поворотных точек границы, но никаких дополнительных ограничений на взаимное расположение этих точек не накладывается, целесообразно применять алгоритм (7).

**Балансный подход.** Этот подход, по мнению авторов, является наиболее общим. Он предусматривает поиск центра в единственной точке внутри границы РГО, которая обладает уникальным свойством: любая прямая линия, проходящая через эту точку и пересекающая границу, делит площадь РГО на две равные части [15]. Подход, опирающийся на такое определение центра РГО, правомерно называть балансным. Этот подход восходит к работам Д.И. Менделеева, написанным еще в начале XX века [11].

Для реализации этого подхода требуется помимо данных о координатах поворотных точек границы дополнительная информация о геометрических свойствах РГО. В общем виде оптимизационная задача, формализующая процедуру поиска центра РГО в рамках балансного подхода, может быть представлена как

$$\vec{r}_c = \arg \min_{\substack{x_W \leq x_c \leq x_E \\ y_S \leq y_c \leq y_N}} \sum_{i=1}^n A_i (\vec{r}_{ci} - \vec{r}_c)^2 , \quad (11)$$

где  $\vec{r}_{ci}$  – радиус-вектор центра отдельной части РГО площадью  $A_i$ . При этом

должно выполняться условие  $\sum_{i=1}^n A_i = A$ , где  $A$  – полная площадь РГО.

Для решения задачи (11) РГО площадью  $A$  с границей сложной конфигурации делят на счетное множество фрагментов меньшей площади  $A_i$ , но более простой формы, таких, что вычисление положения их центров  $\vec{r}_{ci}$ , не представляет сложности. После вычисления центра каждого фрагмента положение центра РГО ищут в точке  $\vec{r}_c$ , для которой сумма взвешенных (с весами  $A_i$ ) квадратов уклонов относительно точек  $\vec{r}_{ci}$  центров отдельных частей минимальна.

В качестве составной части РГО целесообразно избрать треугольник. Использование в качестве составных частей других геометрических фигур (например, трапеций [15]) приводит к усложнению алгоритма определения центра РГО.

Известно [6, 7], что центр произвольного треугольника определяется следующим простым выражением:

$$\vec{r}_{ci} = \frac{\vec{r}_i + \vec{r}_{i+1} + \vec{r}_0}{3}, \quad (12)$$

где  $\vec{r}_i, \vec{r}_{i+1}$  – радиус-векторы соседних поворотных точек границы РГО с известными координатами  $(x_i, y_i)$  и  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;

$\vec{r}_0$  – радиус-вектор опорной точки внутри РГО с известными координатами  $(x_0, y_0)$ .

На рисунке 4 представлена условная схема разбиения РГО с границей сложной конфигурации на множество треугольных фрагментов.

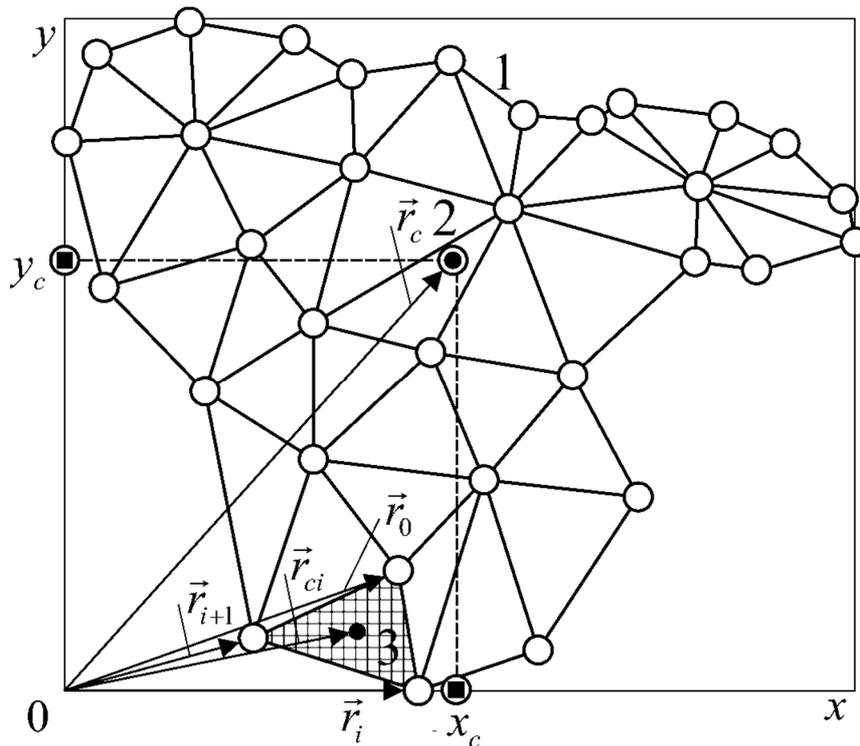


Рис. 4. Схема, иллюстрирующая идею алгоритма определения координат центра РГО, реализующего балансный подход: 1 – граница РГО с поворотными точками; 2 – центр РГО; 3 – произвольный ( $i$ -й) треугольный фрагмент РГО

Решение оптимизационной задачи (11) имеет вид

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \vec{r}_{ci}}{\sum_{i=1}^n A_i}. \quad (13)$$

Таким образом, положение центра РГО определяется взвешенным средним арифметическим положением центров отдельных треугольных фрагментов. Обратим внимание на то, что в расчетах используются треугольные фрагменты, опирающиеся не только на поворотные точки границы, но и на внутренние точки (например, пункты триангуляционной сети).

Преобразуем (13), подставив в него выражение (12) и используя разложение векторов на составляющие, направленные вдоль соответствующих осей:

$$\begin{aligned} \vec{r}_c &= x_c \vec{e}_x + y_c \vec{e}_y; \\ \vec{r}_0 &= x_0 \vec{e}_x + y_0 \vec{e}_y; \\ \vec{r}_i &= x_i \vec{e}_x + y_i \vec{e}_y; \\ \vec{r}_{i+1} &= x_{i+1} \vec{e}_x + y_{i+1} \vec{e}_y. \end{aligned}$$

Получим два выражения для расчета координат центра РГО по каждой из осей, определяющие существо алгоритма

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i x_{ci}}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i y_{ci}}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (14)$$

где  $x_{ci} = \frac{x_1 + x_{i+1} + x_0}{3}$ ,  $y_{ci} = \frac{y_1 + y_{i+1} + y_0}{3}$  – координаты центра  $i$ -го треугольного фрагмента. Здесь  $n$  может значительно превышать число поворотных точек границы.

Балансный подход позволяет естественным образом решить задачу поиска центра многосвязного РГО (рис. 5). В таких случаях РГО для каждой из составных частей находят положение ее центра и вычисляют площадь каждой части. Рассчитывают положение общего центра по формулам, аналогичным (14), в которых в качестве весов используют площади отдельных частей. Следует отметить, что поиск центров подобных объектов, например архипелагов, атоллов с центральной лагуной, на основе алгоритма (14) может приводить к решениям, в соответствии с которыми координаты таких точек окажутся за пределами любой отдельной части РГО. Таким образом, нарушается одно из базовых требований, предъявляемых к таким особым точкам, – об их обязательной принадлежности РГО. Выход обеспечивает следование правилу, которое может быть сформулировано следующим образом: если рассчитанная на основе формализованного алгоритма точка центра выходит за пределы любой из составных частей РГО, за центр принимают ближайшую точку РГО (рис. 5).

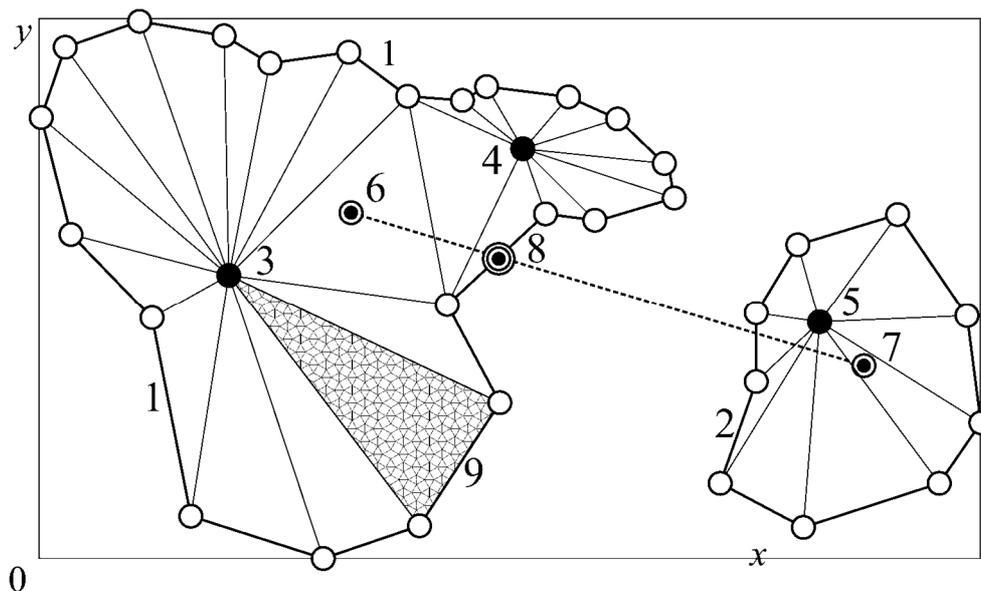


Рис. 5. Определение центра многосвязного РГО в рамках балансного подхода: 1, 2 – границы несвязанных частей с поворотными точками; 3, 4, 5 – опорные внутренние точки; 6, 7 – центр отдельных частей; 8 – общий центр; 9 – фрагмент отдельной части РГО

Рассмотренные выше робастный, каркасный и балансный подходы в существенной мере исчерпывают геометрический аспект задачи определения центра РГО, хотя в рамках этих подходов можно разработать еще много алгоритмов, отличающихся использованием других (не декартовых) метрик, отражающих различные взгляды на степень близости точек на поверхности РГО, а также учитывающих, например, «трехмерность» задачи вследствие сферичности Земли. Однако только балансный подход обладает потенциалом развития, выводящим идею определения центра РГО за рамки чисто геометрической задачи. Эта возможность открывается за счет использования при формировании весовых коэффициентов в (11), (13) и (14) «окрашенных» значений площади отдельных фрагментов РГО, то есть соответствующих нормированных весов  $\sum_{i=1}^n g_i = 1$

в виде

$$g_i = \frac{m_i A_i}{\sum_{i=1}^n m_i A_i} = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} = \frac{M_i}{M}, \quad (15)$$

где  $m_i$  – «окрашивающий» коэффициент, отражающий поверхностную плотность какой-либо величины, характеризующей некое свойство РГО;

$M_i$  – абсолютное значение величины, отражающей некое свойство, относящееся к  $i$ -ому фрагменту РГО;

$$M = \sum_{i=1}^n M_i \text{ – абсолютное значение величины, относящееся к РГО в целом.}$$

Например, если  $m_i$  – плотность населения на территории  $A_i$ , то  $M_i$  – население этой части, а  $M$  – население всей территории площадью  $\sum_{i=1}^n A_i = A$ .

Тогда использование весового коэффициента (15) в алгоритме (14) обеспечит определение положения «центра населенности» [11] РГО.

Использование для «окрашивания» поверхностной плотности других параметров позволит определять центры биопродуктивности, энерговооруженности, загрязненности, урбанизированности и др. В этом случае соответствующий «центр» выступает в качестве своеобразной интегральной характеристики РГО, отражающей неравномерность пространственного распределения отдельного свойства. Индикатором неравномерности служит величина смещения положения такого «центра» относительно положения центра геометрического.

### **Выводы**

1. Важной геопространственной характеристикой РГО являются координаты географического (геометрического) центра. Для объектов со сложной конфигурацией границы задача определения центра не имеет однозначного решения. В настоящее время положение центра определяют на основании ряда эвристических правил, формализованных в виде алгоритмов обработки данных измерений (как геодезических, так и картометрических) координат граничных и внутренних точек.

2. С использованием в качестве классификационного признака объема требуемой для расчета координатной информации определено содержание трех основных подходов к расчету положения центра РГО: робастного, каркасного и балансного.

Робастный подход предусматривает использование минимального объема информации о координатах особым образом отобранных точек границы РГО (обычно четырех, а иногда – двух).

Каркасный подход предусматривает использование полного объема данных геодезических или картометрических измерений координат поворотных точек границы.

Балансный подход предусматривает использование полного объема данных о координатах точек границы и, обязательно, некоторого числа (не менее одной) внутренних опорных точек.

В рамках каждого из указанных подходов предложены формализованные постановки задачи определения центра РГО как оптимизационной.

3. Обоснованы базовые алгоритмы формирования оптимальных оценок координат центра РГО, отражающие решения оптимизационных задач, соответствующих используемому подходу и осуществляющих осреднение исходных координатных данных.

4. Наиболее общее решение получают в рамках балансного подхода. Положение центра РГО в этом случае определяется взвешенным средним арифметическим положением центров отдельных фрагментов простой формы (чаще – треугольной). В качестве весовых коэффициентов используют значения площади отдельных фрагментов. Алгоритм обеспечивает определение центра РГО с конфигурацией границ любой сложности, в том числе многосвязных объектов. Установлено, что в условиях принятия ряда допущений алгоритмы каркасного и робастного подходов являются частными случаями алгоритма, построенного в рамках балансного подхода.

5. Балансный подход обладает потенциалом развития, выводящим идею определения центра РГО за рамки чисто геометрической задачи. Эта возможность связана с использованием при формировании весовых коэффициентов, при формировании оценок в виде взвешенных средних «окрашенных» значений площади отдельных фрагментов РГО. В качестве «окрашивающего» коэффициента используют величину поверхностной плотности соответствующего параметра, характеризующего негеометрическое свойство территории отдельного фрагмента. Таким образом могут быть определены центры народонаселения, плодородия, загрязненности или других свойств географического объекта.

## Библиографический список

1. Ашеулов В.А. О географическом центре России / В.А. Ашеулов // Геодезия и картография. – 1994. – № 7. – С. 54.
2. Большаков В.Д. Теория ошибок наблюдений : учебник для вузов / В.Д. Большаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1983. – 223 с.
3. Ванеева М.В. О точности определения положения координат границ земельного участка геодезическими методами / М.В. Ванеева, С.В. Ломакин, В.Д. Попело // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 135–141.
4. Гельфанд И.М. Однородные функции и их приложения / И.М. Гельфанд, З.Я. Шапиро // Успехи математических наук. – 1955. – Т. 10, вып. 3. – С. 3–70.
5. Географический центр территории и способы его определения / Ю.Е. Ващенко, А.В. Попело, В.Д. Попело, П.С. Русинов // Современные проблемы мониторинга землепользования Центрального Черноземья России : труды всероссийской науч.-практ. конф. – Воронеж : ВГАУ, 2004. – С. 139–146.
6. Канатников А.Н. Линейная алгебра : учеб. для вузов / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко ; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
7. Колмогоров А.Н. Избранные труды. Математика и механика / А.Н. Колмогоров. – Москва : Наука, 1985. – 470 с.
8. Красильникова С.С. О проблеме утрирования контуров природных объектов при генерализации цифровых карт / С.С. Красильникова, С.А. Макаренко // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 68-й студенческой науч. конф. Воронежского ГАУ. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2017. – Ч. 1. – С. 237–241.
9. Макаренко С.А. Картографическая генерализация в разработке тематических карт / С.А. Макаренко // Управление земельно-имущественными отношениями : материалы X международной науч.-практ. конф., 20–21 ноября 2014 г., г. Пенза. – Пенза : ПГУАС, 2014. – С. 180–186.
10. Макаренко С.А. Картография (курс лекций) : учеб. пособие / С.А. Макаренко. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 146 с.
11. Менделеев Д.И. Познание России. Заветные мысли / Д.И. Менделеев. – Москва : Эксмо, 2008. – 688 с.
12. Мироновский Л.А. Алгоритмы оценивания результата трех измерений / Л.А. Мироновский, В.А. Слаев. – Санкт-Петербург : Професионал, 2010. – 192 с.
13. Обиденко В.И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным / В.И. Обиденко // Вестник СГГА. – 2012. – № 3 (19). – С. 3–13.
14. О сущности географического центра любой территории земной поверхности / А.А. Соломонов, В.С. Аношко, Н.Ф. Бондарук, Б.А. Фурман, А.В. Ольшанский, А.И. Зенькович // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 6. – С. 92–99.
15. Пат. 2256152 Российская Федерация, МПК G01C 11/00, G09B 29/00 (2000.01). Способ определения геометрического центра участка территории и/или населенного пункта / Ващенко Б.О. и др. ; заявитель и патентообладатель Индивидуальный предприниматель без образования юридического лица (ИПБЮЛ) Ващенко Юрий Ефимович (RU). – № 2003127503/28 ; заявл. 12.09.2003 ; опубл. 10.07.2005, Бюл. № 19. – 11 с.
16. Черемисинов А.Ю. Опыт агресурсопользования в ЦЧР / А.Ю. Черемисинов, А.А. Черемисинов // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. – 2010. – № 2. – С. 236–241.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Марина Викторовна Ванеева – старший преподаватель кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: melior@zem.vsau.ru.

Владимир Дмитриевич Попело – доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: melior@zem.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 13.09.2018

Дата принятия к печати 05.11.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Marina V. Vaneeva – Senior Lecturer, the Dept. of Ameloiration, Water Supply Engineering and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: melior@zem.vsau.ru.

Vladimir D. Popelo – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Ameloiration, Water Supply Engineering and Geodesy, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: melior@zem.vsau.ru.

Received September 13, 2018

Accepted November 05, 2018

**ПУБЛИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ВОРОНЕЖСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА:  
УЧЕБНИКИ, МОНОГРАФИИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ  
УЧЕНЫМИ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА В 2018 ГОДУ**

Механизация растениеводства : учебник / В.Н. Солнцев, А.П. Тарасенко, В.И. Орбинский, О.И. Поливаев и др. ; под ред. канд. техн. наук. В.Н. Солнцева. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 383 с.

Рассмотрены способы и технологии выполнения работ в растениеводстве при возделывании сельскохозяйственных культур, общее устройство, принцип работы энергетических и технологических машин, их воздействие на почву, растения и окружающую среду. Изложены требования к выполнению механизированных работ в растениеводстве, сведения о подготовке машин к работе и регулировке их рабочих органов на заданные условия работы, правила эксплуатации машин и агрегатов, обеспечивающие наиболее эффективное их использование в сельскохозяйственном производстве, методы контроля качества выполняемых операций. Для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов.

Технология хранения продукции растениеводства : учебник / В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная, С.В. Калашникова и др. ; под общ. ред. В.И. Манжесова. – Санкт Петербург : ГИОРД, 2018. – 464 с.

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебника для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». С учетом передового отечественного и зарубежного опыта рассмотрены отдельные вопросы нормирования качества растениеводческой продукции, приведены сведения о процессах, протекающих в зерновых массах, картофеле, овощах, плодах, лубяных культурах и табачном сырье в период хранения, изложены теоретические основы хранения растениеводческой продукции, режимы и способы хранения зерновых масс и сочных растительных объектов, рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и использования отходов производства. Издание предназначено для подготовки бакалавров по направлению 35.03.07, а также для аспирантов и специалистов агропромышленного комплекса.

Плаксин В.Н. Политология : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.Н. Плаксин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2018. – 312 с. (Серия: Бакалавр. Прикладной курс).

Учебник предлагает вниманию обучающихся наиболее устоявшиеся в политической науке точки зрения на рассматриваемые вопросы. В отдельных случаях приводятся различающиеся трактовки наиболее известных ученых. Издание включает тестовые задания для самостоятельной работы студентов. Содержание соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника и практикума для студентов высших учебных заведений, обучающихся по непрофильным направлениям.

Плаксин В.Н. Социология : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.Н. Плаксин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во ООО Юрайт, 2018. – 313 с. (Серия: Бакалавр. Прикладной курс).

Учебник предлагает вниманию обучающихся краткое изложение основ социологии как учебной дисциплины, изучаемой студентами вузов. Издание включает тестовые задания для самостоятельной работы студентов. Содержание соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника и практикума для студентов высших учебных заведений, обучающихся по непрофильным направлениям.

Монографии

Ноздрачева Р.Г. Размножение абрикоса в Центральном Черноземье : монография / Р.Г. Ноздрачева. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 141 с.

Изложены материалы многолетних научных исследований, направленных на совершенствование элементов технологии размножения зимостойких сортов абрикоса обыкновенного на семенных и клоновых подвоях, созданных на кафедре плодоводства и овощеводства Воронежского ГАУ. Показано влияние некоторых агротехнических приемов на выход и качество семенных и клоновых подвоев и саженцев абрикоса, позволяющих сокращать срок производства посадочного материала, экономить трудовые и материально-денежные затраты. Научно обоснована необходимость использования клонового подвоя ОП 23-23 для размножения сортов абрикоса, рассмотрено его положительное влияние на сокращение параметров кроны, ускорение срока вступления в плодоношение и повышение урожайности. Результаты исследований могут быть использованы специализированными и фермерскими предприятиями, коллективными и приусадебными хозяйствами Центрально-Черноземного региона для практического решения комплекса вопросов по размножению подвоев и саженцев абрикоса.

Терновых К.С. Организационно-экономические аспекты развития молочного скотоводства : монография / К.С. Терновых, Ю.А. Пименов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 186 с.

Рассмотрены теоретические и методические основы организации отрасли молочного скотоводства, выявлены современные особенности и факторы ее развития, дана организационно-экономическая оценка развития молочного скотоводства в Воронежской области, предложены способы и механизм инновационно-инвестиционного развития молочного скотоводства в регионе, определены прогнозные параметры функционирования отрасли молочного скотоводства Воронежской области с учетом трех сценариев развития. Монография предназначена для преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов, ученых и сотрудников научно-исследовательских институтов, руководителей и специалистов предприятий АПК.

Чернышов А.В. Повышение эффективности подготовки товарного и семенного зерна на решетных станах зерноочистительных машин : монография / А.В. Чернышов, А.М. Гиевский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 160 с.

Освещены вопросы фракционирования зернового вороха на решетном стане зерноочистительных машин за счет выбора рациональной компоновки решет. В работе рассмотрены показатели качества семян пшеницы, существующие схемы расположения решет в решетных станах зерноочистительных машин, применяемых при фракционировании зернового вороха. Приведена математическая модель процесса фракционирования зернового вороха на шестирешетном двухъярусном стане с обоснованием длины скатной поверхности, обеспечивающей подачу фуражной фракции на начало подсевного решета. Приведены результаты лабораторных исследований по обоснованию схемы фракционирования зернового вороха на решетках. Предназначена студентам, магистрам, аспирантам, научным сотрудникам и специалистам сельского хозяйства.

Рахмонов Х.С. Популяционная биология и ресурсный потенциал *Ferula tadshikorum* M. Pimen. в Южном Таджикистане : монография / Х.С. Рахмонов, Е.М. Олейникова, А.Х. Халимов ; под общей редакцией д-ра биол. наук Е.М. Олейниковой. – Душанбе : Изд-во Таджикского Национального Университета, 2018. – 160 с.

Содержит результаты многолетних исследований популяционной биологии эндемичного вида *Ferula tadshikorum* M. Pimen. Впервые изучен онтоморфогенез, малый и большой жизненные циклы вида. Выявлены экологические условия распространения, морфологические характеристики вида и онтогенетическая структура его ценопопуляций. Определены особенности развития и сроки прохождения фенологических фаз в условиях

естественного произрастания; изучена репродуктивная биология вида и выявлены естественные запасы лекарственного сырья. Проанализирована приуроченность *Ferula tadshikorum* к различным типам растительных сообществ, определена фитоценотическая роль вида, сделано полное геоботаническое описание феруловников и их продуктивности на территории Южного Таджикистана. Предназначена для специалистов в области ботаники, популяционной биологии, также может быть использована студентами, магистрами и аспирантами соответствующих специальностей.

Приоритетные направления развития агропромышленного комплекса России : коллективная монография / Ткачев А.Н., Щетинин М.П., Алтухов А.И., Бутковский В.А., Гордеев А.В., Ильина О.А., Карлин А.Б., Костяев А.И., Куликов И.М., Минаков И.А., Пономарев А.Н., Савченко Е.С., Санду И.С., Трухачев В.И. . – Москва : ООО «Технология ЦД», 2018. – 416 с.

Содержит обширный материал, характеризующий современное состояние агропромышленного комплекса России и стратегические направления его развития. Всесторонне рассмотрены такие вопросы, как аграрная политика и государственная поддержка сельского хозяйства, пути повышения конкурентоспособности продукции АПК и направления устойчивого развития сельских территорий, состояние и перспективы развития молочного скотоводства, производства молока и молочных продуктов, развития пищевой и перерабатывающей промышленности, проблемы обеспечения населения страны плодово-овощной продукцией и пути их решения, а также инновационно-инвестиционное обеспечение АПК и подготовка высококвалифицированных кадров для отрасли. Предназначена для руководителей и специалистов АПК, органов управления АПК и отраслевых союзов, ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, слушателей ДПО профильных образовательных учреждений, для всех, кого интересует развитие агропромышленного комплекса современной России.

Пшеничников В.В. Формирование новой модели банковского бизнеса в условиях цифровизации экономики: перспективы и угрозы / В.В. Пшеничников // Глава в коллективной монографии «Формирование цифровой экономики и промышленности: новые вызовы» (Александрова А.В., Алетдинова А.А., Афтахова У.В., Бабкин А.В., Бачурина С.С., Богачкова Л.Ю., Борисов А.А., Булатова Н.Н., Василенко Н.В., Вахитова Л.Р., Владимиров И.Л., Волкова А.А., Гамидуллаева Л.А., Голденева В.С., Григорьева Е.А., Гуськова Н.Д., Джамбинов Б.В., Дедегкаев В.Х., Егоров Н.Е., Зайцева Ю.В. и др. : под ред. А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург : Изд-во ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018.

Содержит обширный материал, направленный на выявление перспектив и угроз формирования новой модели банковского бизнеса, ориентированной на превращение банка в интегратор ценностей в цифровом пространстве. Одним из источников угроз для новой модели банковского бизнеса выступают новые формы финансового посредничества, которые, с одной стороны, не требуют существенных первоначальных вложений, необходимых для создания кредитных организаций, с другой стороны, становятся серьезной альтернативой традиционного банкинга. Конкуренцию кредитным организациям в сфере привлечения и размещения временно свободных денежных ресурсов в ближайшей перспективе могут составить ICO на платформе Blockchain, краудфандинг и краудинвестинг. Реакцией банковского бизнеса на указанные угрозы стал комплекс мероприятий Банка России по внедрению пропорционального регулирования банков и созданию новой цифровой финансовой инфраструктуры.

Москалев П.В. Перколяционное моделирование пористых структур : монография / П.В. Москалев. – Москва : URSS, 2018. – 240 с.

Монография посвящена математическому моделированию внутренней структуры пористой среды и оценке ее основных характеристик на основе математической теории

перколяции (протекания). Выполняется сравнительный анализ принципиальных моделей пористой среды с учетом стохастического характера ее внутренней структуры. Описывается реализация численных методов для моделирования решеточной перколяции в пористой среде. Исследуются взаимосвязи между основными показателями, характеризующими внутреннюю структуру пористой среды, и параметрами процесса протекания в этой среде. Рассматривается приложение описанных моделей и методов для исследования феномена гидравлического гистерезиса, наблюдаемого при инвазивной ртутной порометрии пористой среды. Для научных работников, аспирантов и магистров, занимающихся исследованиями в области моделирования внутренней структуры и процессов протекания в пористой среде.

Хромова Л.Г. Продуктивные и биологические особенности коров молочных пород в условиях интенсивной технологии [Электронный ресурс] : монография / Л.Г. Хромова, А.В. Востроилов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Свободный доступ из интрасети ВГАУ.

В монографии приведены результаты исследований молочной продуктивности, экстерьерных особенностей, воспроизводительной функции, качества молока и степень реализации продуктивного потенциала коров голштинской и красно-пестрой пород в условиях интенсивной технологии. Монография предназначена для научных работников, аспирантов, магистров, бакалавров, зооветспециалистов, работающих непосредственно в аграрных предприятиях, органах управления разных уровней, консультационных службах и других организациях.

Данькова Т.Н. Проблемы современной терминологии : монография / Т.Н. Данькова, О.В. Загоровская. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 219 с.

Рассмотрены основные теоретические вопросы, связанные с проблемами термина, терминологии, терминологической системы и терминологического поля в современной отечественной лингвистике. Применительно к национальному русскому языку представлена типология терминологических единиц, определены основные источники формирования терминосистем, выявлены особенности организации терминологического поля. Обще-теоретические вопросы современной терминологии рассмотрены на материале русской терминологии сферы «Растениеводство». Выявлены типологические и структурные особенности названной терминосистемы, определена специфика терминологического поля «Растениеводство» в современном русском языке. Для ученых-лингвистов, студентов, обучающихся в гуманитарных вузах, магистрантов и аспирантов, преподавателей русского языка, а также всех интересующихся вопросами терминологии.

Полозова А.Н. Бизнес-анализ экономической деятельности перерабатывающих организаций АПК : монография / А.Н. Полозова, Л.В. Брянцева, Р.В. Нуждин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 163 с.

В монографии изложены понятие, особенности и содержание бизнес-анализа экономической деятельности перерабатывающих организаций АПК. Рассмотрен состав и структура информационного обеспечения бизнес-анализа. Обоснованы методические процедуры процессно-стоимостного бизнес-анализа доходов, расходов, синергетического эффекта. Выполнена идентификация результатов проведения бизнес-анализа экономической деятельности, в том числе системы налогообложения организаций – налогоплательщиков сахарного производства. Монография предназначена для преподавателей, обучающихся, экономистов, аналитиков, менеджеров.

Ковалев Н.С. Утилизация регенератов ионообменных смол при строительстве и ремонте автомобильных дорог : монография / Н.С. Ковалев, Е.Н. Отарова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 172 с.

Монография посвящена проблеме утилизации регенератов ионообменных смол и стоков сахарофинадных заводов при строительстве цемента-минеральных оснований и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и улучшению их структурно-механи-

ческих свойств. Издание предназначено для углубленного изучения дисциплин «Инженерное оборудование территории» и «Материаловедение», а также для научных работников, инженеров, занятых в сфере строительства и эксплуатации автомобильных дорог, и может быть использовано студентами землеустроительных и дорожно-строительных специальностей при курсовом и дипломном проектировании.

Луценко П.А. Судебный контроль в досудебном производстве по уголовным делам : проблемы теории и практики : монография / П.А. Луценко. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 132 с.

В монографии рассматриваются актуальные вопросы реализации судом контрольной функции в стадиях возбуждения уголовного дела и предварительного расследования, анализируется понятийный аппарат, соотношение судебного контроля с иными формами реализации судебной власти в уголовном процессе, а также следственно-судебная практика. Издание предназначено для судей, прокуроров, следователей, адвокатов, преподавателей и студентов юридических вузов.

### **Учебные пособия**

Агафонова М.С. Инструменты и методы мотивации и стимулирования персонала : учебное пособие / М.С. Агафонова, С.А. Баркалов, Н.В. Санина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 332 с.

В учебном пособии рассматриваются вопросы обоснования методики и инструментария мотивации и стимулирования в управлении персоналом. Авторы в своей работе выявляют состав задач мотивации и определяют основные этапы достижения эффективности производства, на конкретных примерах доказывают, что инструменты и методы мотивирования носят преимущественно экономический характер. Структура учебного пособия отвечает дидактическим и методическим требованиям преподавания учебной дисциплины, включает в себя необходимые части: основную (материал лекций), пояснительную (раскрытие терминов, понятий), методическую (контрольные вопросы по рассматриваемым темам, тесты для оценки освоения материала и овладения компетенциями). Учебно-методический комплекс разработан для бакалавров, обучающихся по направлению 38.03.02 – «Менеджмент», 38.03.04 – «Государственное и муниципальное управление», и специалистов, обучающихся по специальности 38.05.01 – «Экономическая безопасность».

Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве : учебное пособие / Д.Н. Афоничев. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 123 с.

Учебное пособие состоит из введения, двух разделов, списка рекомендуемой литературы. Во введении приведены основные определения и понятия, виды информационных технологий в науке и производстве. Первый раздел посвящен информационным технологиям в науке, второй – информационным технологиям в производстве. Настоящее учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению магистерской подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», а также может представлять интерес и для обучающихся по другим направлениям подготовки.

Баскаков И.В. Зерноочистительные машины и элеваторное оборудование производства ООО «Воронежсельмаш» : учебное пособие / И.В. Баскаков, Р.Н. Карпенко, В.И. Оробинский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 308 с.

Издание предназначено для сотрудников ООО «Воронежсельмаш», специалистов агропромышленного комплекса, заказчиков продукции данной компании, а также для студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия». Учебное пособие состоит из шести разделов, относящихся к изучению дисциплин

«Сельскохозяйственные машины», «Машины и оборудование в растениеводстве», «Техническое обеспечение производства семян зерновых культур», «Технологии и технические средства производства и хранения зерна», «Технологии и средства механизации сушки и послеуборочной обработки зерна». В издании рассмотрены зерноочистительные машины, зерносушилки, элеваторное оборудование, а также комплексы по приемке и хранению зерна сельскохозяйственных культур, произведенные ООО «Воронежсельмаш». В каждом разделе рассмотрены назначение, устройство, технологический процесс работы, технические характеристики и другие сведения о выпускаемой заводом специализированной технике.

Ващенко Т.Г. Задачи. Примеры решения : учебное пособие по классической генетике ... для обучающихся по направлениям: 35.03.03 – агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – агрономия, 35.03.05 – садоводство, 35.03.07 – технология производства и переработки растениеводческой продукции / Т.Г. Ващенко, Г.Г. Голева, Т.И. Крюкова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 164 с.

Учебное пособие представляет собой сборник задач с примерами решения по основным разделам дисциплины «Генетика», приведены основные термины и определения, алгоритмы решения генетических задач при наследовании признаков на примере сельскохозяйственных растений, предложен большой перечень задач для оценки знаний студентов на практических занятиях, при дистанционном обучении и самостоятельной работе.

Ващенко Т.Г. Основы классической генетики : учебное пособие для обучающихся по направлениям: 35.03.03 – агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – агрономия, 35.03.05 – садоводство, 35.03.07 – технология производства и переработки растениеводческой продукции / Т.Г. Ващенко, Г.Г. Голева, Т.И. Крюкова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 159 с.

Учебное пособие состоит из разделов, содержащих общие рекомендации по изучению дисциплин «Генетика» и «Генетика с основами селекции» и полезные методические советы. Изложены закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации, по хромосомной теории наследственности, приведены основы нехромосомной наследственности, основные закономерности изменчивости, полиплоидии, отдаленной гибридизации, инбридинга и гетерозиса, генетических процессов в популяциях. По каждому из разделов приведены основные понятия и закономерности, даны рекомендации по их изучению, предложены задачи для контрольной работы с примерами их решения для студентов, обучающихся заочно и дистанционно.

Ветеринарная рецептура с основами технологии лекарств : учебное пособие к лабораторно-практическим занятиям по ветеринарной фармакологии для специальности 36.05.01 – «Ветеринария» и направления 36.03.01 – «Ветеринарно-санитарная экспертиза» / В.И. Слободяник и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 175 с.

Волошина Е.В. Рациональное природопользование : учебное пособие / Е.В. Волошина, Ю.И. Житин. – Воронеж : Изд-во «Роза ветров», 2018. – 180 с.

В учебном пособии изложены материалы о рациональном природопользовании природных ресурсов, их классификация и ресурсный цикл. Приведена характеристика ресурсов гидросферы океанов, морей и пресных вод. Освещены вопросы формирования атмосферы, погоды и климата. Описаны природные ресурсы наземных систем: географических зон, лесных ресурсов. Оценены минеральные ресурсы планеты, а также экологический риск природопользования. Учебное пособие предназначено для обучающихся высших сельскохозяйственных учебных заведений, а также специалистов государственных природоохранных органов.

Гриднева И.В. Математика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов очной формы обучения экономического факультета по специальности 38.05.01 – «Эконо-

мическая безопасность» / И.В. Гриднева, Л.И. Федулова, В.П. Шацкий. – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 5393 Кб). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 38.05.01 – «Экономическая безопасность», в программе которых предусмотрено изучение дисциплины «Математика». В учебном пособии изложены теоретические сведения по курсу математики, приложения математики в экономике, решения типовых задач, индивидуальные задания для самостоятельной работы обучающихся, контрольные вопросы по разобранным темам.

Детали машин и основы конструирования [Электронный ресурс] : учебное пособие ; сост.: В.Д. Бурдыкин, В.В. Шерелекин. – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 606 Кб). – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Свободный доступ из интрасети ВГАУ.

Учебное пособие по организации самостоятельной работы студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин [и] комплексов профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство» и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

Иконников С.А. История Отечества : учебное пособие для обучающихся вузов всех направлений и специальностей / С.А. Иконников, Т.П. Малютина, Н.В. Филоненко. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 164 с.

В учебном пособии с учетом современного уровня развития исторической науки излагаются основные события и проблемы истории Отечества. Материал учебного пособия соответствует основным положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования нового поколения и программе преподавания курса «История». Издание предназначено для студентов всех направлений и специальностей высших учебных заведений сельскохозяйственного профиля, а также вузов, в которых изучается история нашего Отечества.

Иконников С.А. История России : учебное пособие для иностранных граждан очной формы обучения, обучающихся по всем направлениям подготовки бакалавров и специалистов / С.А. Иконников, Т.П. Малютина, Н.В. Филоненко. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 128 с.

В учебном пособии в краткой форме освещаются основные исторические этапы развития нашей страны от древнейших времен до наших дней. Изложение материала соответствует основным требованиям федерального образовательного стандарта высшего образования нового поколения и программе преподавания курса «История». Содержание данного пособия позволяет обучающимся лучше понять и усвоить предложенный материал в процессе обучения. Предназначено для иностранных граждан очной формы обучения, обучающихся по всем направлениям подготовки бакалавров и специалистов, а также всех, интересующихся историей России.

Илларионов А.И. Современные методы защиты растений : учебное пособие / А.И. Илларионов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Свободный доступ из интрасети ВГАУ.

В учебном пособии представлены сведения, раскрывающие сущность, значение, достоинства, недостатки и сферу применения организационно-хозяйственных мероприятий, селекционно-генетического, иммунологического, агротехнического, биологического, физического, механического и химического методов защиты растений от вредных организмов. Изложены как ранее известные, так и последние достижения в области разработки и использования приемов и средств защиты растений. Приведены сведения о сущности карантина растений, его видах, а также путях практического обеспечения карантина растений в Российской Федерации. Изложены сущность и основные принципы интегрированной защиты растений. Учебное пособие предназначено для аспирантов, обучающихся

по направлению 35.06.01 – Сельское хозяйство направленности: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство, 06.01.04 – агрохимия, 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.

Котов В.В. Курс лекций по физической и коллоидной химии : учебное пособие / В.В. Котов, О.В. Перегончая. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 179 с.

Настоящее учебное пособие представляет собой курс лекций по дисциплине «Физическая и коллоидная химия», предназначено для подготовки студентов к лабораторно-практическим занятиям, коллоквиумам и другим формам контроля знаний. Пособие подготовлено в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки бакалавров: 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение». Материал разбит на семь разделов, каждый из которых соответствует определенной тематике читаемой дисциплины. После каждого раздела приводятся контрольные вопросы, позволяющие закрепить пройденный материал и оценить уровень его усвоения.

Кругляк В.В. Лесомелиорация агроландшафтов : учебное пособие / В.В. Кругляк. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 145 с.

Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров и магистров по направлениям: «Землеустройство и кадастры», «Садоводство», «Градостроительство», «Ландшафтная архитектура». Представлены теоретики и практики отечественной лесомелиорации агроландшафтов. Мировые научные и учебные центры агролесомелиорации (лесомелиорации агроландшафтов). Государственные защитные лесные полосы. Объекты лесной рекультивации агроландшафтов. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов. Использование защитных лесных насаждений для оптимизации агроландшафтов и хозяйственного освоения овражно-балочных земель Воронежской области. Приводится ассортимент древесных пород и кустарников для целей лесомелиорации агроландшафтов в условиях лесостепи. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. Вопросы для проверки знаний. Словарь терминов. Библиографический список.

Манжурина О.А. Диагностика и мероприятия при инфекционных и инвазионных болезнях пчел : учебное пособие / О.А. Манжурина, А.М. Скогорева, Б.В. Ромашов. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 176 с.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы по дисциплинам «Эпизоотология и инфекционные болезни», «Краевая эпизоотология» для обучающихся ФВМиТЖ по специальности 36.05.01 «Ветеринария» (специализации: эпизоотология, ветеринарная хирургия, ветеринарное акушерство и гинекология, ветеринарная фармация) и дисциплине «Инфекционные болезни» по направлению подготовки 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» очной и заочной форм обучения и слушателей ИПК по программам «Бактериология» и «Эпизоотология», содержит сведения о наиболее распространенных инфекционных и инвазионных болезнях пчел, наносящих существенный ущерб не только пчеловодству, но и растениеводческой отрасли в связи с резким снижением урожайности опыляемых культур. В пособии освещены современные разносторонние приемы диагностики, профилактики и борьбы с инфекционными и инвазионными болезнями пчел. Учебное пособие также может быть полезным для работников ветеринарных лабораторий и пчеловодов-практиков.

Наиболее распространенные заболевания свиней незаразной этиологии. Диагностика, профилактика и терапия : учебное пособие ; сост.: Д.А. Саврасов, В.Т. Лопатин, П.А. Паршин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 212 с.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности «Ветеринария», является приложением к учебникам и лекционному курсу. В пособии рассмотрены анатоми-

ческие и физиологические особенности свиней, приведены диагностические методики исследования органов, основных систем организма и описано их клиническое значение для профилактики и лечения наиболее распространенных заболеваний незаразной этиологии. По каждому заболеванию дано определение, этиология, приведены характерные симптомы, а также патологоанатомические изменения. Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальности «Ветеринария», фермеров, практикующих специалистов, слушателей курсов повышения квалификации.

Несмеянова М.А. История агрономии : учебное пособие. Ч. 2 / М.А. Несмеянова, А.В. Дедов, Е.В. Коротких. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 304 с.

Рассмотрена история развития орудий труда земледельца с древнейших времен. Отмечены основные этапы формирования и развития научной и практической мысли по обработке почвы и системам земледелия на различных этапах исторического развития страны. Приведена обстоятельная характеристика перспективных и альтернативных систем. Предназначено для обучающихся высших учебных заведений сельскохозяйственного профиля.

Подколзин Р.В. Информационно-справочные системы : учебное пособие / Р.В. Подколзин ; под общ. ред. А.П. Курносова, А.В. Улезько. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 100 с.

В учебном пособии рассмотрены основные понятия, классификация, принципы работы информационных справочных систем. На практических примерах осуществляется ознакомление с процессами использования современных справочных, правовых и поисковых систем в учебной и профессиональной деятельности. Учебное пособие рассчитано на студентов, приступающих к изучению вышеупомянутой дисциплины, а также для работников образовательных, правовых, статистических и иных учреждений.

Прикладная механика : учебное пособие ; сост.: В.Д. Бурдыкин, В.В. Шередекин. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Свободный доступ из интранета ВГАУ.

Учебное пособие по организации самостоятельной работы студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе».

Современные методы идентификации эндофитных бактерий и пути их использования в сельском хозяйстве : учебное пособие ; сост.: А.Л. Лукин, О.Б. Мараева. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 144 с.

Учебное пособие посвящено современным методам идентификации эндофитных бактерий. Возможность использования микроорганизмов-антагонистов является в настоящее время одной из актуальных задач при разработке систем защиты растений. Альтернативой химическим препаратам служат бактериальные, которые способны регулировать развитие патогенных популяций филопланы и почвы. В этом отношении особого внимания заслуживают эндофитные аэробные спорообразующие бактерии из рода *Bacillus*, заселяющие внутренние ткани здоровых растений. Среди самых важных биохимических свойств, присущих роду *Bacillus*, следует отметить их высокую антагонистическую активность к фитопатогенным организмам, что делает их потенциальными кандидатами для биологической защиты растений от болезней. В настоящее время продолжает оставаться актуальным использование классических и современных методов идентификации бактерий с применением полимеразной цепной реакции (ПЦР), описание которых приводится в пособии. Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе при подготовке студентов аграрных вузов по направлениям Агрономия (35.03.04), Агрохимия и Агрочвоведение (35.03.03), а также при выполнении научно-исследовательских работ в области агрохимии и растениеводства.

Современные технологии хлебопекарного производства : учебное пособие / Т.Н. Тертычная и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 188 с.

В учебном пособии дана подробная характеристика всех стадий и этапов процесса производства хлебобулочных изделий: прием и хранение сырья, подготовка сырья к производству, приготовление полуфабрикатов, брожение опары и теста, разделка, расстойка теста, выпечка, хранение хлеба и его отправка в торговую сеть. Приведены типовые технологические схемы процесса производства хлеба. Кроме того, приведены тест-вопросы для закрепления обучающимися изложенного материала и приобретения практических навыков, необходимых для самостоятельной работы в условиях производства. Предназначено для учащихся высших учебных заведений, обучающихся по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья».

Солнцев В.Н. Технологии и технические средства в сельском хозяйстве : учебное пособие / В.Н. Солнцев, В.И. Оробинский. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 303 с.

Учебное пособие предназначено для студентов аграрных вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». В пособии рассмотрены технологии выполнения работ в растениеводстве, мобильные энергетические средства и технологические машины, применяемые в сельскохозяйственном производстве, их устройство, процесс работы, сведения о регулировках рабочих органов. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» аграрных вузов страны.

Стекольников Н.В. Практикум по основам экотоксикологии : учебное пособие / Н.В. Стекольников. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 124 с.

В учебном пособии приведен материал, необходимый для изучения основных разделов курса «Основы экотоксикологии» и закрепления теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях. Лабораторные работы позволяют освоить: методы оценки загрязнения воздуха с использованием некоторых показателей растительных индикаторов; лишеноиндикацию; методику определения чувствительности растений к сернистому газу, хлору, аммиаку; формы и типы повреждений растений веществами, загрязняющими атмосферу; причины загрязнения пищевых продуктов нитратами и методику их определения в продуктах растениеводства; источники загрязнения воды и показатели ее качества; влияние экологических факторов на воздействие токсикантов на гидробионтов; определение токсичности почвы, воды и растительной продукции; метод оценки опасности загрязнения пахотных почв пестицидами; воздействие тяжелых металлов на живые организмы. Для обучающихся факультета агрономии, агрохимии и экологии.

Строение и развитие половых клеток : контрольно-обучающее электронное учебное пособие / В.И. Котарев и др. – Электрон. текстовые дан. – Свободный доступ из интранета ВГАУ.

Предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по специальности 111801.65 – ветеринария, направлениям 111900.62 – ветеринарно-санитарная экспертиза, 111100.62 – зоотехния.

Шапошник А.В. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / А.В. Шапошник, А.А. Звягин. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 76 с.

Настоящее учебное пособие представляет собой конспект лекций по избранным главам физической и коллоидной химии, являющейся составной частью курса химии для студентов факультета технологии и товароведения Воронежского ГАУ. Пособие разработано в соответствии с образовательными стандартами по направлениям подготовки профиля 35.03.07 – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 – «Продукты питания из растительного сырья». Цель пособия заключается в формировании у студентов общих представлений о предмете, задачах и методах физиче-

ской и коллоидной химии в целом. Основное внимание уделяется связи физической и коллоидной химии с пищевыми технологиями.

Шомин А.Е. Разведение хищных птиц : учебное пособие / А.Е. Шомин, Е.И. Шомина, О.В. Ларина. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 108 с.

В учебном пособии рассматриваются вопросы разведения хищных птиц. В первой главе пособия даны справочные материалы об основных русских ловчих птицах, приведены сведения о биологии птиц, их распространении и охранном статусе в России и области. Вторая глава посвящена истории соколиной охоты. Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению 36.03.02 – Зоотехния, также оно может быть полезно орнитологам и всем любителям птиц.

Эконометрика [Электронный ресурс] : продвинутый уровень : учебное пособие / А.Г. Буховец и др. ; под ред. А.Г. Буховца. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – Свободный доступ из интранета ВГАУ.

Учебное пособие адресовано магистрам направления 38.04.01 «Экономика», как в очной, так и в заочной формах обучения. По каждой теме в пособии представлены исходные данные для лабораторных работ, приводятся подробный анализ решения и интерпретация результатов типового примера. Выполнение всех работ представлено в двух вариантах: в системе пакета STATISTICA и табличного процессора Excel.

Эконометрика : практический курс : учебное пособие / А.Г. Буховец и др.; под ред. А.Г. Буховца. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 192 с.

Данное учебное пособие адресовано студентам и магистрам экономических профилей, изучающих курсы «Эконометрики» как в очной, так и в заочной формах обучения. По каждой теме в пособии представлены исходные данные для лабораторных работ, приводятся подробный анализ решения и интерпретация результатов типового примера. Выполнение всех работ представлено в двух вариантах: в системе пакета STATISTICA и табличного процессора Excel.

Электротехника и электроника : учебное пособие / М.Ю. Еремин и др. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. –152 с.

Представлены основные теоретические сведения по электротехнике и электронике, соответствующие рабочим программам дисциплины «Электротехника и электроника» для направления 35.03.06 «Агроинженерия» профилей подготовки: «Технические системы в агробизнесе», «Технический сервис в агропромышленном комплексе».

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

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» функционируют четыре диссертационных совета:  
Д 220.010.02, Д 220.010.03, Д 220.010.04 и Д 220.010.07.

Диссертационный совет Д 220.010.02 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальности

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство) (экономические науки).

Председатель – Терновых Константин Семенович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой организации производства и предпринимательской деятельности в АПК.

Заместитель председателя – Улезько Андрей Валерьевич, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем.

Ученый секретарь – Агибалов Александр Владимирович, кандидат экономических наук, зав. кафедрой финансов и кредита.

Диссертационный совет Д 220.010.03 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки);

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Кадыров Сабир Вагидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Заместитель председателя – Дедов Анатолий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений.

Ученый секретарь – Ващенко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологий.

Диссертационный совет Д 220.010.04 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки, сельскохозяйственные науки);

05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки).

Председатель – Оробинский Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Заместители председателя:

Гулевский Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры математики и физики;

Тарасенко Александр Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей.

Ученый секретарь – Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики.

Диссертационный совет Д 220.010.07 принимает к защите диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по специальностям:

03.02.14 – Биологические ресурсы (сельскохозяйственные науки);

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки).

Председатель – Мязин Николай Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Заместитель председателя – Житин Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

Ученый секретарь – Кольцова Ольга Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

---

Журнал принимает к публикации материалы, содержащие результаты оригинальных, ранее не опубликованных и не направленных для публикации в другие издания законченных исследований, освещающих проблемы АПК, достижения в области агрономии, агрохимии, биологических и химических наук, ветеринарной медицины, зоотехнии, почвоведения, селекции и биотехнологии, технологии хранения, переработки и качества сельскохозяйственной продукции, экологии, экономики.

Предлагаемые к опубликованию материалы должны соответствовать основным научным направлениям журнала по следующим отраслям наук или группам специальностей научных работников:

05.00.00 – Технические науки (технология продовольственных продуктов; процессы и машины агроинженерных систем);

06.00.00 – Сельскохозяйственные науки (агрономия; ветеринария и зоотехния);

08.00.00 – Экономические науки.

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 15.01.2019 г.

Подписано в печать 28.12.2018 г. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Бумага офсетная. Объем 32,9 п.л. Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 1100 экз. Заказ № 18922  
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