

ВЕСТНИК ISSN 2227-9407

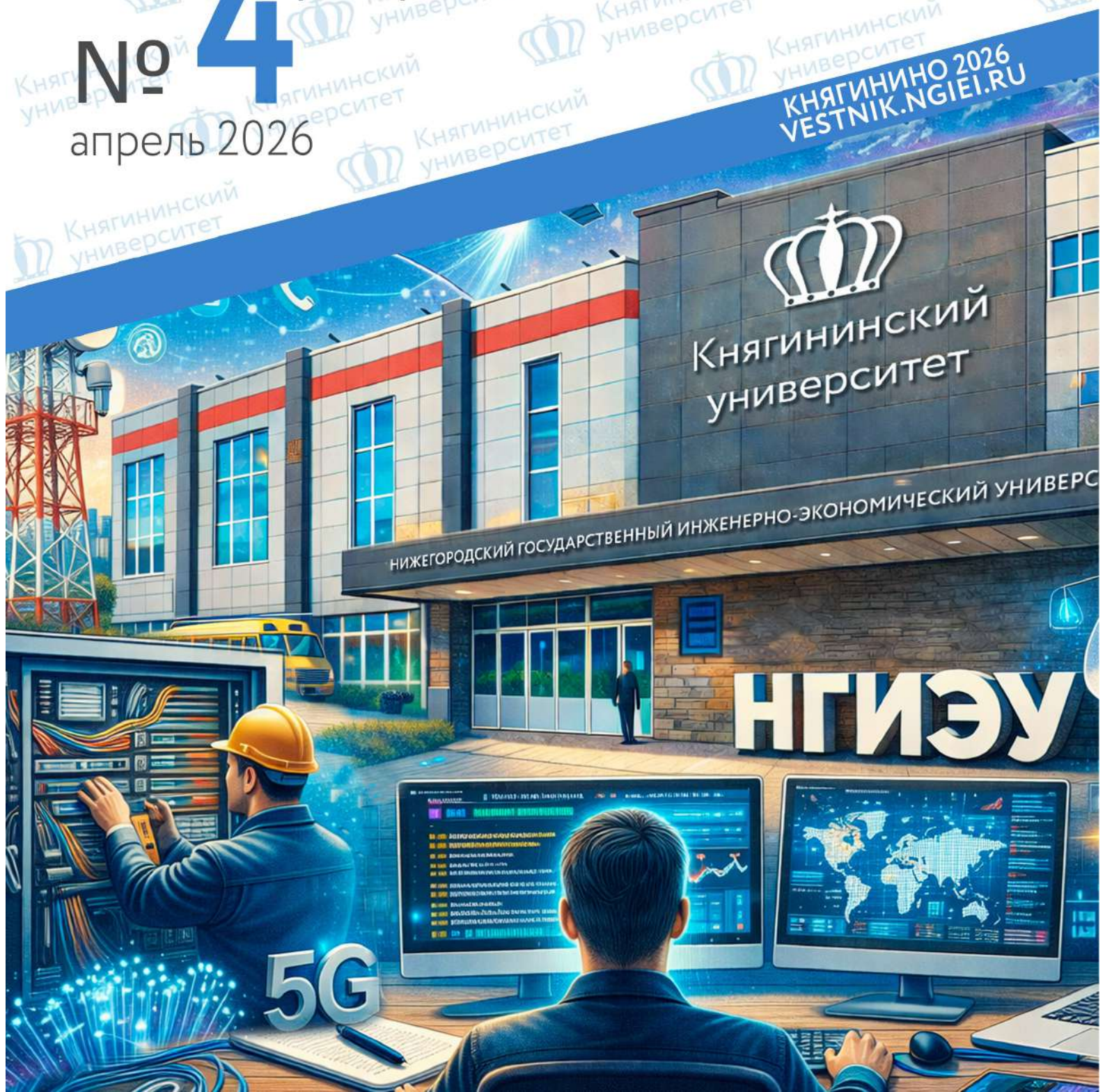
НГИЭИ

16+

№ 4 (179)

апрель 2026

КНЯГИНИНО 2026
VESTNIK.NGIEI.RU



5G

НГИЭУ

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Нижегородский государственный
инженерно-экономический университет

ВЕСТНИК НГИЭИ

Ежемесячный научный журнал
Издается с ноября 2010 года

ISSN 2227–9407

№ 4 (179)

Март
2026 г.

16+

СВЕДЕНИЯ О ЧЛЕНАХ РЕДКОЛЛЕГИИ

Главный редактор

Шамин Анатолий Евгеньевич – доктор экономических наук, профессор
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

Аксенов Александр Геннадьевич – доктор технических наук

«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Россия)

Алатырев Сергей Сергеевич – доктор технических наук, профессор

«Чувашский государственный аграрный университет» (Россия)

Андреев Василий Леонидович – доктор технических наук, профессор

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Башилов Алексей Михайлович – доктор технических наук, профессор

«Российский государственный аграрный университет –

Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева» (Россия)

Белов Александр Анатольевич – доктор технических наук

«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Россия)

Булатов Сергей Юрьевич – доктор технических наук, доцент

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Волхонов Михаил Станиславович – доктор технических наук, профессор

«Костромская государственная сельскохозяйственная академия» (Россия)

Кондратьева Надежда Петровна – доктор технических наук, профессор

«Удмуртский государственный аграрный университет» (Россия)

Косолапов Владимир Викторович – кандидат технических наук, доцент

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

(ответственный редактор технической рубрики)

Кучин Николай Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Левшин Александр Григорьевич – доктор технических наук, профессор «Российский

государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (Россия)

Лекомцев Петр Леонидович – доктор технических наук, профессор

«Удмуртский государственный аграрный университет» (Россия)

Максимов Иван Иванович – доктор технических наук, профессор

«Чувашский государственный аграрный университет» (Россия)

Михайлова Ольга Валентиновна – доктор технических наук, профессор

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Нечаев Владимир Николаевич – доктор технических наук, доцент

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Папков Борис Васильевич – доктор технических наук, профессор

«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

Журнал включен ВАК РФ
в перечень научных журналов,
в которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
ученой степени доктора
и кандидата наук
по научным отраслям
и группам специальностей:

4.3.1 Технологии, машины
и оборудование для
агропромышленного
комплекса (технические науки);
4.3.2 Электротехнологии,
электрооборудование
и энергоснабжение
агропромышленного комплекса
(технические науки);
5.2.3 Региональная и отраслевая
экономика (экономические науки).

Входит в перечень рецензируемых
научных журналов,
зарегистрированных в системе
«Российский индекс научного
цитирования»

Входит в базу научных
электронных библиотек:

«eLibrary.ru»

«Киберленинка»

«Лань»

Подписной индекс
журнала в агентстве
«Книга-Сервис»: 40740

Учредитель:
Государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский
государственный
инженерно-экономический
университет»

Сысуев Василий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, академик РАН «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого» (Россия)
Шамин Евгений Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)

5.2.3 Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Беспяхотный Геннадий Васильевич – доктор экономических наук, профессор, академик РАН «Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве» (Россия)
Волостнов Николай Степанович – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Ганин Дмитрий Владимирович – кандидат экономических наук, доцент «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Генералов Иван Георгиевич – доктор экономических наук, доцент «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Груздев Георгий Васильевич – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Дозорова Татьяна Александровна – доктор экономических наук, профессор «Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина» (Россия)
Долгова Ольга Алексеевна – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Заикин Вильямс Павлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Золин Игорь Евгеньевич – доктор социологических наук, доцент «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (Россия)
Золотов Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» (Россия)
Климук Владимир Владимирович – кандидат экономических наук, доцент «Барановичский государственный университет» (Беларусь)
Провалёнова Наталья Владимировна – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия) (заместитель главного редактора)
Проскура Дмитрий Викторович – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия)
Суслов Сергей Александрович – доктор экономических наук, профессор «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия) (ответственный редактор экономической рубрики)

Адрес редакции, издателя, типографии:
606340, Россия,
Нижегородская область,
город Княгинино,
улица Октябрьская, дом 22а

Сайт:
Учредителя <http://www.ngiei.ru>
Журнала <http://vestnik.ngiei.ru>
E-mail: ngieiipc@gmail.com

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

Свидетельство
о регистрации средства
массовой информации
ПИ № ФС77-52336
от 25.12.2012 г.

Ответственный за выпуск:
В. В. Косолапов,
С. А. Суслов
Корректор:
Т. А. Быстрова
Перевод на английский язык:
Т. Д. Ганина
Компьютерная верстка:
А. В. Шевелев

Подписано в печать:
30.04.2026 г.
по графику 16:00
фактически 15:00.
Дата выхода в свет:
30.04.2026 г.
Формат: 60×84, 1/8

Усл. печ. л. 16,63.
Уч.-изд. л. 14,29

Тираж 1 000 экз.
Заказ 16.
Цена свободная.

**State budgetary educational institution of higher education
«Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University»**

Bulletin NGIEI № 4 (179)

ISSN 2227–9407

The journal is included in the List of peer reviewed scientific journals published by the Higher Attestation Commission in which major research results from the dissertations of Candidates of Sciences (Ph. D.) and Doctor of Science (Dr. Sci.) degrees are to be published.

Scientific specialties of dissertations and their respective branches of science are as follows:

- 4.3.1 Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex;
- 4.3.2 Electrical technologies, electrical equipment and power supply in the agro-industrial complex;
- 5.2.3 Regional and sectoral economics.

The journal is indexed and archived in Russian Index of Science Citation

Included in the base of scientific electronic libraries:

«ELibrary.ru»

«Cyberleninka»

«Lan»

Subscription index of the magazine in the agency «Kniga-Service»: 40740

INFORMATION ABOUT THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Anatoly E. Shamin – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

4.3.1 Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

4.3.2 Electrical technologies electrical equipment and power supply of the agro-industrial complex

Alexander G. Aksenov – Dr. Sci. (Engineering), «Federal Scientific Agroengineering Center VIM», Russia

Vasily L. Andreev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

Sergey S. Alatyrev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Chuvash State Agricultural University», Russia

Alexey M. Bashilov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev», Russia

Alexander A. Belov – Dr. Sci. (Engineering), «Federal Scientific Agroengineering Center VIM», Russia

Sergey Yu. Bulatov – Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

Mikhail S. Volkhonov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Kostroma State Agricultural Academy», Russia

Nadezhda P. Kondratyeva – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Udmurt State Agricultural University», Russia

Vladimir V. Kosolapov – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia (executive editor of the technical section)

Nikolay N. Kuchin – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

Alexander G. Levshin – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev», (Russia)

Petr L. Lekomtsev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Udmurt State Agricultural University», Russia

Ivan I. Maksimov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Chuvash State Agricultural University», Russia

Olga V. Mikhailova – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

Vladimir N. Nechaev – Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia

Boris V. Papkov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Vasily A. Sysuev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences,
«Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitskogo», Russia
Evgeny A. Shamin – Ph. D. (Economy), Associate Professor,
«Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia (Deputy Editor-in-Chief)

5.2.3 Regional and sectoral economy

Gennady V. Bespakhotny – Dr. Sci. (Economy), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences,
«All-Russian Research Institute of Agricultural Economics», Russia
Nikolay S. Volostnov – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Dmitry V. Ganin – Ph. D. (Economy), Associate Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University»,
Russia
Ivan G. Generalov – Dr. Sci. (Economy), Associate Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University»,
Russia
Georgy V. Gruzdev – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Tatiana A. Dozorova – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin»,
Russia
Olga A. Dolgova – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Viliams P. Zaikin – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Igor E. Zolin – Dr. Sci. (Sociology), Associate Professor, «The Russian Presidential Academy of National Economy
and the Public Administration», Russia
Alexander V. Zolotov – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod», Russia
Vladimir V. Klimuk – Ph. D. (Economy), Associate Professor, «Baranovichy State University» (Belarus)
Natalya V. Provalenova – Dr. Sci. (Economy), Professor,
«Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia (Deputy Editor-in-Chief)
Dmitry V. Proskura – Dr. Sci. (Economy), Professor, «Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia
Sergey A. Suslov – Dr. Sci. (Economy), Professor,
«Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University», Russia (executive editor of the economic section)

СОДЕРЖАНИЕ

4.3.1 ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- Болоев П. А., Бураев М. К., Аносова А. И., Бураева Г. М., Шуханов С. Н.**
Обеспечение надежности ДВС резервированием элементов 7
- Емцев В. В., Стекольников Ю. А., Титова И. В., Астанин В. К., Стекольников Н. Ю.**
Ремонт изношенных шеек коленчатых валов тракторных двигателей гальваническими покрытиями 18
- Смирнов Д. Ю., Бузовера М. Э., Ерзина М. М., Герасимов С. И., Каныгин И. И.**
Предпосевная обработка семян ячменя продуктами детонации газовой взрывчатой смеси 35

4.3.2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- Кашин Я. М., Копелевич Л. Е., Самородов А. В., Ким В. А., Мараховский Е. А.**
Математическая модель гидро-ветро-солнечной генераторной установки для системы автономного электроснабжения АПК 48
- Припоров И. Е., Садов В. В.**
Системный подход к структуре технологической линии приготовления подсолнечного жмыха 60

5.2.3 РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

- Бабошкин Г. Н., Орлов А. И., Коломейченко А. В.**
Сравнение методов экономической оценки сельскохозяйственной техники в системе государственных стандартов 71
- Губанова Е. В., Зазимко В. Л., Газизьянова Ю. Ю.**
Формирование устойчивой модели развития АПК региона на основе сочетания экономической эффективности и развития сельских территорий 83
- Иванова А. А.**
Развитие ресурсного потенциала сельского хозяйства региона: от диагностики достаточности к адресным траекториям трансформации 94
- Кузьмина А. О.**
Институциональные преобразования в агропромышленном комплексе: теоретико-методологические основы и направления исследований 109
- Овчинникова Н. В., Генералов И. Г.**
Специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики и перспективные направления развития производства сельскохозяйственной продукции в них 123

- ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ** 134

CONTENTS

4.3.1 TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

- Boloev P. A., Buraev M. K., Anosova A. I., Buraeva G. M., Shukhanov S. N.**
Ensuring the reliability of internal combustion engines with redundancy elements 7
- Emtsev V. V., Stekolnikov Yu. A., Titova I. V., Astanin V. K., Stekolnikova N. Yu.**
Repair of worn necks of crankshafts of tractor engines by electroplating 18
- Smirnov D. Yu., Buzoverya M. E., Erzina M. M., Gerasimov S. I., Kanygin I. I.**
Pre-sowing treatment of barley seeds with detonation products of a gas explosive mixture 35

**4.3.2 ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

- Kashin Ya. M., Kopelevich L. E., Samorodov A. V., Kim V. A., Marakhovsky E. A.**
Mathematical model of the hydro-wind-solar generator set for systems
of autonomous power supply to AIC 48
- Priporov I. E., Sadov V. V.**
A systematic approach to the structure of the sunflower cake production line 60

5.2.3 REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

- Baboshkin G. N., Orlov A. I., Kolomeychenko A. V.**
Comparison of methods of economic assessment of agricultural machinery
in the system of state standards 71
- Gubanova E. V., Zazimko V. L., Gazizyanova Yu. Yu.**
Formation of a sustainable model for the development of the agro-industrial complex
of the region based on a combination of economic efficiency and rural development 83
- Ivanova A. A.**
Development of the resource potential of regional agriculture:
from sufficiency diagnostics to targeted transformation trajectories 94
- Kuzmina A. O.**
Institutional transformations in the agro-industrial complex:
theoretical and methodological foundations and research directions 109
- Ovchinnikova N. V., Generalov I. G.**
Specific features of the functioning of small forms of farming in the agricultural sector
of the economy and promising directions for the development of agricultural production in them 123

REQUIREMENTS FOR REGISTRATION OF PUBLISHED ARTICLES 134

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

4.3.1 ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Научная статья

УДК 629.114.2

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-7-17

EDN TGDNJS



Обеспечение надежности ДВС резервированием элементов

Петр Антонович Болоев¹, Михаил Кондратьевич Бураев², Анна Иннокентьевна Аносова³,
Галина Михайловна Бураева⁴, Станислав Николаевич Шуханов⁵✉

¹ Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия

^{2, 3, 4} Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

⁵ Иркутский государственный университет, Иркутск, Иркутская обл., Россия

¹ boloev.pioter.irgsh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3940-1296>

² burae@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5028-7511>

³ a.anosova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9910-8892>

⁴ lavaki2009@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4829-2052>

⁵ Shuhanov56@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-2134-6871>

Аннотация

Введение. Условия эксплуатации машин в сельскохозяйственном производстве приводят к снижению многих технологических, мощностных, конструктивных и других параметров поршневых двигателей внутреннего сгорания и их составных частей, вызывая нестабильность осуществляемых рабочих режимов. Имеет место расхождение между стендовыми характеристиками и реальными эксплуатационными показателями. Цель исследования – обеспечить повышение надежности составных элементов ДВС в условиях меняющейся нагрузки и условий функционирования.

Условия и методы исследования. Обеспечить повышение надежности элементов двигателей внутреннего сгорания в условиях меняющейся нагрузки и условий работы можно на основе стабилизации нагрузки применением демпферов и электронных систем управления подачей топлива, а также строгого соблюдения регулировочных параметров на основе регулярной диагностики, а в случаях выхода их за допустимые пределы – вмешательством службы технического сервиса.

Результаты и обсуждение. Важным является свойство объекта сохранять ограниченную работоспособность при наличии дефектов или отказов некоторых элементов, которые можно устранить структурно-параметрическим резервированием, при котором восстановление сопряжения достигается применением деталей с повышенными показателями износостойкости и динамической прочности. Это показано на примере анализа кривых распределения износа гильз цилиндров и поршневых колец двигателя внутреннего сгорания и рекомендованной замены колец без нарушения общей работоспособности машин.

Заключение. Резервирование и введение некоторой избыточности элементов позволяют увеличить работоспособность и долговечность тракторов в реальных условиях сельскохозяйственного производства. Предложенные в статье меры по повышению надежности функционирования автотракторных двигателей имеют как научное, так и практическое значение, подчеркивают важность данных исследований в повышении эффективности их эксплуатации.



Ключевые слова: автотракторные двигатели, надежность, отказы, сельскохозяйственное производство, эксплуатационные показатели

Для цитирования: Болоев П. А., Бураев М. К., Аносова А. И., Бураева Г. М., Шуханов С. Н. Обеспечение надежности ДВС резервированием элементов // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 7–17. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-7-17. EDN TGDNJS.

Ensuring the reliability of internal combustion engines with redundancy elements

Petr A. Boloev¹, Mikhail K. Buraev², Anna I. Anosova³, Galina M. Buraeva⁴, Stanislav N. Shukhanov^{5✉}

¹ Buryat State University named after. Dorzhi Banzarova, Ulan-Ude, Republic of Buryatia, Russia

^{2, 3, 4} Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Molodezhny settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

⁵ Irkutsk State University, Irkutsk, Irkutsk region, Russia

¹ boloev.pioter.irgsh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3940-1296>

² buraev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5028-7511>

³ a.anosova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9910-8892>

⁴ lavaki2009@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4829-2052>

⁵ Shukhanov56@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-2134-6871>

Abstract

Introduction. Agricultural machinery operating conditions lead to a decrease in many technological, power, design, and other parameters of reciprocating internal combustion engines and their components, causing instability in operating modes. There is a discrepancy between bench-scale characteristics and actual operating parameters. The objective of the study is to improve the reliability of internal combustion engine components under changing load and operating conditions.

Research conditions and methods. Improving the reliability of internal combustion engine components under changing load and operating conditions can be achieved by stabilizing the load using dampers and electronic fuel control systems, as well as by strictly adhering to adjustment parameters through regular diagnostics and, if these parameters exceed acceptable limits, by facilitating technical service intervention.

Results and discussion. An important property of an object is its ability to maintain limited performance in the presence of defects or failures of some components. These can be eliminated through structural and parametric redundancy, in which the restoration of the mating relationship is achieved by using parts with increased wear resistance and dynamic strength. This is demonstrated by analyzing the wear distribution curves of cylinder liners and piston rings of an internal combustion engine, and the recommended ring replacement without affecting the overall performance of the machine.

Conclusion. Redundancy and the introduction of some redundancy in components can increase the performance and durability of tractors in real-world agricultural production conditions. The measures proposed in this article for improving the reliability of automotive and tractor engines have both scientific and practical significance, emphasizing the importance of this research in improving their operational efficiency.

Keywords: automotive and tractor engines, reliability, failures, agricultural production, performance indicators

For citation: Boloev P. A., Buraev M. K., Anosova A. I., Buraeva G. M., Shukhanov S. N. Ensuring the reliability of internal combustion engines with redundancy elements // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 7–17. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-7-17. EDN TGDNJS.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Введение

Качественные и количественные характеристики функционирования поршневых двигателей внутреннего сгорания автотракторной техники ухудшаются под воздействием большого многообразия как внешних, так и внутренних факторов. Следствием этого являются неисправности и отказы, приводящие не только к частичной, но и к полной потере производительности, а также простоям машинно-тракторных агрегатов, используемых в сельскохозяйственном производстве [2]. Для оценки надежности работы двигателей внутреннего сгорания необходимо иметь максимально полную информацию о характере отказов составляющих его частей, возникающих в условиях реальной эксплуатации мобильной техники.

К некоторым качественным характеристикам функционирования двигателей относятся: конструктивные параметры (в частности, объем камеры сгорания, а также рабочий объем цилиндра и степень сжатия); показатели, характеризующие состав топливоздушную смеси (например, коэффициент избытка воздуха и коэффициент остаточных газов); показатели, характеризующие процессы сгорания (а именно коэффициент молекулярного изменения горючей смеси, включая коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси).

Некоторые количественные характеристики работы силового агрегата включают в себя: выходные показатели (мощность, кроме того, крутящий момент и удельный расход топлива); скоростные характеристики (внешняя, а также частичная скоростная характеристика); нагрузочную характеристику; регулировочную характеристику.

Улучшение эксплуатационных показателей автотракторных двигателей достигается посредством повышения мощности, в том числе экономичности и, кроме того, экологичности ДВС [6]. Одним из наиболее эффективных средств воздействия на рабочий процесс двигателей внутреннего сгорания является стабилизация нагрузочных режимов, а также цикловой подачи топлива, приближающая их к значениям стендовых испытаний по ГОСТ 18509-88, ГОСТ 14846-2003. Для достижения этой цели используют демпферы, включая электронные системы управления топливopодачей, корректное соблюдение регулировочных показателей по результатам выполнения диагностики и технического обслуживания [4]. Также имеет большое значение накопленный опыт водителей мобильной

техники, качество подготовки поля для возделывания сельскохозяйственных культур, рельеф местности и атмосферные условия. Не составляет исключение в этом плане применяемая комплектация посевных и уборочных комплексов, а также технологических комплексов [11]. Все это предусматривает комплексный подход к оптимизации процессов топливоподачи, смесеобразования и диагностированию топливоподающей системы силовых агрегатов в ходе их эксплуатации [12].

Для улучшения экологических и экономических показателей функционирования силовых агрегатов используются различные альтернативные виды топлива с применением различных добавок, присадок или вплоть до полной их замены газовыми видами топлив – пропан-бутановой смесью, в том числе метаном, а также водотопливными эмульсиями [9].

Статистические стендовые характеристики по ГОСТам существенным образом отличаются от эксплуатационных. Эксплуатационные режимы автотракторных двигателей представляют собой неустановившиеся, характеризующиеся случайными колебаниями коленчатого вала, которые оказывают значительное влияние на процессы не только топливоподачи, но и смесеобразования, включая сгорание [1; 10; 16; 17; 18; 19].

Все эти эксплуатационные режимы оказывают значительную корреляцию на изменение регулировок узлов и деталей, которые влекут за собой необходимость осуществления корректировки проведения технического обслуживания и диагностики, и в конечном итоге влияют на надежность технических систем [11].

Эксплуатационные факторы по характеру воздействия на используемый объект структурируют на:

- объективные, формирующиеся за счет воздействия внешней среды. Они не зависят от человеческого влияния;
- субъективные, образующиеся в процессе работы обслуживающего персонала.

К внешним факторам относятся климатические – высокие и низкие температуры окружающей среды, показатели влажности, уровень солнечной радиации, рельеф местности, механические воздействия (вибрация, неровности рельефа), агрессивная среда и другие. Под влиянием внешних факторов имеют место быть такие явления, как старение, включая износ, а также коррозия и усталостная прочность. В результате неблагоприятного воздействия резко ухудшают

ся свойства конструкционных и, кроме того, эксплуатационных материалов [2; 5; 15; 20].

Воздействия климатических факторов являются причиной определенного вида отказов. В частности, наблюдается возрастание потока отказов. Перечень аспектов, вызывающих эти процессы, включает в себя: нагрузки, носящие случайный характер, в том числе усталостные явления в металле, результат действия сил трения, непрерывного изменения физических, а также химических свойств материалов (например, металлы, различные пластмассы, резины, композиты и другие), кроме того, смазочных, охлаждающих и технических жидкостей.

Изменение эксплуатационных характеристик материалов в сторону ухудшения, а также условий функционирования технических средств влечет за собой как пусковые, так и нагрузочные отказы и в дополнение ускоряет возникновение внезапных, в том числе постепенных отказов при функционировании силовых агрегатов автотракторной техники.

Перечень субъективных эксплуатационных элементов включает в себя степень квалификации обслуживающего персонала, уровень организации и качество проводимого технического обслуживания и ремонта. Также к нему относятся применяемые методы и способы организации эксплуатации, кроме того, организация наиболее полного сбора и корректного анализа сведений о надежности систем. Результаты ранее проведенных исследований демонстрируют, что в пределах от 25 до 40 % отказов формируются недостаточно качественным обслуживанием – нарушением инструкций и предусмотренного регламента по эксплуатации, допущенными ошибками в восприятии сигналов, а также запаздыванием в действии оператора и т. д. [11].

Цель работы – обеспечение и повышение надежности двигателей внутреннего сгорания и его отдельных элементов, зависящих от стабилизации нагрузок и режимов работы.

Материалы и методы

Рассчитать систему на надежность следует с учетом результатов испытаний и эксплуатации в конкретных условиях работы. На основании этих расчетов разработать комплекс мер по повышению надежности, установить слабые места систем и корреляцию с определенными факторами.

Результаты и обсуждение

Значения надежности отдельных элементов технической системы определяются в зависимости

от режима и условий их функционирования, учитывают непрерывность, включая периодичность, а также многократность воздействия эксплуатационных факторов [3].

На дизельных двигателях тракторной техники имеет место параллельно-последовательная работа элементов механизмов и систем. Надежность, то есть вероятность безотказного функционирования каждого элемента, рассчитывается в соответствии с зависимостью [7]

$$P_i = P, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

следовательно, отказ:

$$q = 1 - p^n \quad (2)$$

и надежность всей системы будет тождественна:

$$P_{\Sigma} = 1 - (1 - p^n)^m = 1 - q^m. \quad (3)$$

Здесь при $m \rightarrow \infty$ получаем $P_\Sigma \rightarrow 1$, а при $n \rightarrow \infty$, $P_\Sigma \rightarrow 0$. При одновременном увеличении чисел n и m ($n \rightarrow \infty$, $m \rightarrow \infty$) значение надежности уменьшается и $P_\Sigma \rightarrow 0$.

При последовательном соединении n групп из m параллельно соединенных элементов надежность определится следующим образом:

$$P_m = 1 - (1 - P)^m, \quad (4)$$

а надежность функционирования будет тождественна

$$P_{\Sigma} = (P_m)^n = [1 - (1 - p)]^n. \quad (5)$$

Здесь при $m \rightarrow \infty$ получаем $P_\Sigma \rightarrow 1$, а при $n \rightarrow \infty$, $P_\Sigma \rightarrow 0$ и при $m \rightarrow \infty$ и $n \rightarrow \infty$ значение $P_\Sigma \rightarrow 1$.

При равных значениях n и m и различной надежности каждой из частей P_i вероятность отказа любой группы вычисляется в соответствии с зависимостью

$$P_i = \prod_{j=1}^{i-m_j} q_i = \prod_{j=1}^{i-m_j} (1 - p_j). \quad (6)$$

Здесь необходим резерв, который может быть нагруженный, функционирующий в режиме основного элемента, например, цилиндр двигателя или не нагруженный – запасные агрегаты или детали.

Разлагая структурную схему на последовательные, а также параллельные ветви группы, элементы, можно соответственно определить результирующую надежность

$$P_{a\Sigma} = \prod_{i=1}^{n_a} \left[1 - \prod_{j=1}^{i-m_j} (1 - p_j) \right],$$

$$P_{b\Sigma} = \prod_{i=1}^{n_b} [1 - \prod_{j=1}^{i-m_j} (1 - p_j)].$$

И соответствующие им значения надежности:

$$q_{a\Sigma} = 1 - P_{a\Sigma},$$

$$q_{b\Sigma} = 1 - P_{b\Sigma}.$$

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Результирующая надежность для последовательно соединенной ветви определяется в соответствии с зависимостью:

$$P_{\Sigma} = P_{a\Sigma} \cdot P_{b\Sigma} \cdot \dots \cdot P_{z\Sigma}. \quad (7)$$

С помощью резервирования, реализацией метода повышения надежности системы посредством введения избыточности осуществляется достижение сохранения работоспособного состояния, применяемого силового агрегата при возникновении отказа одного или нескольких его элементов. Особую ак-

туальность это имеет в период посевной или же уборочной страды [3]. Износ деталей, входящих в цилиндропоршневую группу (ЦПГ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС), является ключевым условием, которое оказывает влияние на выполнение их резервирования. Это обусловлено тем, что износ элементов ЦПГ (поршней, в том числе гильз, а также поршневых колец) является причиной возникновения различных неисправностей, которые требуют ремонта [5].

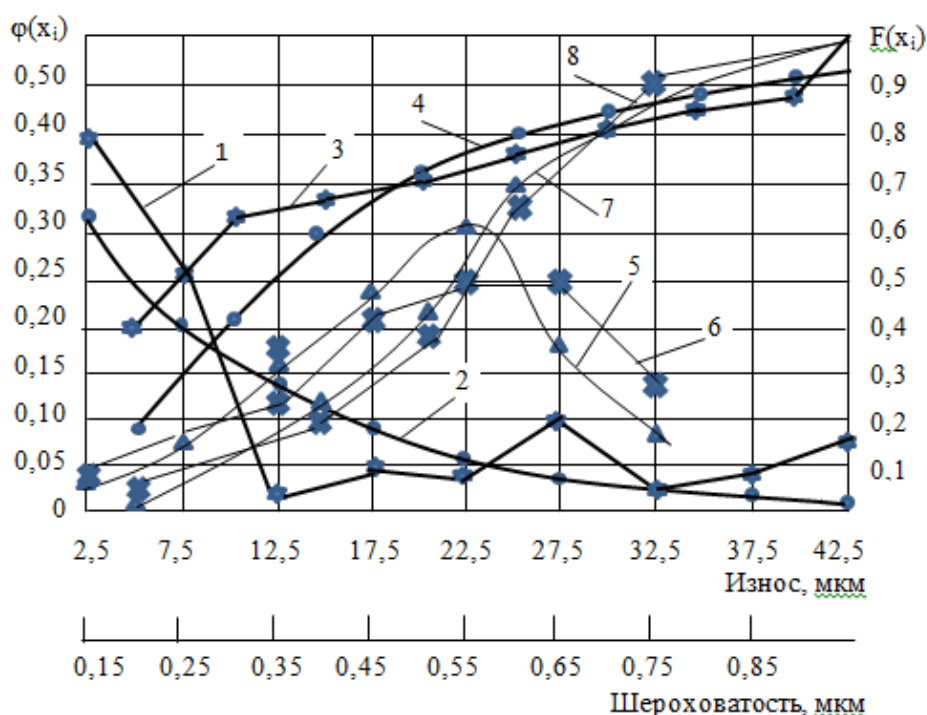


Рис. 1. Распределение износа поршневых колец и шероховатость гильз цилиндров дизеля Д-240:

- 1 и 2 – экспериментальная и выравненная кривые распределения износа поршневых колец;
- 3 и 4 – интегральные функции распределения кривых 1, 2;
- 6 и 5 – экспериментальная и выравненная кривые распределения шероховатости гильз цилиндров;
- 7 и 8 – интегральные функции распределения кривых 5 и 6

Fig. 1. Distribution of piston ring wear and cylinder liner roughness for the D-240 diesel engine:

- 1 and 2 – experimental and adjusted piston ring wear distribution curves;
- 3 and 4 – integral distribution functions of curves 1 and 2;
- 6 and 5 – experimental and adjusted cylinder liner roughness distribution curves;
- 7 and 8 – integral distribution functions of curves 5 and 6

Источник: разработано авторами по результатам исследований

В основу представленного графика положены результаты измерений износа лунок, нанесенных на трущиеся поверхности гильз цилиндров и, кроме того, поршневых колец. В дальнейшем были определены характеристики рассеивания, в том числе математического ожидания, а также среднеквадратического отклонения.

Полученные результаты анализа кривых распределения износа гильз цилиндров и, кроме того, поршневых колец свидетельствуют о том, что процесс износа поршневых колец протекает неравномерно и несколько интенсивнее, по сравнению с износом гильз цилиндров. Поэтому поршневые кольца не позволяют обеспечить безотказное функциониро-

вание силового агрегата на заданный послеремонтный период эксплуатации. Отказ этих деталей имеет место быть при возникновении случая, когда нагрузка (H) превысит прочность (Π) (заштрихованная область на рис. 2). Замена этих элементов обеспечивается с помощью структурно-параметрического резервирования. При реализации которого восстановление сопряжения достигается применением деталей с повышенными показателями износостойкости, а также динамической прочности [7].

Работу по замене запчастей на силовом агрегате можно осуществить без его демонтажа с авто-тракторной техники, если диагностирование состояния гильзы показало удовлетворительное состояние. При этом необходимо выполнить следующие

операции: слить моторное масло, затем демонтировать головку блока цилиндров и поддон картера, далее поставить поршень в нижнюю мертвую точку и в последующем снять крышку шатуна, а также шатун с поршнем.

По заводской маркировке на поршне из числа зарезервированных деталей выбираются запчасти, соответствующие данному типу поршня. Перед установкой новых поршневых колец поршень устанавливается в цилиндр, чтобы определить торцевой зазор колец. Зазор должен быть не больше величины, заявленной в рекомендациях от производителя. В случае выявления зазора меньше заявленного можно самостоятельно подпилить торцы с помощью надфиля.

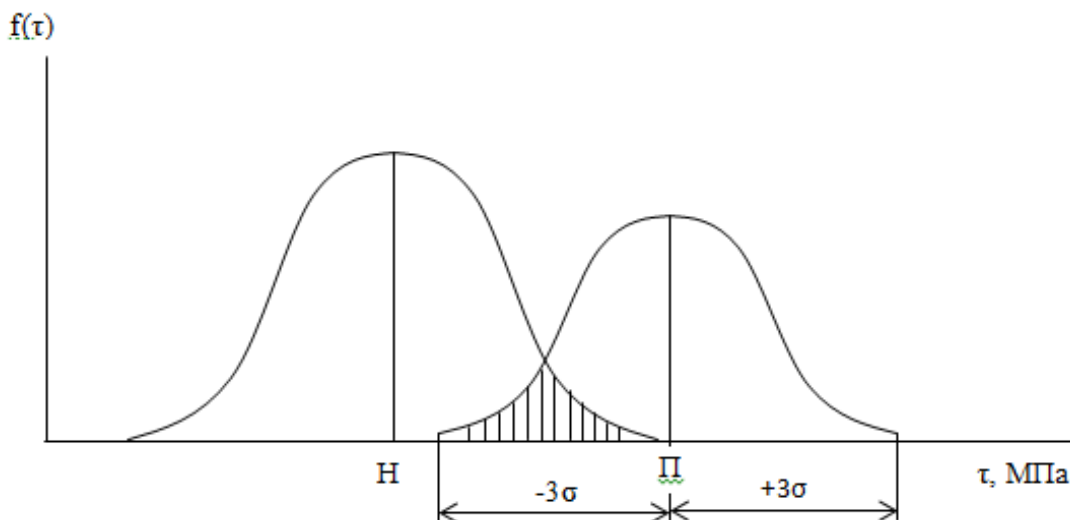


Рис. 2. Распределение нагрузки (Н) и прочности (Π) поршневых колец

Fig. 2. Distribution of load (N) and strength (P) of piston rings

Источник: разработано авторами по результатам исследований

Например, 4-цилиндровый поршневой двигатель внутреннего сгорания способен к работе исключительно только при функционировании всех 4 цилиндров, $x_p = 4$ со значением вероятности отказа каждого цилиндра $p = 0,8$ для нерезервированной системы вероятность безотказной работы (ВБР) будет тождественна

$$P_{\text{л}}(x_{\text{п}}=4) = p^4 = 0,80^4 = 0,410.$$

Значение вероятности отказа тождественно

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - 0,41 = 0,590.$$

Если замены колец осуществляются резервными без снятия силового агрегата с автотракторной техники при сохранении заданных функций, то при отказе только одного цилиндра ($x_p \geq 3$) ВБР двигателя соответствует:

$$P_{\text{Д}}(x_{\text{p}} \geq 3) = 0,80^4 \cdot 0,200 + 4 \cdot 0,80^3 \cdot 0,201 = \\ = 0,41 + 0,41 = 0,820.$$

Значение вероятности отказа тождественно $Q(t) = 1 - P(t) = 0,180$, то есть снизилось в 3,3 раза.

Следовательно, используемая система резервирования позволяет повысить надежность силового агрегата в эксплуатации почти в 3 раза.

За счет правильного выбора времени замены поршневых колец обеспечивается значительное повышение срока службы ключевых составляющих частей цилиндропоршневой группы. Для этого необходимо выполнение предремонтного диагностирования и превентивной замены элементов. В условиях реальной эксплуатации можно неоднократно заменять отказавшие детали и узлы запас-

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ными частями (рис. 3). Максимальный эффект достигается за счет реализации смешанного резервирования, предусматривающего скользящее резерви-

рование, сопряженное с замещением и восстановлением отказавших составляющих частей без нарушения работоспособности машин.



Рис. 3. Замена поршневых колец, не снимая двигатель с трактора
Fig. 3. Replacing piston rings without removing the engine from the tractor
Источник: разработано авторами по результатам исследований

Заключение

Учёт закономерностей изменения параметров автотракторного двигателя в процессе эксплуатации и разработка методов, которые учитывают эти отклонения, нивелируют дестабилизирующее влияние внешних и внутренних факторов на их надежность. Создание избыточности низкоресурсных элементов путем резервирования позволяет обеспечить повы-

шение надежности двигателей внутреннего сгорания в условиях меняющейся нагрузки и условий функционирования. Превентивная замена элементов силового агрегата с применением скользящего резервирования с замещением и восстановлением отказавших элементов без нарушения работоспособности мобильных машин позволяет повысить его надежность в эксплуатации почти в 3 раза.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Болоев П. А., Бураев М. К., Ямпиров С. С. [и др.]. Моделирование систем управления сельскохозяйственной техники // Вестник ВСГУТУ. 2023. № 3 (90). С. 66–72. DOI 10.53980/24131997_2023_3_66.
2. Ильин П. И., Хороших О. Н. Диагностирование эксплуатационных показателей во время и после работы машинно-тракторного агрегата // Актуальные вопросы аграрной науки. 2024. № 53. С. 17–25. DOI 10.51215/2411-6483-2024-53-17-25.
3. Курносков А. Ф., Гуськов Ю. А., Долгушин А. А. Определение поцилиндровой мощности двигателя внутреннего сгорания при работе в режиме свободного разгона // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. № 1. С. 12–20. EDN: VAJMXO. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-12-20.
4. Лисунов Е. А. Обеспечение надежности машин резервированием // Вестник НГИЭИ. 2017. № 4 (71). С. 44–50. EDN: YLGACL
5. Неговора А. В., Разянов М. М., Курдин П. Г., Филиппов Ю. К., Токарев В. А. Современные проблемы эксплуатации автомобилей в условиях низких температур независимо от климатической зоны // Журнал автомобильных инженеров. 2017. № 4 (105). С. 36–41. EDN: YQYFXW
6. Петров Н. В., Друзьянова В. П. Методика расчёта содержания токсичных компонентов в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания, работающих на природном газе и биогазовом топливе – Агро-ЭкоИнфо. 2022. № 4 (52). EDN: QNFZEE
7. Сорокин М. А. Анализ методов диагностирования дизелей // Молодой учёный. В 2 частях, Пенза, 23 января 2024 года. Том 5. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2024. С. 114–121. EDN BPLSHV.

**TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT
FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

20. *Кривцов С. Н., Яковчук С. П.* Метод диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильного двигателя // Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации. Улан-Удэ, 12–13 сентября 2023 года. Улан-Удэ : Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2023. С. 99–104. DOI 10.53980/9785907746091 99.

Дата поступления статьи в редакцию 22.01.2026; одобрена после рецензирования 25.02.2026;
принята к публикации 26.02.2026.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Информация об авторах:

П. А. Болоев – д.т.н., профессор кафедры общей и теоретической физики, SPIN-код: 1692-5962;

М. К. Бураев – д.т.н., профессор кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин, SPIN-код: 2898-6398;

А. И. Аносова – к.т.н., доцент кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин, SPIN-код: 1761-9935;

Г. М. Бураева – ст. преподаватель кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин, SPIN-код: 7818-2011;

С. Н. Шуханов – д.т.н., профессор кафедры технологии и предпринимательства и методики их преподавания, SPIN-код: 6382-4059;

Заявленный вклад авторов:

Болоев П. А. – формирование основной концепции исследования. цели и задачи исследования.

Бураев М. К. – определение цели и задачи исследования.

Аносова А. И. – разработка методики исследования.

Бураева Г. М. – подготовка текста, формирование выводов.

Шуханов С. Н. – анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Boloev P. A., Buraev M. K., Yampilov S. S. i dr., Modelirovanie sistem upravleniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Modeling of control systems of agricultural machinery], *Vestnik VSGUTU [Bulletin ESSTU]*, 2023, No. 3 (90), pp. 66–72, DOI 10.53980/24131997_2023_3_66.

2. Il'in P. I., Khoroshikh O. N., Diagnostirovanie ekspluatatsionnykh pokazateley vo vremya i posle raboty mashinno-traktornogo agregata [Diagnostics of operational performance indicators during and after operation of the machine and tractor unit], *Aktual'nye voprosy agrarnoy nauki [Current issues of agricultural science]*, 2024, No. 53, pp. 17–25, DOI 10.51215/2411-6483-2024-53-17-25.

3. Kurnosov A. F., Gus'kov Yu. A., Dolgushin A. A., Opredelenie potsilindrovoy moshchnosti dvigatelya vnutrennego sgoraniya pri rabote v rezhime svobodnogo razgona [Determination of cylinder-by-cylinder power of an internal combustion engine operating in free acceleration mode], *Tekhnicheskii servis mashin [Technical service of machines]*, 2024, Vol. 62, No. 1, pp. 12–20, EDN VAJMXO, DOI 10.22314/2618-8287-2024-62-1-12-20.

4. Lisunov E. A., Obespechenie nadezhnosti mashin rezervirovaniem [Ensuring reliability of machines by redundancy], *Vestnik NGIEI [Bulletin of NSIEI]*, 2017, No. 4 (71), pp. 44–50, EDN YLGACL.

5. Negovora A. V., Razyapov M. M., Kurdin P. G., Filippov Yu. K., Tokarev V. A., Sovremennye problemy ekspluatatsii avtomobiley v usloviyakh nizkikh temperatur nezavisimo ot klimaticheskoy zony [Modern problems of vehicle operation under low-temperature conditions regardless of climate zone], *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov [Journal of automotive engineers]*, 2017, No. 4 (105), pp. 36–41, EDN YQYFXW.

6. Petrov N. V., Druz'yanova V. P., Metodika rascheta sodержaniya toksichnykh komponentov v otrabotavshikh gazakh dvigateley vnutrennego sgoraniya, rabotayushchikh na prirodnom gaze i biogazovom toplive [Methodology for calculating the content of toxic components in exhaust gases of internal combustion engines operating on natural gas and biogas fuel], *Agro-EkoInfo [Agro-EcoInfo]*, 2022, No. 4 (52), EDN QNFZEZ.

7. Sorokin M. A., Analiz metodov diagnostirovaniya dizeley [Analysis of diesel diagnostics methods], *Molodoy uchenyy [Young scientist]*, In 2 parts, Penza, 23 January 2024, Vol. 5, Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2024, pp. 114–121, EDN BPLSHV.

8. Romanov D. A., Nesterov A. A., Razrabotka metodiki ekspertnogo issledovaniya prichin vykhoda iz stroya dvigateley vnutrennego sgoraniya [Development of a methodology for expert investigation of causes of internal combustion engine failures], *Studencheskaya nauka – vzglyad v budushchee [Student science – a look into the future]*, Krasnoyarsk, 27–29 February 2024, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, 2024, pp. 268–270, EDN QZUYEZ.

11. Redreev G. V., Laskin A. S., Shmelev A. Yu., Tekhnicheskiiy servis mashin pri proizvodstve polevykh rabot [Technical service of machines during field operations], *Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitiy sel'skikh territoriy* [The role of agricultural science in sustainable development of rural areas], Novosibirsk, 25 December 2017, Novosibirsk, IC Zolotoy kolos, 2017, pp. 481–484, EDN XTUMAC.

13. Golotsukov E. V., Tsyapkina I. V., K voprosu remonta DVS [On the issue of internal combustion engine repair], *Gorinskie chteniya. Innovatsionnye resheniya dlya APK* [Gorin readings. Innovative solutions for the agro-industrial complex], Mayskiy, 24–25 February 2021, Vol. 3, Mayskiy, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, 2021, p. 101, EDN UCXHZX.

14. Chupin A. I., Merkutov S. A., Kazakov A. V., Remont DVS na spetsializirovannom predpriyatii [Repair of internal combustion engines at a specialized enterprise], *Sovremennoe sostoyanie i perspektivnye napravleniya razvitiya agrarnoy nauki* [Current state and promising directions of agricultural science development], Nizhny Novgorod, 18 October 2023, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Amirit LLC, 2023, pp. 321–324, EDN OASSFL.

15. Panov V. A., Razrabotka metodov ekspluatatsii i remonta dvigateley po tekhnicheskomu sostoyaniyu v ekspluatiruyushchikh organizatsiyakh [Development of methods for operation and repair of engines according to technical condition in operating organizations], Ph. D. (Engineering) thesis, Moscow, 2012, 189 p., EDN SUPMPT.

16. Gritsenko A. V., Karaulov A. V., Baryshnikov S. A., Medvedev A. N., Analiz tendentsiy razvitiya sovremennoy avtotraktornoy tekhniki s uchetom otkazov osnovnykh sistem dvigatelya [Analysis of development trends of modern automotive and tractor equipment considering failures of main engine systems], *APK Rossii [Agro-industrial complex of Russia]*, 2025, Vol. 32, No. 1, pp. 41–50, DOI 10.55934/2587-8824-2025-32-1-41-50.

17. Panov V. A., Diagnostika dvigateley i ustranenie vyjavlennykh defektov na meste bazirovaniya AT i v tsentrakh vosstanovleniya ispravnosti [Diagnostics of engines and elimination of detected defects at deployment sites of automotive equipment and in recovery centers], *Dvigatel'* [Engine], 2011, No. 3 (75), pp. 22–25, EDN PFOOPL.

18. Zairov D. V., Il'in P. I., Gil'zovka tsilindrov na dizel'nykh i benzinovykh DVS [Cylinder sleeving in diesel and gasoline internal combustion engines], *Nauchnye issledovaniya i razrabotki k vnedreniyu v APK [Research and development for implementation in the agro-industrial complex]*, Molodezhnyy settlement, 16–17 March 2023, Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, 2023, pp. 377–382, EDN DOSCNJ.

19. Eltoshkina E. V., Il'in P. I., Nimsaran G., Ustanovlenie svyazi diagnosticheskikh parametrov s pokazatelyami tekhnicheskogo sostoyaniya dvigatelya i zakonmernosti ikh izmeneniya [Establishing relationships between diagnostic parameters and indicators of engine technical condition and patterns of their change], *Sovremennyye tendentsii tekhnologicheskogo razvitiya APK* [Modern trends in technological development of the agro-industrial complex], Ulan-Ude, 8 June 2023, Ulan-Ude, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, 2023, pp. 93–99, EDN KONUAS.

20. Krivtsov S. N., Yakovchuk S. P., Metod diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy avtomobil'nogo dvigatelya [Method for diagnosing the cylinder-piston group of an automobile engine], *Bezopasnost' kolesnykh*

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

transportnykh sredstv v usloviyakh ekspluatatsii [Safety of wheeled vehicles under operating conditions], Ulan-Ude, 12–13 September 2023, Ulan-Ude, East Siberia State University of Technology and Management, 2023, pp. 99–104, DOI 10.53980/9785907746091_99.

The article was submitted 22.01.2026; approved after reviewing 25.02.2026; accepted for publication 26.02.2026.

Information about the authors:

P. A. Boloev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Department of General and Theoretical Physics, SPIN-code: 1692-5962;

M. K. Buraev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor, Department of Technical Services and General Engineering Disciplines, SPIN-code: 2898-6398;

A. I. Anosova – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Department of Technical Services and General Engineering Disciplines, SPIN-code: 1761-9935;

G. M. Buraeva – Senior Lecturer, Department of Technical Services and General Engineering Disciplines, SPIN-code: 7818-2011;

S. N. Shukhanov – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Department of Technology and Entrepreneurship and Their Teaching Methods, SPIN-code: 6382-4059.

Authors' declared contributions:

Boloev P. A. – development of the main research concept, goals, and objectives.

Buraev M. K. – definition of the research goals and objectives.

Anosova A. I. – development of the research methodology.

Buraeva G. M. – preparation of the text, formulation of the conclusions.

Shukhanov S. N. – analysis of the research results, revision of the text, and correction of the conclusions.

The authors declare no conflicts of interest.

EDN ISQLXT



Ремонт изношенных шеек коленчатых валов тракторных двигателей гальваническими покрытиями

Виталий Валерьевич Емцев^{1✉}, Юрий Александрович Стекольников², Ирина Вячеславовна Титова³, Владимир Константинович Астанин⁴, Наталья Юрьевна Стекольников⁵

^{1, 3, 4} Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

¹ ВУНЦ ВВС ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, Воронеж, Россия

^{2,5} Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина, Елец, Россия

¹ becool92@mail.ru ² *chimic57@mail.ru*

³ titovair@yandex.ru

⁴ *astanin vk@mail.ru*

⁵ *chimic57@mail.ru*

Аннотация

Введение. В статье рассмотрены гальванические технологии, особенности приготовления электролитов и оборудование для ремонта коленчатых валов двигателей железнением, хромированием в стационарных и нестационарных условиях осаждения. Приведены характерные неисправности валов, причины и способы их устранения.

Материалы и методы. Исследование микротвердости осуществлялось на приборе ПМТ-3 при нагрузке 200 кгс на покрытиях толщиной 150 мкм, которые осаждались при плотности тока 50 А/дм². Оценка коррозионной стойкости проводилась по току полной пассивации, которая определялась по потенциодинамическим поляризационным кривым, полученным в серной кислоте. Значения размерного и весового износов образцов определяли на машине трения СМЦ-2. Осаждение покрытий осуществлялось в стационарных и нестационарных режимах.

Результаты. Экспериментальные работы по осаждению железных покрытий показали, что твердость осажденного железа, с использованием асимметричного переменного тока, возможно регулировать, и в основном она зависит от величины β (катодно-анодного отношения). Микротвердость железных покрытий может изменяться от 220 до 635 кгс/мм², соответствуя 22–63 HRC. При разных величинах β получаются разные структуры осадков железа: при $\beta = 2$ гладкие матовые; при $\beta = 4$ появляется блеск и, начиная с $\beta = 6$ ярко выраженный блеск. Чем больше величина β , тем выше износостойкость покрытия и максимальна при $\beta = 8$. Микротвердость железных и железоникелевых покрытий изменяется в пределах 6300 до 8800 МПа в зависимости от величины асимметрии переменного тока, железоникелевых – до 9200 МПа.

Заключение. Предложенные составы электролитов и режимы осаждения, позволяющие получать железоникелевые покрытия с исключительными эксплуатационными свойствами: высокой прочностью сцепления, увеличенной износостойкостью более чем в 2 раза и меньшим усталостным износом на 20–30 %. Это позволяет значительно повысить долговечность деталей в процессе после ремонтной эксплуатации.

Ключевые слова: восстановление валов, гальваническая технология, коленчатые валы, неисправности валов, подготовительные операции, режимы железнения и хромирования, составы электролитов



ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Для цитирования: Емцев В. В., Стекольников Ю. А., Титова И. В., Астанин В. К., Стекольников Н. Ю. Ремонт изношенных шеек коленчатых валов тракторных двигателей гальваническими покрытиями // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 18–34. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-18-34. EDN ISQLXT.

Repair of worn necks of crankshafts of tractor engines by electroplating

Vitaly V. Emtsev^{1✉}, Yury A. Stekolnikov², Irina V. Titova³, Vladimir K. Astanin⁴, Natalya Yu. Stekolnikova⁵

^{1, 3, 4} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ VUNTS of the Air Force of the VVA named after Prof. N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Voronezh, Russia

^{2, 5} Yelets state university of I. A. Bunin, Yelets, Russia

¹ becool92@mail.ru✉

² chemic57@mail.ru

³ titovair@yandex.ru

⁴ astanin_vk@mail.ru

⁵ chemic57@mail.ru

Abstract

Introduction. The article discusses electroplating technologies, features of electrolyte preparation, and equipment for repairing engine crankshafts with iron plating and chrome plating in stationary and non-stationary deposition conditions. The characteristic shaft malfunctions, causes and ways of their elimination are given.

Materials and methods. The study of microhardness was carried out on a PMT-3 device at a load of 200 kgf on coatings with a thickness of 150 microns, which were deposited at a current density of 50 A/dm². The corrosion resistance was assessed by the total passivation current, which was determined by the potentiodynamic polarization curves obtained in sulfuric acid. The values of the dimensional and weight wear of the samples were determined using a SMC-2 friction machine. The coatings were deposited in stationary and non-stationary modes.

Results and discussion. Experimental work on the deposition of iron coatings has shown that the hardness of the deposited iron, using an asymmetric alternating current, can be adjusted, and it mainly depends on the value of β (cathode-anode ratio). The microhardness of iron coatings can vary from 220 to 635 kgf/mm², corresponding to 22–63 HRS. At different values of β , different structures of iron deposits are obtained: at $\beta = 2$, smooth matte; at $\beta = 4$, a shine appears and, starting from $\beta = 6$, a pronounced shine. The higher the value of β , the higher the wear resistance of the coating and is maximal at $\beta = 8$. The microhardness of iron and nickel-iron coatings varies from 6300 to 8800 MPa, depending on the magnitude of the asymmetry of alternating current, iron-nickel coatings up to 9200 MPa.

Conclusion. The proposed electrolyte compositions and deposition modes, which make it possible to obtain iron-nickel coatings with exceptional performance properties: high adhesion strength, increased wear resistance by more than 2 times and lower fatigue wear by 20–30 %. This makes it possible to significantly increase the durability of the parts during the post-repair operation.

Keywords: shaft restoration, electroplating technology, crankshafts, shaft malfunctions, preparatory operations, iron and chrome plating modes, electrolyte compositions

For citation: Emtsev V. V., Stekolnikov Yu. A., Titova I. V., Astanin V. K., Stekolnikova N. Yu. Repair of worn necks of crankshafts of tractor engines by electroplating // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 18–34. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-18-34. EDN ISQLXT.

Введение

Восстановление деталей позволяет предприятиям повысить качество их технического обслуживания, улучшить показатели надежности и использование машин. Ремонт экономически оправдан, а

его целесообразность заключается в том, что около 50 % деталей машин, поступающих в ремонт, имеют допустимый износ и могут быть использованы повторно после восстановления при себестоимости восстановления до 30 % от стоимости новых. В

печивать требуемую послеремонтную долговечность с учетом методов восстановления, физико-механических свойств нанесенных покрытий и свойств материала изготовления шеек, необходимости последующего упрочнения в зависимости от условий эксплуатации [14; 15; 18; 19].

Около 85–90 % деталей тракторов, автомобилей выбраковывают, так как они теряют работоспособность при износе до 0,3 мм. Гальваническое восстановление таких деталей имеет преимущество по сравнению с методами термического воздействия, так как не возникают нежелательные воздействия, связанные с изменением структуры и механических свойств; возможно получение покрытий заданной толщины с высокой точностью, что позволяет до минимума уменьшить припуск на последующую механическую обработку или совсем исключить ее; возможность одновременного восстановления большого числа деталей с заданными постоянными по толщине покрытий физико-механическими свойствами. Отметим, что хромовые покрытия прочнее железных, полученных разнообразными методами, в том числе цементацией, азотированием и разными видами наплавов, напыления [4; 10; 11; 17]. При устранении износа шеек главное не допустить деформации деталей (вала). Отметим, что производителями предусмотрена возможность шлифовки под ремонтный размер, который отличается от заводского, что позволяет при подготовке к ремонту использовать токарные и шлифовальные станки. Наиболее часто встречающимся дефектом коленчатых валов является износ посадочных поверхностей. К числу посадочных поверхностей коленчатых валов тракторных двигателей относятся: поверхности под шкив, противовесы, шестерни, маховик, сальники, уплотнительные упорные кольца. Подготовительные операции состоят в установке вала на токарный станок с центровкой по шатунам или в главном центре; проверке на биение с помощью индикаторных головок; определению размеров и шлифованию шеек на подготовительный размер; проверке значений под новый размер после шлифовки; изоляция мест,

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

не подлежащих покрытию; установке вала в устройство для нанесения гальванических покрытий с контролем времени нанесения и параметров электролиза; далее промывке вала и проверке цилиндричности и толщины нанесенного покрытия, при необходимости – финишная шлифовка.

Технология восстановления деталей гальваническими покрытиями на основе железа и хрома представляет собой последовательность операций, которые выполняются в строго определенной последовательности:

1. Механическая обработка. Поверхности деталей, которые предназначены для хромирования, необходимо тщательно отшлифовать до полного удаления следов износа и последующей полировки [6; 7; 8]. После проведенной механической обработки на поверхностях деталей не должны оставаться раковины, трещины или глубокие риски, поскольку гальванические покрытия точно воспроизведут все дефекты. Выполнение операций шлифовки и полировки производят на круглошлифовальных станках. Имеющие износ шатунные и коренные шейки коленчатых валов тракторных двигателей подвергаются перешлифовке под ремонтные размеры. Шлифование шеек коленвалов выполняют на универсальных шлифовальных станках модели 3А423, а также на специализированных станках, таких как: ХШ2-12, на которых шлифуют коренные шейки, и ХШ2-01, которые применяют для шлифования шатунных шеек. Станок модели 3А423 позволяет шлифовать как коренные, так и шатунные шейки коленчатых валов большинства тракторных двигателей. Стоит отметить, что шлифование шеек необходимо выполнять только после устранения всех прочих дефектов. Как правило, шлифование на ремонтный размер выполняется за одну технологическую операцию. Обработку начинают со шлифовки коренных шеек, после чего переходят к шатунным. Для шлифования шатунных шеек, как правило, применяют отдельный станок, который оснащается центросместителями. Это приспособление позволяет обеспечить совмещение осей шатунных шеек с осью станка. Шлифование коренных шеек выполняется относительно базовых поверхностей центровых отверстий, что делает данную операцию достаточно простой. Для шлифования шеек коленчатых валов применяют шлифовальные круги из корунда или электрокорунда с керамической связкой, которые имеют зернистость 16–60 и твердость $СМ_2$, $С_1$, $СТ_1$ или $СТ_2$. Рекомендуемые режимы шлифования: скорость главного дви-

жения (шлифовального круга) – 25–35 м/с, скорость поперечной подачи – 0,003–0,006 мм/об, продольной подачи – 7–11 мм/об, скорость вращения детали – 18–25 м/мин для коренных шеек и 7–12 м/мин для шатунных шеек. Для поддержания геометрии и режущих свойств шлифовального круга рекомендуется проводить его правку после обработки каждого одного-двух коленчатых валов [6; 8]. Для этого используются алмазы, алмазные карандаши, алмазные ролики, шарошки или звездочки, толщина слоя, снимаемого с абразивного круга, не превышает 0,1–0,03 мм. Для предотвращения образования микротрещин на поверхности деталей процесс шлифования необходимо сопровождать обильным охлаждением, при котором струя жидкости полностью покрывает рабочую поверхность круга. Для охлаждения может использоваться 3–4 %-й раствор кальцинированной соды или эмульсии (10 г масла на 1 л воды). Перед шлифовкой шеек на ремонтный размер необходимо углубить и зачистить фаски масляных каналов с помощью переносной шлифовальной машины. Вначале необходимо полировать фаски, а затем – шейки. Завершающей операцией обработки является полирование.

2. Балансировка. Длительная эксплуатация, а также проведение плановых ремонтов двигателей приводят к нарушению сбалансированности коленчатых валов. После восстановительных работ величина дисбаланса часто в несколько раз превышает допустимые значения. Это связано с переходом на ремонтные размеры шеек, изменением толщины фланца маховика и другими технологическими факторами, возникающими в ходе ремонта. Балансировку коленчатых валов выполняют непосредственно перед финальной операцией ремонта (полированием шеек), но после восстановления гальваническими покрытиями. Такой порядок позволяет сохранить качество обработанной поверхности шеек и минимизировать геометрические отклонения вала. В процессе балансировки иногда может возникнуть необходимость корректировки массы противовесов, которую выполняют путем наплавки металла в существующие отверстия, либо, наоборот, путем удаления металла сверлением новых отверстий или фрезерованием площадок. Динамическую балансировку коленчатых валов следует выполнять на универсальной балансировочной машине БМ-У4. Данная машина предназначена для балансировки деталей типа тел вращения массой от 5 до 200 кг, с максимальным диаметром и расстоянием между опора-

TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

ми не более 800 мм. Балансировочная машина БМ-У4 обеспечивает высокоточное определение дисбаланса коленчатых валов. Чувствительность прибора составляет 5–10 г/см по величине неуравновешенности, а погрешность определения её углового положения в плоскости вращения не превышает 5°. Анализ значения и местоположения дисбаланса выполняется автоматически в течение 10–15 секунд после запуска.

3. Мойка. Мойку деталей осуществляют путем промывки в специальных ваннах с использованием одного из следующих растворов: керосина, уайт-спирита, дихлорэтана или кипящего в 10 %-го раствора каустической соды. По окончании мойки детали тщательно просушивают струей сжатого воздуха.

4. Контроль. Перед нанесением покрытия необходимо провести контроль размеров деталей. На основе полученных данных производят расчет необходимой толщины осаждения слоя железа и (или) хрома, а также времени, требуемого для осаждения нужной толщины, причем толщину слоя необходимо рассчитывать, учитывая припуск на финишную механическую обработку.

5. Изоляция мест, не подлежащих хромированию. Изоляционные работы выполняют на монтажных столах или верстаках. Для изоляции применяют перхлорвиниловый лак, лак АК-20, мастику, винипласт или хлорвиниловую ленту. Отверстия, не предназначенные для хромирования, герметизируют свинцовыми пробками или иными кислотостойкими материалами.

6. Железнение (перед железнением необходимо провести операцию пассивирования) или хромирование поверхности шеек в специализированном гальваническом устройстве под заданный ремонтный размер.

7. Снятие изоляции, промывка и сушка воздухом в специальной ванне.

Материалы и методы

Исследование микротвердости осуществлялось на приборе ПМТ-3 при нагрузке 200 кгс на покрытия толщиной 150 мкм, которые осаждались при плотности тока 50 А/дм². Оценка коррозионной стойкости проводилась по току полной пассивации, которая определялась по потенциодинамическим поляризационным кривым, полученным в серной кислоте. Значения размерного и весового износов образцов определяли на машине трения СМЦ-2.

Экспериментальные исследования по нанесению гальванических покрытий проводили непосредственно на шейках коленвалов, остальная поверхность в нашем случае изолировалась с помощью мастики. Отдельно для изучения износа, микротвердости, шероховатости нанесенных покрытий исследовали образцы с покрытием и без размером 10 на 10 мм согласно ГОСТа 9450-76. Покрытия наносили из электролитов железнения или хромирования. В качестве анодов применяли пластины из углеродистой стали (железнение) или графитовые, свинцово-сурьмянистые (хромирование) в виде полуколец в специализированной гальванической ванне.

Для восстановления изношенных шеек коленчатых валов в условиях ремонтного производства применяется ряд специализированных технологических процессов нанесения гальванических покрытий. В технической литературе рекомендуется выполнять восстановление шеек коленвалов тракторных двигателей железнением, хромированием на постоянном токе при оптимальных параметрах нанесения в хлоридных, сульфатных электролитах [1; 2; 3; 14]. Проанализируем режимы восстановления шатунных и коренных шеек железнением в стационарных условиях осаждения: 1) необходимо тщательно соблюдать рекомендации по приготовлению и поддержанию работоспособности электролита; сульфатно-хлоридный электролит железнения нестабилен в работе из-за окисления Fe(2) в Fe(3), накопление Fe(3) приводит к последующей потере функциональных свойств как электролита, так и железного покрытия; 2) наличие хлорид-ионов и высокая температура электролита обуславливают высокое агрессивное воздействие на оборудование и вспомогательные конструкции, увеличивая затраты на обслуживание и сокращая срок их службы, на унос электролита с вентиляцией и промывными водами и повышая сложность нейтрализации стоков. Однако сульфатно-хлоридные электролиты обеспечивают получение железных покрытий с высокими физико-механическими (поверхностной твердостью и износостойкостью) свойствами [2; 3].

Результаты и их обсуждение

Технологические рекомендации по приготовлению электролитов:

Электролит для железнения. Для железнения различными авторами рекомендованы самые разно-

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

образные электролиты. В наших исследованиях для восстановления деталей холодным железнением при помощи асимметричного переменного тока хорошо зарекомендовал себя электролит, состоящий из следующих компонентов (г/л): железо двухлористое (FeCl_2) – 380–420; серная кислота (H_2SO_4) – 0,8–1; йодистый калий (KJ) – 3–5; соляная кислота (HCl) до $\text{pH} = 0,8–1,0$.

Электролит для железнения готовили, последовательно растворяя отдельные компоненты в воде.

Двухлористое железо представляет собой зеленые кристаллы. Оно легко окисляется на воздухе, особенно влажном, переходя при этом из двухвалентной формы в трехвалентное состояние. Поэтому его нужно хранить в герметически закрытой таре, например, в полиэтиленовых мешках.

Если концентрация двухлористого железа в электролите будет меньше 380 г/л, то на поверхности осадка могут наблюдаться отдельные вздутия. При повышенной концентрации $\text{FeCl}_2 \cdot \text{O}$ возможно образование питтинга.

Серная кислота добавляется в электролит для снижения шероховатости осадка.

Йодистый калий необходим для предотвращения окисления двухлористого железа в трехвалентное состояние при долговременном простое электролита.

Соляная кислота добавляется в ванну на протяжении всей смены, если это необходимо, для поддержания указанной в рецепте кислотности электролита.

Необходимо учесть, что избыток соляной кислоты в электролите резко уменьшает скорость покрытия, а также делает осадок железа чрезвычайно хрупким, непригодным для последующей механической обработки. Недостаток соляной кислоты в электролите делает осадок железа рыхлым.

Если нет готового двухлористого железа, его можно приготовить из малоуглеродистой стали (Ст-3, 5, 10, 20), при этом сталь не должна содержать хрома.

Для этого отвешивается необходимое количество чистой, без жира, стружки (обязательно витой) из вышеуказанных марок стали, промывают ее горячей водой и травят в емкости из винипласта. Сначала в емкость заливают подогретую до 40–50 °C воду, затем добавляют соляную кислоту (уд. вес 1,19), включают вентиляцию и загружают промытую стружку.

Травление ведут до прекращения выделения водорода. По окончании реакции в ванне должен остаться избыток стружки, что указывает на полный расход расчетного количества соляной кислоты. Избыток стружки удаляют, добавляют серную кислоту согласно рецепту и электролит отстаивают в течение суток. Отстоявшийся раствор переливают через суконный фильтр в рабочую ванну до верхнего уровня (150–200 мм от верхнего края ванны), после чего растворяют расчетное количество йодистого калия и соляной кислоты. Количество реактивов для приготовления двухлористого железа из стружки и соляной кислоты указано в таблице 1.

Таблица 1. Количество реактивов для приготовления двухлористого железа из стружки и соляной кислоты

Table 1. The number of reagents for the preparation of ferrous chloride from chips and hydrochloric acid

Концентрация двухлористого железа в электролите, г/л / Concentration of iron bichloride in the electrolyte, g/l	Количество стальной стружки в граммах / The amount of steel chips in grams	Количество соляной кислоты уд. веса 1,19 в литрах / Amount of hydrochloric acid specific gravity 1,19 in liters
200	56,2	0,196
300	84,3	0,294
400	112,4	0,392
500	140,5	0,490

Примечание: расчет произведен для одного литра электролита

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

При избытке двухлористого железа в электролите часть его отливают и разбавляют водой до необходимой концентрации.

Электролит для железнения можно приготовить также из трехлористого железа. Этот способ менее трудоемкий, чем способ приготовления электролита из стружки и соляной кислоты. Кроме того,

500–600 литров электролита восстанавливаются полностью, примерно за 30–48 часов при комнатной температуре. Во время восстановления возможен разогрев раствора. Это способствует его более быстрому восстановлению.

Как видно из этого состава, электролит для получения сплава железоникель отличается от электролита железнения концентрацией двухлористого железа и добавкой хлористого никеля. Готовится этот электролит точно так же, как и электролит для железнения, то есть в электролит для железнения с концентрацией двухлористого железа 300 г/л добавляется 100 г/л хлористого никеля.

Электролит для пассивирования. Электролит для предварительного пассивирования перед железнением представляет собой 30–40 % раствор серной кислоты. Электролит готовят непосредственно в ванне, точно так же, как и электролит для кислотных аккумуляторов, только не на дистиллированной воде, а на обыкновенной водопроводной. Для приготовления электролита сначала в ванну заливают холодную воду, приблизительно на треть ее объема, затем осторожно небольшими порциями приливают концентрированную серную кислоту. После добавления каждой порции кислоты раствор перемешивается деревянной мешалкой. При температуре выше 50 °С в ванну приливают некоторое количество холодной воды при перемешивании и дают остыть до 25–30 °С, далее снова приливают серную кислоту. В концентрированную серную кислоту воду нельзя приливать, так как при этом происходит сильное разогревание и выплескивание раствора, что может привести к несчастному случаю. Электролит пассивирования работает лучше, если в него добавить сернокислородное железо в количестве 5–7 г/л. Если нет сернокислородного железа, то рекомендуется в течение 1–2 дней работать на ванне со стальными катодами (Ст-3). Электролит работает нормально только при его температуре, не превышающей 25 °С.

24

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Таблица 2. Оптимальные режимы пассивирования для различных марок сталей
 Table 2. Optimal passivation modes for different grades of steel

Марка стали / Steel grade	Термообработка / Heat treatment	Анодная плотность тока, А/дм ² / Anode current density, A/dm ²	Время пассивирования, сек / Passivation time, seconds
Сталь – 20 / Steel – 20	—	50	40
Сталь – 20 / Steel – 20	цементированная / cemented	70	35
Сталь – 40 / Steel – 40	нормализованная / normalized	60	30
Сталь – 45 / Steel – 45	закаленная / hardened	70	30
Сталь – 40X / Steel – 40X	закаленная / hardened	90	25
Сталь – 65Г / Steel – 65G	закаленная / hardened	75	40
Сталь – 12ХН3А / Steel – 12KHН3А	цементированная / cemented	60	35
Сталь – 18Х1Т / Steel – 18X1Т	цементированная / cemented	60	35
Чугун / Cast iron	—	15-20	20-30

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

Пассивирование считается удовлетворительным, если поверхность детали после пассивирования имеет равномерный матово-серый цвет. Темные полосы не допускаются. В этом случае деталь нужно промыть, вытереть ветошью и снова запассивировать. Необходимо иметь в виду, что сцепление осадков железа или железоникелевого сплава с металлической основой зависит от правильно проведенного пассивирования. Поэтому на процесс пассивирования необходимо обращать особое внимание. Запассивированные коленчатые валы завешиваются на катодную штангу для покрытия без тока в специализированную гальваническую ванну. Ввиду того, что в этой ванне при работе выделяется водород, то для того, чтобы водород не задерживался и свободно удалялся с поверхности предусмотрено

круговое вращение от электропривода. Расстояние от краев шеек до поверхности анодов должно быть в пределах 150–170 мм. Качественные покрытия и хорошее сцепление осаждаемого металла с основой получают при осаждении на асимметричном переменном токе, причем процесс необходимо вести с постепенным уменьшением плотности тока в анодную составляющую [5; 9; 12; 20]. Для вывода процесса электролитического железнения на рабочие режимы с использованием асимметричного переменного тока необходимо начать с установления катодно-анодного соотношения $\beta = 1,3$, после чего вывод осуществляют согласно указаниям в таблице 3. Порядок вывода на рабочий режим при железнении для получения требуемой твердости осадка приведен в таблице 3.

Таблица 3. Порядок вывода на рабочий режим при железнении
 Table 3. The procedure for switching to operating mode during flooding

№ операции / № operation	Д _к , А/дм ² / D _к , A/dm ²	Д _а , А/дм ² / D _а , A/dm ²	Выдержка, мин. / Shutter speed, min.	Твердость осадка железа, HRC / Hardness of iron precipitate, HRC	β
1	20	15,5	1	15	1,3
2	20	10	3	25	2
3	20	5	3	40	4
4	20	3,3	3	50	6
5	20	2,5	3	60–62	8
6	20	2	До заданного размера / Up to the specified size	60–62	10

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT
FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Что касается получения железоникелевого сплава на поверхности шеек, то вывод на рабочий режим производится также согласно таблице 3.

После получения нужного размера на восстановленных деталях преобразователь АПТ выключается, коленчатые валы промываются сначала в проточной холодной воде, а затем в горячей и после обсушивания демонтируются из подвесных приспособлений.

Исследование влияния величины катодно-анодного отношения на механические свойства осадков из железа. Экспериментальные работы по осаждению железных покрытий показали, что твердость осажденного железа с использованием асимметричного переменного тока возможно регулировать, и в основном она зависит от величины β (катодно-анодного отношения). Как видно из рисунка 1, микротвердость железных покрытий может изменяться от 220 до 635 кгс/мм², соответствуя 22–63 HRC. При плотностях тока 10, 20 и 30 А/дм² микро-

твердость изменяется симбатно: рост β вначале приводит к росту твердости, а далее при $\beta = 8$ ее изменения не происходит и при дальнейшем повышении катодно-анодного отношения, твердость, достигнув максимальных значений, не изменяется. При разных величинах β получаются разные структуры осадков железа: при $\beta = 2$ гладкие матовые; при $\beta = 4$ появляется блеск и, начиная с $\beta = 6$, ярко выраженный блеск. Важным механическим свойством электролитического железа, как и любого покрытия, является его износостойкость. Изучен износ образцов в микрометрах и миллиграммах от величины β при нагрузках: 100 и 150 кгс (рисунок 2). Измерения проводили при смазке маслом ДС-11 с присадкой ЦИАТИМ 339. Чем больше величина β , тем выше износостойкость покрытия и максимальна при $\beta = 8$. Микротвердость железных и железоникелевых покрытий изменяется в пределах 6300 до 8800 МПа в зависимости от величины асимметрии переменного тока, железоникелевых – до 9200 МПа.

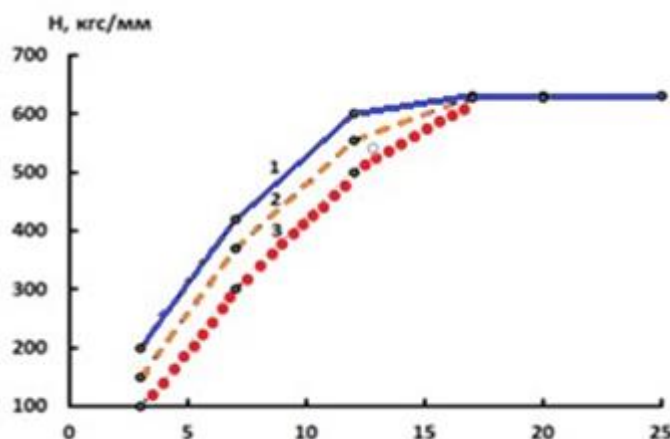


Рис. 1. Микротвердость электролитических осадков железа от величин β при плотностях тока катодного импульса: 1 – $D_k = 30$ А/дм²; 2 – $D_k = 20$ А/дм²; 3 – $D_k = 10$ А/дм².

Микротвердость измеряли при нагрузке на инденторы прибора 100 кгс

Fig. 1. Microhardness of electrolytic iron deposits from β values at cathode pulse current densities: 1 – $D_c = 30$ A/dm²; 2 – $D_c = 20$ A/dm²; 3 – $D_c = 10$ A/dm².

The microhardness was measured at a load of 100 kgf on the device's indentors

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

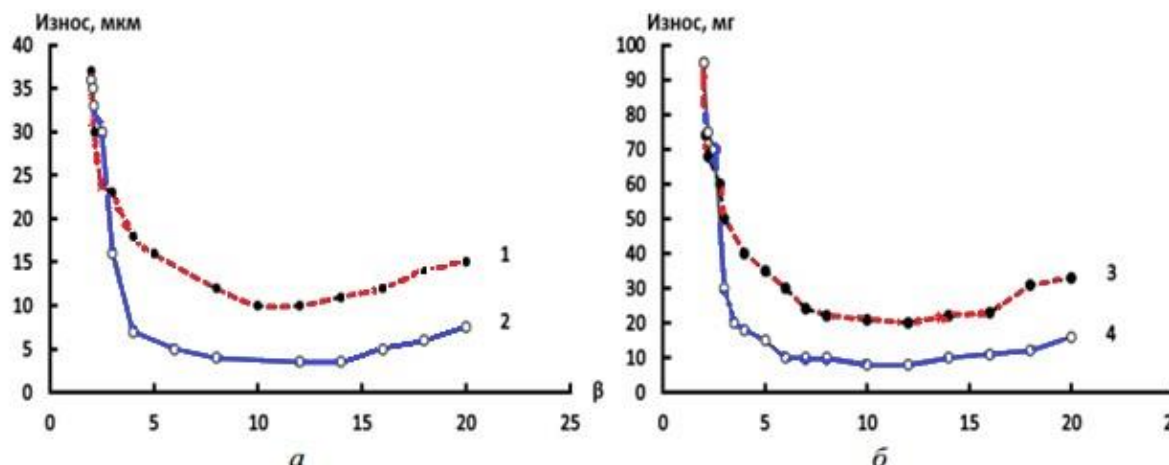


Рис. 2. Размерный (а) и весовой (б) износ осадков железа от величины β : 1, 3 – при 150 кгс; 2, 4 – при 100 кгс
 Fig. 2. Dimensional (a) and weight (b) wear of iron deposits from β : 1, 3 – at 150 kgf; 2, 4 – at 100 kgf

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

Определен выход по току при железнении, который возрастает в зависимости от величины β и при значениях выше 5 составляет 93–95 % (рисунок 3).

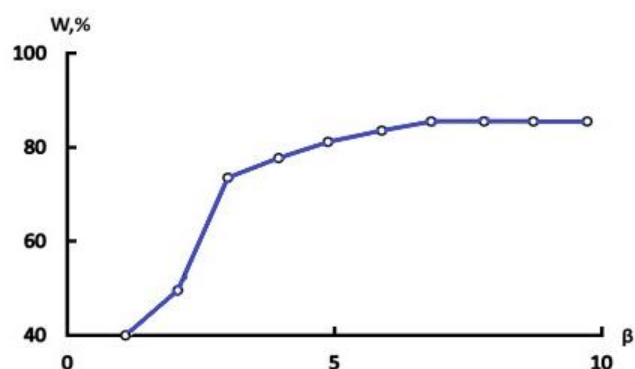


Рис. 3. Выход W железа по току в зависимости от катодно-анодных отношений при железнении
 Fig. 3. The current output W of iron depends on the cathode-anode ratio during ferrification

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

Механизм осаждения осадка при железнении с использованием переменного асимметричного тока следующий: в течение катодных полупериодов происходит осаждение металла на поверхности детали, тогда как в анодные полупериоды часть осадка растворяется. Данный эффект обусловлен тем, что амплитуда тока в анодные фазы всегда ниже, чем в катодные. Возможность отдельной регулировки катодных и анодных составляющих тока позволяет

устанавливать режим электролиза через катодно-анодное отношение β , определяемое как соотношение плотностей тока D_k/D_a , где D_k и D_a – плотность тока в катодный и анодный полупериод.

Железнение на постоянном токе вызывает зашлачивание прикатодного пространства, которое происходит из-за образования $Fe(OH)_2$ (гидрата закиси железа). Это приводит к затруднению кристаллизации, вызывая деформацию кристаллических решёток и значительные внутренние напряжения в осадке, что ослабляет сцепление с деталью и приводит к отслаиванию покрытия при механической обработке и эксплуатации.

Использование асимметричного переменного тока в процессе электрокристаллизации обладает рядом отличий: сокращение образования гидратов закиси железа, снижение риска пассивации катода, что минимизирует внутренние напряжения на границе «осадок-основа» [5; 9; 12; 20]. В результате достигается высокая сцепляемость основы с покрытием. Кроме того, постепенное увеличение катодно-анодного отношения в ходе процесса позволяет внутренним напряжениям в осадке развиваться плавно, что повышает качество покрытия. Данный метод обеспечивает высокую адгезию железного покрытия к сталям всех марок и чугунам – результат, недостижимый при использовании постоянного тока. Для формирования хромовых покрытий на шейках коленвалов с требуемыми свойствами разработаны специализированные алгоритмы управления гальваническим процессом, позволяющие непосредственно осажать хром толщиной до 300 мкм.

Хромовые покрытия получили широкое применение в промышленности для повышения износостойкости и упрочнения рабочих поверхностей деталей. Хромовые покрытия получают методом электролиза из электролитов на основе хромового ангидрида. Использование хромового ангидрида целесообразно минимизировать, что обусловлено экологическими требованиями, необходимостью улучшения условий труда в гальванических цехах и задачей экономии металлов. В связи с этим существует множество различных составов электролитов. Однако их общим недостатком является присутствие в их составе дефицитных и дорогостоящих добавок – органических соединений и катионов других металлов [1; 14; 16; 17].

Среди известных хроматных электролитов на основе хромового ангидрида, серной кислоты и органических добавок наиболее рациональным считается малоконцентрированный состав. В качестве органических компонентов в нём используются кристаллический фиолетовый и полиметиленафталинсульфонат натрия. Данные добавки повышают рассеивающую и кроющую способность электролита. Однако полученные покрытия обладают недостаточной стойкостью при эксплуатации стальных

деталей [1; 16; 17]. Для увеличения срока их службы ведутся разработки более экологичных разбавленных электролитов, содержащих недефицитные компоненты.

С этой целью для разработки был взят за основу вышерассмотренный электролит хромирования, содержащий в качестве компонентов хромовый ангидрид, серную кислоту и органическую добавку. В данном случае в качестве добавки используется индиго в следующих пропорциях компонентов (г/л): хромовый ангидрид (CrO_3) 70–100; серная кислота (H_2SO_4) 0,7–1,0; индиго – 0,1–1,0.

Хлористый стронций, добавляемый в количестве 30–70 г/л, служит для улучшения электролита. Он действует как стабилизатор сульфат-анионов (SO_4^{2-}) и одновременно способствует созданию в хромовом покрытии окислов и интерметаллических фаз.

В качестве исследуемой добавки используется краситель индиго, который не окисляется ионами хрома, а также является доступным и экологически безвредным материалом.

В качестве примера применения предлагаемого электролита рассмотрим осаждение покрытия на детали из стали 40Х. Подготовка поверхности перед нанесением покрытия проводилась по стандартной методике. Электролиз осуществляли при температуре электролита 55–57 °С и плотности тока 15–240 А/дм², при этом продолжительность процесса варьировалась в зависимости от требуемой толщины покрытия. Осаждение проводили при соотношении площадей анода и катода 1:2,5. В качестве материалов для изготовления анодов использовался графит или свинец. Промывку осуществляли горячей водой при температуре 50–60 °С, но не более 10 минут. Осаждение осуществляли из электролита, содержащего добавку индиго, а также из электролита с дополнительным введением хлористого стронция.

Анализ применения электролита представлен в таблице 4. Результаты демонстрируют, что предлагаемый состав электролита имеет следующие преимущества: сниженная концентрация хромового ангидрида 150 или 80 г/л, вместо 250 г/л, и органической добавки КФ до 1,0–1,5 г/л, а значит, и меньшая токсичность, и затраты на нейтрализацию, и очистные сооружения; применение менее дефицитной и дорогой органической добавки; увеличенный до 22 % выход хрома по току; более высокие микротвердость (до 1300 кгс/мм²), жаростойкость по-

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

крытия (до 1150 °С) и, следовательно, повышенный

срок послеремонтной эксплуатации деталей.

Таблица 4. Варианты электролитов хромирования

Table 4. Chromium plating electrolyte Options

Компоненты электролитов, режим электролиза, свойства покрытий / Electrolyte components, electrolysis mode, coating properties	Электролит / The electrolyte		
	1	2	3
Хромовый ангидрид, г/л / Chromium anhydride, g/l	150	80	80
Серная кислота, г/л / Sulfuric acid, g/l	1,5	0,8	0,8
Кристаллический фиолетовый, г/л / Crystal purple, g/l	1,5	–	–
Полиметиленафталинсульфат, г/л / Polymethylene naphthalene sulfonate, g/l	$6 \cdot 10^{-3}$	–	–
Индиго, г/л / Indigo, g/l	–	0,1	0,1
Стронций хлористый, г/л / Strontium chloride, g/l	–	–	50
Выход хрома по току, % / Current output of chromium, %	27	32	32
Скорость осаждения, мкм/ч / Deposition rate, microns/hour	18	18	22
Ток полной пассивации покрытия при 50 А/дм ² , 10 ⁻⁵ А/дм ² / Full passivation current of the coating at 50 A/dm ² , 10 ⁻⁵ A/dm ²	2,4	1,98	1,96
Микротвердость, кгс/мм ² / Microhardness, kgf/mm ²	1040	1100	1300
Жаростойкость, °С / Heat resistance, °C	960	1080	1150

Источник: составлено авторами на основе собственных исследований

При сравнении защитной способности хромовых покрытий относительно базового, осажденного из малоконцентрированного электролита (принятого за 1,0), то при добавке кристаллического фиолетового этот показатель повышается до 1,4, а при добавке индиго – до 1,8.

Увеличение срока службы восстановленных деталей с дополнительно введенным хлористым стронцием объясняется тем, что уменьшается пористость и дефектность кристаллической решетки, происходит повышение жаростойкости хромостронциевого покрытия за счет увеличения адсорбционной прочности границ раздела кристаллитов. В результате образуется структура с меньшим количеством дефектов, сквозных трещин в кристаллической решетке покрытия.

Соединения стронция, заполняя микротрещины, не только создают барьер, препятствующий наводороживанию покрытия, но и блокируют процесс гидридообразования. В результате предотвращается последующее растрескивание покрытия, поскольку поры более не служат концентраторами напряжений.

В технологии ремонта деталей из стальных конструкционных материалов широко применяется хромирование на нестационарных режимах осаждения. Технология ремонта гальваническими покрытиями требует решения задач управления кристаллизацией и структурными превращениями в поверхностном слое. Более перспективным является

осаждение хромовых покрытий, легированных неметаллическими элементами и металлами, в нестационарных режимах, что обеспечивает преимущества по технологичности, экологичности, экономичности и эффективности [1; 5; 12]. Эксплуатационные характеристики восстановленных деталей могут быть улучшены за счет снижения степени наводороживания, повышения износостойкости и твердости, улучшения адгезии к основе. Однако остаются нерешенными вопросы упрочнения поверхностного слоя при восстановлении деталей, а также режимы хромирования в нестационарных условиях с использованием малоконцентрированного электролита с органической добавкой КФ (150 г/л CrO₃, 1,5 г/л H₂SO₄, 1,5 г/л КФ). Срок службы деталей после ремонта зависит от структуры хромового покрытия, его адгезии к основе и износостойкости. На основании проведенных исследований авторы рекомендуют следующие режимы осаждения износостойкого хрома:

– на постоянном токе: $D = 70\text{--}90 \text{ А/дм}^2$, $T = 60\text{--}65 \text{ °C}$;

– на реверсивном токе: $D = 90\text{--}120 \text{ А/дм}^2$, $t_{\text{кат}} = 3\text{--}5 \text{ мин}$, $t_{\text{кат}}/t_{\text{ан}} = 70\text{--}50$, $I_{\text{кат}}/I_{\text{ан}} = 3\text{--}8$;

– на импульсном токе: $D = 70\text{--}100 \text{ А/дм}^2$, $t_{\text{имп}} = 1,5\text{--}2,5 \text{ мин}$, скважность импульса 1,1–1,2.

Контроль коленчатых валов. Измерение размеров и геометрических отклонений (овальности, конусности, бочкообразности, седлообразности) коренных и шатунных шеек проводят скобами со-

Таким образом, механические свойства электролитического железа, сплава железоникель, хрома и его сплавов на асимметричных переменных токах выше, чем при электролизе на постоянном токе, которые позволяют рекомендовать их для восстановительного ремонта шеек коленчатых валов железне-

В экспериментах по определению допустимых величин толщин нанесения покрытий наносили только железные покрытия на шейки толщиной до 0,9 мм для устранения экстремальных износов, хорошо показало себя двухслойное покрытие: на подслое железа слой хрома толщиной 250–300 мкм, что обеспечивает повышение микротвердости до 12000 МПа с хорошим сцеплением, позволяющим вести механическую обработку вплоть до нарезания резьбы.

Для компенсации значительного износа детали (шеек) возможно формирование подслоя железа или сплавов на его основе на переменном асимметричном токе с постепенным увеличением от $\beta = 1,2$ –2 до $\beta = 8$ –10 или импульсных режимах, что позволяет получать постепенное управляемое наращивание твердости в слое осадка от твердости материала основы до твердости упрочняющего слоя, обеспечить высокую прочность сцепления наносимых слоев или последующее нанесение хромового слоя.

Были предложены составы электролитов и режимы осаждения, позволяющие получать железоникелевые покрытия с исключительными эксплуатационными свойствами: высокой прочностью сцепления, увеличенной износостойкостью более чем в 2 раза и меньшим усталостным износом на 20–30 %. Это позволяет значительно повысить долговечность деталей в процессе после ремонтной эксплуатации. Вышеуказанные технологии гальванического ремонта железнением и хромированием и используемое технологическое оборудование позволяют увеличить послеремонтный ресурс коленчатых валов.

1. Астанин В. К., Емцев В. В., Санников Э. М., Кравченко А. А. Анализ применения различных режимов осаждения гальванических покрытий при восстановительном ремонте деталей машин // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Часть I. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2019. С. 269–273. EDN: NNCBQN.

2. Астанин В. К., Стекольников Ю. А., Емцев В. В., Чурилов Д. Г. Композиционные покрытия на основе сплавов железа с никелем // Проблемы совершенствования машин, оборудования и технологий в агропромышленном комплексе. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2019. С. 74–77. EDN: TUURUL.

3. Блинков Б. С., Серебровский В. И., Сафонов Р. И. Упрочнение электроосажденного железа кобальтом // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 6. С. 73–74. EDN: UIHVOJ.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

4. Гузин М. В., Бобанова Ж. И., Вида-Симити И., Жумате Н. Структура, физико-механические и эксплуатационные свойства композиционных покрытий на основе железа и его сплавов // Электронная обработка материалов. 2006. № 5. С. 20–27. EDN: ZVTDVW.
5. Серебровский В. В. Влияние нестационарных режимов электролиза на электроосаждение железных покрытий // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 1. С. 42–44. EDN: KZVFAN.
6. Скрыбин В. А., Схиртладзе А. Г. Технология ремонта шестеренчатых насосов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2016. № 6. С. 3–7. EDN: WBAOSP.
7. Схиртладзе А. Г. Технология восстановления корпусных деталей // Технология металлов. 2001. № 12. С. 30–33.
8. Скрыбин В. А., Павлова Ж. В. Модернизация переносного станка для шлифования и притирки уплотнительных поверхностей затворов задвижек трубопроводной арматуры // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 2. С. 8–13. EDN: RJXIAE.
9. Серебровский В. В. Особенности осаждения железных гальванических покрытий на переменном асимметричном токе // Аграрная наука. 2008. № 2. С. 29–30. EDN: PUQHUV.
10. Серебровский В. И., Гнездилова Ю. П. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа для упрочнения деталей машин // Вестник Орел ГАУ. 2009. № 1. С. 9–12. EDN: KVPCIN.
11. Серебровский В. И., Серебровский В. В., Сафонов Р. И., Гнездилова Ю. П. Упрочнение многофункциональных электроосажденных покрытий для восстановления крупногабаритных деталей // Электрика. 2015. № 4. С. 31–34. EDN: TQCHXR.
12. Стекольников Н. Ю., Мамонтова Ю. Е., Стекольников Ю. А. Осаждение покрытий железом на переменном токе // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 3. С. 659–661. EDN: RDCZOD.
13. Денисов А. С., Верхутов А. А., Виденев А. А., Юдин В. М. Оценка изменения несущей способности коленчатого вала в процессе усталостного разрушения // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2016. № 2 (16). С. 64–67. EDN: VUYOGJ.
14. Юдин В. М., Вихарев М. Н., Юдин М. В. Восстановление деталей гальваническими покрытиями // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. 2012. С. 423–426. EDN: VWCUAJ.
15. Батищев А. Н., Юдин В. М., Веселовский Н. И. Направление развития ресурсосберегающих технологий при ремонте и то техники в современных условиях // Инженерное обеспечение агропромышленного комплекса. 1998. С. 105–108. EDN: VWCSDX.
16. Груба О. Н., Векессер Н. А. Повышение эффективности процесса электролитического хромирования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. 2022. Т. 14. № 1. С. 114–124. EDN: MFSQCA.
17. Котомчин А. Н., Синельников А. Ф., Корнейчук Н. И. Влияние неорганических добавок и условий электролиза хромирования на качество получаемых покрытий для восстановления и упрочнения деталей машин // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2021. № 7. С. 49–56. EDN: TVEVXL.
18. Котомчин А. Н., Зорин В. А. Усовершенствование электролитического хромирования для восстановления деталей автомобилей и дорожно-строительных машин // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. 2023. № 3 (75). С. 126–134. EDN: BFVUWM.
19. Котомчин А. Н., Синельников А. Ф., Корнейчук Н. И. К вопросу выбора способа восстановления деталей машин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2020. Т. 17. № 1 (71). С. 84–97. EDN: DESOQN.
20. Серебровский В. В., Серебровский А. В., Кузнецов В. М., Третьяков Д. Н. Установка для восстановления деталей машин электролитическими покрытиями на асимметричном токе // Региональный вестник. 2017. № 2 (7). С. 5–6. EDN: ZBIOFV.

Дата поступления статьи в редакцию 15.01.2026; одобрена после рецензирования 18.02.2026;
принята к публикации 19.02.2026.

В. В. Емцев – к.т.н., доцент кафедры «транспортных и технологических машин» ВГАУ, преподаватель кафедры «Эксплуатация и ремонт САТОП» ВУНЦ ВВС ВВА, Spin-код: 7994-5165;

И. В. Титова – к.т.н., доцент, доцент кафедры «транспортных и технологических машин», Spin-код: 6306-0503;

В. К. Астанин – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Транспортные и технологические машины», Spin-код: 5631-6270;

Н. Ю. Стекольников – аспирант кафедры химии, AuthorID: 582941.

Емцев В. В. – сбор и обработка материалов, подготовка первоначального варианта текста.

Стекольников Ю. А. – обработка данных и анализ результатов исследований.

Титова И. В. – обработка данных, участие в планировании исследований.

Астанин В. К. – общее руководство, анализ и дополнение текста статьи.

Стекольников Н. Ю. – обработка данных, участие в планировании исследований.

REFERENCES

REFERENCES

1. Astanin V. K., Yemtsev V. V., Sannikov E. M., Kravchenko A. A. Analiz primeneniya razlichny`x rezhimov osazhdeniya gal`vanicheskix pokry`tij pri vosstanovitel`nom remonte detalej mashin [Analysis of the application of various modes of deposition of electroplating coatings in the restoration repair of machine parts], *E`nergoe`ffektivnost` i e`nergoberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve* [Energy efficiency and energy saving in modern production and society], Part I. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019, pp. 269–273, EDN: NCNBQN.

2. Astanin V. K., Stekolnikov Yu. A., Yemtsev V. V., Churilov D. G. Kompozicionny'e pokry'tiya na osnove splavov zheleza s nikel'm [Composite coatings based on iron and nickel alloys], *Problemy` sovershenstvovaniya mashin, oborudovaniya i texnologij v agropromy`shlennom komplekse* [Problems of improving machinery, equipment and technologies in the agro-industrial complex], Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019, pp. 74–77, EDN: TUURUL.

3. Blinkov B. S., Serebrovsky V. I., Safonov R. I. Uprochnenie elektroosazhennogo zheleza kobal'tom [Hardening of electrodeposited iron with cobalt], *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]*, 2015, No. 6, pp. 73–74, EDN: UIHVOJ.

4. Guzin M. V., Bobanova Zh. I., Vida-Simiti I., Zhumate N. Struktura, fiziko-mexanicheskie i e'kspluatacionny'e svojstva kompozicionny'x pokry'tij na osnove zheleza i ego splavov [Structure, physico-mechanical and operational properties of composite coatings based on iron and its alloys], *E'lektronnaya obrabotka materialov* [Electronic processing of materials], 2006, No. 5, pp. 20–27, EDN: ZVTDVW.

5. Serebrovsky V. V. Vliyanie nestacionarny`x rezhimov e`lektroliza na e`lektroosazhdenie zhelezny`x pokry`tij [The influence of nonstationary electrolysis modes on the electrodeposition of iron coatings], *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2008, No. 1, pp. 42–44, EDN: KZVFAN.

6. Scriabin V. A., Skhirtladze A. G. Tekhnologiya remonta shesterenchatykh nasosov [Gear pump repair technology], *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya* [Repair. Recovery. Modernization], 2016, No. 6, pp. 3–8, EDN: WBAOCP

7. Skhirtladze A. G. Tekhnologiya vosstanovleniya korpusnykh detalej [Technology of restoration of body parts], *Tekhnologiya metallov* [Metal technology], 2001, No. 12, pp. 30–33.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

8. Scriabin V. A., Pavlova J. V. Modernizatsiya perenosnogo stanka dlya shlifovaniya i pritirki uplotnitel'nykh poverkhnostey zatvorov zadvizhek truboprovodnoy armatury [Modernization of a portable machine for grinding and lapping sealing surfaces of valves of valves of pipeline fittings], *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya* [Repair. Recovery. Modernization], 2015, No. 2, pp. 8–13, EDN: RJXIAE.
9. Serebrovsky V. V. Osobennosti osazhdeniya zheleznykh gal'vanicheskikh pokry'tij na peremennom asimmetrichnom toke [Features of deposition of iron electroplating coatings on alternating asymmetric current], *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], 2008, No. 2, pp. 29–30, EDN: PUQHUV.
10. Serebrovsky V. I., Gnezdilova Yu. P. E'lektroosazhdenie binarnykh splavov na osnove zheleza dlya uprochneniya detalej mashin [Electrodeposition of binary iron-based alloys for hardening machine parts], *Vestnik Orel GAU* [Vestnik Orel GAU], 2009, No. 1, pp. 9–12, EDN: KVPCIN.
11. Serebrovsky V. I., Serebrovsky V. V., Safonov R. I., Gnezdilova Yu. P. Uprochnenie mnogofunktsional'nykh e'lektroosazhennykh pokry'tij dlya vosstanovleniya krupnogabaritnykh detalej [Hardening of multifunctional electrodeposited coatings for the restoration of large-sized parts], *E'lektrika* [Electrica], 2015, No. 4, pp. 31–34, EDN: TQCHXR.
12. Stekolnikova N. Yu., Mamontova Yu. E., Stekolnikov Yu. A. Osazhdenie pokry'tij zhelezom na peremennom toke [Deposition of iron coatings on alternating current], *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tambov State Technical University], 2013, Vol. 19, No. 3, pp. 659–661, EDN: RDCZOD.
13. Denisov A. S., Verkhutov A. A., Videnev A. A., Yudin V. M. Ocenka izmeneniya nesushhej sposobnosti kolenchatogo vala v processe ustalostnogo razrusheniya [Evaluation of changes in the bearing capacity of the crankshaft during fatigue failure], *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve* [Technical regulation in transport construction], 2016, No. 2 (16), pp. 64–67, EDN: VUYOGJ.
14. Yudin V. M., Vikharev M. N., Yudin M. V. Vosstanovlenie detalej gal'vanicheskimi pokry'tiyami [Restoration of parts by electroplating], *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK* [Scientific and information support for the innovative development of agriculture], 2012, pp. 423–426, EDN: VWCUAJ.
15. Batishchev A. N., Yudin V. M., Veselovsky N. I. Napravlenie razvitiya resursosberegayushhix tekhnologij pri remonte i to tekhniki v sovremennykh usloviyakh [The direction of development of resource-saving technologies in the repair and maintenance of equipment in modern conditions], *Inzhenernoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa* [Engineering support of the agro-industrial complex], 1998, pp. 105–108, EDN: VWCSDX.
16. Gruba O. N., Vekesser N. A. Povyshenie effektivnosti processa e'lektroliticheskogo xromirovaniya [Improving the efficiency of the electrolytic chrome plating process], *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Chemistry], 2022, Vol. 14, No. 1, pp. 114–124, EDN: MFSQCA.
17. Kotomchin A. N., Sinelnikov A. F., Korneychuk N. I. Vliyanie neorganicheskikh dobavok i uslovij e'lektroliza xromirovaniya na kachestvo poluchaemykh pokry'tij dlya vosstanovleniya i uprochneniya detalej mashin [The effect of inorganic additives and electrolysis conditions of chrome plating on the quality of the coatings obtained for the restoration and hardening of machine parts], *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific information collection], 2021, No. 7, pp. 49–56, EDN: TVEVXL.
18. Kotomchin A. N., Zorin V. A. Uovershenstvovanie e'lektroliticheskogo xromirovaniya dlya vosstanovleniya detalej avtomobilej i dorozhno-stroitel'nykh mashin [Perfecting electrolytic chrome plating for the restoration of car parts and road construction machines], *Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. Seriya: Fiziko-matematicheskie i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Pridnestrovian University. Series: Physical, mathematical and technical sciences], 2023, No. 3 (75), pp. 126–134, EDN: BFVUWM.
19. Kotomchin A. N., Sinelnikov A. F., Korneychuk N. I. K voprosu vy'bora sposoba vosstanovleniya detalej mashin [On the issue of choosing a method for restoring machine parts], *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University], 2020, Vol. 17, No. 1 (71), pp. 84–97, EDN: DESOQN.
20. Serebrovsky V. V., Serebrovsky A. V., Kuznetsov V. M., Tretyakov D. N. Ustanovka dlya vosstanovleniya detalej mashin e'lektroliticheskimi pokry'tiyami na asimmetrichnom toke [Installation for the restoration of machine

Information about the authors:

N. Yu. Stekolnikova – Postgraduate student of the Department of Chemistry, AuthorID: 582941.

Stekolnikova N. Yu. – data processing, participation in research planning.

34

Научная статья

УДК 631.53.02

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-35-47

EDN WFAPHS



Предпосевная обработка семян ячменя продуктами детонации газовой взрывчатой смеси

Дмитрий Юрьевич Смирнов¹, Марина Эдуардовна Бузовера², Майя Маратовна Ерзина³,
Сергей Иванович Герасимов⁴, Иван Игоревич Каньгин⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Саровский Физико-Технический Институт, Саров, Россия

¹ dimoseryus@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-5806-8040>

² mebuzoverya@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-4481-637X>

³ erzina.m.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7316-3113>

⁴ s.i.gerasimov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6850-0816>

⁵ i.i.kanygin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8632-2155>

Аннотация

Введение. Статья посвящена описанию методики предпосевной обработки семян продуктами детонации (ПД) газовой взрывчатой смеси (ГВС) и результатам полевого эксперимента по выращиванию ярового ячменя, посеянного семенами, предварительно обработанными ПД ГВС. Приводятся оценки стоимости обработки семян указанным экологически чистым методом.

Материалы и методы. Проведен полевой эксперимент с культурой ячменя Зазерский. Семена обрабатывались ПД стехиометрической смеси ацетилена с кислородом при начальном давлении 0,25 ата в камере ЭК-2 (рабочий объем 1,5 л). Семена располагались в камере на ее дне (уровень 0) и на трех металлических сетках (уровни 1,2,3) с интервалом 12 мм.

Обсуждение. Результаты анализа полевого эксперимента показали, что: по всем показателям, включая биометрический, степень поражения семян, полевую всхожесть, выживаемость, продуктивность семян, обработанных ПД ГВС на уровне 1, значительно выше, чем контрольная необработанная партия. Прирост по урожайности составил до 25 % (прибавка к сухому контролю); по всем показателям семена, обработанные ПД ГВС на уровне 1, находятся в пределах, достигаемых при химической обработке протравливанием; почти по всем параметрам наиболее оптимальный результат был получен на уровне 1.

Заключение. Подтверждена эффективность потенциально экологически чистой технологии предпосевной обработки семян злаковых сельскохозяйственных культур ПД ГВС. Причина неоднородности достигаемого результата на разных уровнях на сегодняшний день окончательно неясна. Результаты экспериментов указывают на целесообразность дальнейшего исследования метода обработки семян ПД ГВС.

Ключевые слова: газозвзрывчатая смесь, полевой эксперимент, продукты взрыва, тепловая обработка, ячмень

Благодарности: Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры плодовоовощеводства, селекции и семеноводства Нижегородской сельскохозяйственной академии Санкиной Е. М. и Терехову М. Б. за проведенный анализ полевого эксперимента и хранят добрую память об инициаторе работ Е. Е. Мешкове.

Для цитирования: Смирнов Д. Ю., Бузовера М. Э., Ерзина М. М., Герасимов С. И., Каньгин И. И. Предпосевная обработка семян ячменя продуктами детонации газовой взрывчатой смеси // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 35–47. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-35-47. EDN WFAPHS.

© Смирнов Д. Ю., Бузовера М. Э., Ерзина М. М., Герасимов С. И., Каньгин И. И., 2026



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

^{1, 2, 3, 4, 5} *Sarov State Physics and Technical Institute, Sarov, Russia*

¹ *dimoseryus@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-5806-8040>*

² mebuzzoverya@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-4481-637X>

³ erzina.m.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7316-3113>

⁴ s.i.gerasimov@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-6850-0816>

⁵ i.i.kanygin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8632-2155>

Introduction. This article describes a method for pre-sowing seed treatment with detonation products (DP) from a gaseous explosive mixture (GEM) and presents the results of a field experiment on growing spring barley sown with seeds previously treated with GEM DP. The cost of seed treatment using this environmentally friendly method is also estimated.

Materials and Methods. A field experiment was conducted with the barley cultivar «Zazersky». Seeds were treated with DP from a stoichiometric mixture of acetylene and oxygen at an initial pressure of 0.25 atm in the EK-2 chamber (working volume 1.5 L). The seeds were placed in the chamber at its bottom (level 0) and on three metal grids (levels 1, 2, 3) with an interval of 12 mm.

Discussion. The results of the field experiment analysis showed that: for all indicators, including biometric ones, the degree of seed damage, field germination, survival rate, and productivity, seeds treated with PD GVS at level 1 were significantly higher than the untreated control batch. The yield increase was up to 25 % (increase over dry control); **for** all indicators, seeds treated with PD GVS at level 1 were within the range achieved with chemical seed treatment; for almost all parameters, the most optimal result was obtained at level 1.

Conclusion. The effectiveness of the potentially environmentally friendly pre-sowing seed treatment technology for cereal crops, PD GVS, has been confirmed. The reason for the heterogeneity of the achieved results at different levels is not yet fully clear. The experimental results indicate the expediency of further research into the PD GVS seed treatment method.

Keywords: gas-explosive mixture, field experiment, explosion products, thermal treatment, barley

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the staff of the Department of Horticulture, Breeding, and Seed Production of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, E. M. Sankina and M. B. Terekhov, for conducting the analysis of the field experiment. They also cherish the fond memory of the initiator of the work, E. E. Meshkov.

For citation: Smirnov D. Yu., Buzoverya M. E., Erzina M. M., Gerasimov S. I., Kanygin I. I. Pre-sowing treatment of barley seeds with detonation products of a gas explosive mixture // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 35–47. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-35-47. EDN WFAPHS.

При выращивании злаковых культур часть зерна поражается сорняками, вредителями и болезнями [1; 2; 3]. Разработаны и разрабатываются различные способы борьбы с этими поражающими факторами. Эти способы снижают процент потерь урожая, но далеко еще не сводят их к нулю. Несмотря на принимаемые меры, мировые потери

урожая составляют 34 % [3]. Наиболее распространенным способом защиты злаков от вредителей и болезней является химический. Семена перед посевом обрабатывают пестицидами, инсектидами, фунгицидами, гербицидами. Такие вещества являются в той или иной степени ядами. Химический способ экологически вреден, дорог, опасен для здоровья рабочих [4]. По этим причинам ищутся дру-

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

гие, более экономичные и экологически более чистые способы защиты семян.

Специалистами из Сарова периодически проводятся инициативные исследования влияния импульсных воздействий на семена культурных растений: на их всхожесть и пр. Эксперименты [5; 6] показали, что семена некоторых с.-х. культур (двудольных и злаковых), погруженные в воду, по которой пропусклась ударная волна с амплитудой до 10000 атм., могут не терять всхожести.

Имеются и другие источники, указывающие на возможность обеззараживания семян с.-х. культур продуктами взрыва или горения газовых смесей [7; 8; 9; 10]. Применялся способ обработки семян, включающий подачу в семена газозрывчатой смеси с ее последующим взрывом. Для этого семена помещали в герметичную камеру, которую перед подачей смеси предварительно вакуумировали, а в качестве газозрывчатой смеси использовали стехиометрическую смесь водорода и кислорода. Предпосевной обжиг клубней картофеля газовоздушным пламенем при температуре 500–800 °С применялся для уничтожения болезнетворных организмов.

Главный вывод из указанных выше работ заключается в том, что воздействие ударной или детонационной волны, создающей высокие температуры и давления, во-первых, не убивает зародышей с.-х. культур и, во-вторых, даже несколько стимулирует их развитие. В связи с этими выводами нами были продолжены более целенаправленные исследования как экспериментальные, так и расчетно-теоретические.

Материалы и методы

Для полевого эксперимента по исследованию воздействия ПД ГВС на семена с.-х. культур мы опирались на результаты, полученные на камере ЭК-1 (рис. 1), где был определен диапазон рабочих начальных давлений ($0,3 \text{ атм.} \leq P_0 \leq 0,8 \text{ атм.}$), когда процент проросших обработанных семян практически не уменьшается по сравнению с контролем и даже оказывается несколько выше.

Для проведения полевого эксперимента потребовалась обработка достаточно большой массы зерна; производительность камеры ЭК-1 оказалась явно недостаточной. Поэтому была изготовлена экспериментальная камера ЭК-2 с заметно большей производительностью. Схема камеры приведена на рисунке 2.

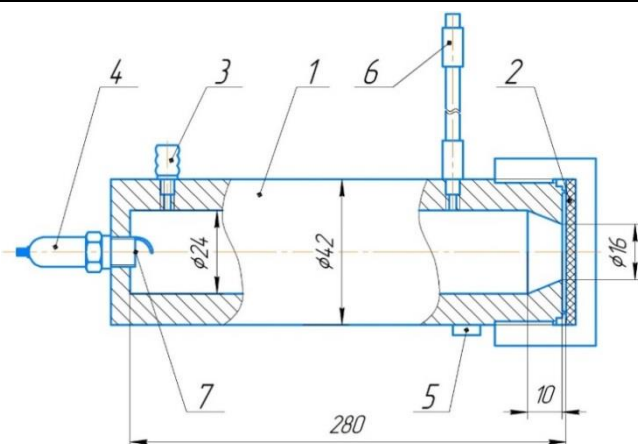


Рис. 1. Экспериментальная камера ЭК-1: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – штуцер для вакуумирования и заполнения камеры ГВС; 4 – автомобильная свеча; 5 – пьезодатчик; 6 – световод; 7 – искровой промежуток

Fig. 1. Experimental chamber EK-1: 1 – housing; 2 – cover; 3 – fitting for vacuuming and filling the ГВС chamber; 4 – automobile spark plug; 5 – piezoelectric sensor; 6 – light guide; 7 – spark gap

Источник: составлено авторами
на основании данных

Корпус камеры (1) выполнен в виде широкой цилиндрической емкости из алюминиевого сплава с внутренним диаметром 190 мм и высотой 53 мм (объемом 1,5 дм³). Камера снабжена крышкой (2), которая крепилась к корпусу при помощи 12 болтов М8. На боковой поверхности корпуса в отверстии устанавливалась автомобильная свеча зажигания (3) А17ДВ для инициирования химического превращения ГВС. Корпус снабжен двумя штуцерами (4) для вакуумирования камеры и заполнения ее ГВС.

В камере устанавливались три горизонтальных кольца (5) из алюминия (рамки) с натянутой в них металлической сеткой с размерами ячейки 3×3 мм. В корпусе камеры, в месте свечи, был выполнен паз (6) (см. разрез А-А, рис. 2) и, соответственно, в рамках (5) были выполнены вырезы (7), которые располагались на одной вертикали напротив в корпусе. Эти вырезы предназначены для облегчения распространения детонации ГВС по всему объему камеры. Семена в сборке размещались в виде моно слоя на дне камеры (уровень 0) и на каждой из трех сеток (уровни 1, 2, 3). Вес семян на каждой сетке около 75 г. После заполнения камеры семенами она вакуумировалась до давления 10 мм рт. ст. и затем заполнялась ГВС до заданного начального давления P_0 .

Fig. 2. Experimental chamber EK-2: diagram and section of the chamber. 1 – chamber body; 2 – cover; 3 – candle; 4 – fitting for vacuuming the chamber and filling it with a gas explosive mixture; 5 – ring flat frames with a stretched metal mesh; 6 – groove in the body of the chamber (for the candle); 7 – cutout in the frames; 8 – LED (dimensions are given in mm)

Как и на камере ЭК-1, регистрировалась одна и та же скорость распространения фронта свечения 2.5 км/с, практически совпадающая со скоростью детонации.

В качестве протравливателя использовался Фенорам в дозе 2 кг на тонну [11].

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Обработку биологическим препаратом Ризоплан проводили в день посева семян, разводя 1 часть Ризоплана в 100 частях воды в дозе 100 л раствора на тонну семян.

Препарат МиБАС был рекомендован к применению Нижегородской станцией химической защиты растений.

Условия проведения опыта

Общая площадь делянки составляла 2,5, а уборочная – 2 кв. метра. Повторность в опыте четырехкратная (т. е. семена с каждого уровня высевались на 4-х отдельных участках).

Почва опытного поля светло-серая лесная, легкосуглинистая по механическому составу, кислая (рН в НСl 4.92), Нг 3.25, S 13.48, Т 16.73 мг. экв. на 100 г., V 80.57 %, с низким содержанием гумуса (1.5 %), высоким содержанием подвижного фосфора (256.6 мг/кг почвы) и повышенным (144.6 мг/кг почвы) содержанием объемного калия.

В опыте использовался районированный в Нижегородской области сорт ярового ячменя Зазерский 85. Репродукция высеванных семян – первая, норма посева – 5.5 млн всхожих семян на гектар.

В качестве предшественника использовалась вико-овсяная смесь на зеленый корм.

Обработка почвы включала в себя следующие операции. После уборки предшественника поле взлущено лушпильником ЛДГ-5, затем через 2 недели произведена зяблевая вспашка плугом с предплужниками (ПН 4-35) на 25 см. Ранней весной произведено закрытие влаги тяжелыми зубowymi боронами в два следа. Первая культивация проведена на глубину 12–14 см (КПС-4Г) и вторая, предпосевная (РВК-3) – на глубину 6–8 см. Посев произведен вручную. Удобрения в дозе N120, P10, K10 внесены под первую культивацию. В качестве минеральных удобрений использованы: аммиачная селитра (34 %), двойной гранулированный суперфосфат (46 %) и хлористый калий (60 %).

Погодные условия характеризовались следующими показателями. В мае среднесуточные температуры воздуха за исключением первой декады были на 2.9–8.3 °C выше среднесуточных. При этом сумма осадков за месяц была выше среднесуточной на 15.4 %. Однако июнь характеризовался недостаточным увлажнением – -37.7 % к норме и повышенными среднесуточными температурами, что отрицательно сказалось на сохранении всходов, закладке элементов продуктивности коло-

са. Аналогичными погодными условиями характеризовались первая и вторая декады июля, совпавшие с периодами цветения и начала налива зерна. В целом неблагоприятные погодноклиматические условия июня и первой половины июля оказали отрицательное влияние на формирование урожая. Несмотря на то, что погодные условия третьей декады июля характеризовались среднесуточными температурами на уровне среднесуточных и обильным выпадением осадков (228 % к норме), а в августе были близкими к среднесуточным, они всё же не смогли восполнить потери, так как недостаток влаги и повышенные температуры совпали с критическим периодом роста и развития растений.

Полученные результаты

Фенологические наблюдения за ходом развития ячменя проводились по всем девяти вариантам опыта, которым даны названия:

- 1) контроль сухой;
- 2) контроль влажный;
- 3) протравливание;
- 4) Ризоплан;
- 5) МиБАС;
- 6) уровень 0;
- 7) уровень 1;
- 8) уровень 2;
- 9) уровень 3.

Начало наступления очередной фазы развития растения отмечалось при вступлении в нее 10 % растений, а полное наступление фазы – при вступлении в нее 75 % растений.

Густота стояния растений учитывалась на постоянных площадках, в двух несмежных повторениях.

Урожай зерна учитывался путем взвешивания отдельно с каждой делянки и пересчитывался на 14-процентную влажность и 100-процентную чистоту.

Биометрический анализ структуры урожая проводился по методике Госсортиспытания сельскохозяйственных культур.

Масса 1000 зерен определялась путем взвешивания двух параллельных проб по 500 зерен каждая, с допуском отклонений между ними не более чем на 3 % и суммированием конечного результата.

Определение степени поражения семян, проростков и растений болезнями производилось по общепринятым методикам ВИЗР [3].

Результаты исследований полевой всхожести ярового ячменя представлены в таблице 1.

**TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT
 FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Таблица 1. **Полевая всхожесть**
 Table 1. **Field germination rate of seeds**

Варианты опыта / Experience options	Норма высева, шт./ кв.м / Seeding rate, th./sq m	Полевая всхожесть / Field germination	
		шт./м ² / th./m ²	%
Контроль сухой / Control dry	550	313	56.9
Контроль влажный / Control wet	550	326	59.3
Протравливание / Etching	550	375	68.2
Ризоплан / Rhizoplane	550	370	67.3
МиБАС / MiBAS	550	324	58.9
Уровень 0 / Level 0	550	339	61.6
Уровень 1 / Level 1	550	362	65.8
Уровень 2 / Level 2	550	348	63.3
Уровень 3 / Level 3	550	323	58.7

Источник: составлено авторами на основании данных исследования

Видно, что наиболее низкая полевая всхожесть семян сформировалась в варианте с сухим контролем (56.9 %). Обработка семян водой повышала полевую всхожесть до 59.3 %. Наиболее эффективной оказалась обработка семян протравливанием (68.2 %) и Ризопланом (67.3 %). Низкая полевая всхожесть отмечена в варианте МиБАС (58.9 %). В вариантах с обработкой семян ПД ГВС полевая всхожесть варьировала в пределах от

58.7 до 65.8 % для уровня 1, что всего на 1.5–2.4 % ниже вариантов с Ризопланом и протравливанием.

Первым необходимым условием получения высоких урожаев зерновых культур является наличие оптимальной густоты стояния растений к уборке, которая, в свою очередь, находится в прямой зависимости от их выживаемости. Результаты анализа выживаемости растений представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Выживаемость**
 Table 2. **Survival**

Варианты опыта / Experience options	Всходы, шт./м ² / Shoots, th./m ²	Выживаемость растений / Plant survival	
		шт./м ² / th./m ²	%
Контроль сухой / Control dry	313	224	71.6
Контроль влажный / Control wet	326	280	85.9
Протравливание / Etching	375	326	86.9
Ризоплан / Rhizoplane	370	354	95.7
МиБАС / MiBAS	324	276	85.2
Уровень 0 / Level 0	339	276	81.4
Уровень 1 / Level 1	362	300	82.9
Уровень 2 / Level 2	348	280	80.5
Уровень 3 / Level 3	324	284	87.7

Источник: составлено авторами на основании данных исследования

В целом выживаемость растений варьировала от 71.6 % для сухого контроля до 95.7 % для Ризоплана. В остальных вариантах опыта выживаемость была на уровне варианта влажного контроля (85.9 %) и варьировалась от 80.5 до 86.9 %.

Эффективность любого агротехнического приема в первую очередь оценивается по степени влияния его на продуктивность посева. Результаты анализа урожайности представлены в таблице 3.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Таблица 3. Урожайность
 Table 3. Crop yield

Варианты опыта / Experience options	Урожайность, ц/га / Productivity, c/h	Прибавка к контролю / Increase in control	
		ц/га / c/h	%
Контроль сухой / Control dry	14.4		
Контроль влажный / Control wet	16.7	2.3	13.8
Протравливание / Etching	22.7	8.3	36.6
Ризоплан / Rhizoplane	17.3	2.9	16.8
МиБАС / MiBAS	17.6	3.2	18.2
Уровень 0 / Level 0	16	1.6	10
Уровень 1 / Level 1	19.1	4.7	24.6
Уровень 2 / Level 2	16.3	1.9	11.7
Уровень 3 / Level 3	15.6	1.2	7.7
НСР 05 ц/га / LSD 05 c/h	2.5		

(НСР – наименьшая существенная разница /least significant difference)

Источник: составлено авторами на основании данных исследования

Каждый из этих элементов урожая зависит как от генетических свойств сорта, так и от сложного комплекса условий произрастания. Между элементами урожая существует взаимосвязь и взаимо-

зависимость. От степени развития и количественного выражения элементов структуры урожая зависит величина биологического урожая. Результаты анализа структуры урожая представлены в таблице 4.

Таблица 4. Структура урожая
 Table 4. Crop structure

Варианты опыта / Experience options	Стеблестой, шт./м ² / Stalky th./m ²		Зерен в колосе, шт. / Grains in an ear, th.	Масса 1000 зерен, г. / Mass of 1000 grains, g	Продуктивность колоса / Ear productivity
	общий / total	продукт / productivity			
Контроль сухой / Control dry	434	215	16	39.5	0.632
Контроль влажный / Control wet	429	359	18	39.5	0.711
Протравливание / Etching	445	331	16	46.5	0.744
Ризоплан / Rhizoplane	642	474	16	41.5	0.664
МиБАС / MiBAS	505	405	17	41.5	0.705
Уровень 0 / Level 0	454	348	18	42.6	0.766
Уровень 1 / Level 1	548	464	18	45.6	0.82
Уровень 2 / Level 2	530	455	15	40.6	0.609
Уровень 3 / Level 3	395	200	14	39.5	0.553

Источник: составлено авторами на основании данных исследования

Видно, что максимальная густота продуктивного стеблестоя отмечена в варианте Ризоплан (474 стеблей на кв. м), а минимальная – в варианте уровень 3 (200 стеблей на кв. м). Продуктивность колоса (масса всех его зерен) варьировала от 0.553 до 0.820 г. Однако характер формирования этого показателя в разных случаях различен. Наиболее высокая продуктивность колоса в варианте уровень 1 сформировалась за счет высокой озерненности (18 зерен на колос) и за счет большой массы зерна

(45.6 г на 1000 зерен). Более низкая продуктивность колоса в варианте протравливание объясняется низкой озерненностью колоса (16 зерен на колос), хотя масса зерна в этом варианте максимальная (46.5 г на 1000 зерен), что и сыграло решающую роль при формировании хозяйственного урожая, несмотря на то, что в этом варианте биологический урожай был не самым высоким.

Результаты анализа лабораторной всхожести семян представлены в таблице 5.

**TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT
 FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Таблица 5. **Всхожесть семян**

Table 5. **Seed germination**

Варианты опыта / Experience options	Энергия проростания / Germination energy	Лабораторная всхожесть / Laboratory germination
Контроль сухой / Control dry	63	80
Контроль влажный / Control wet	73	86
Протравливание / Etching	66	88
Ризоплан / Rhizoplane	59	82
МиБАС / MiBAS	33	70
Уровень 0 / Level 0	66	85
Уровень 1 / Level 1	61	83
Уровень 2 / Level 2	54	84
Уровень 3 / Level 3	54	84

(энергия проростания – % семян, проросших на 5 сутки)

Величина всхожести варьирует в пределах ошибки опыта

Источник: составлено авторами на основании данных исследования

Обсуждение

Процесс воздействия ПД ГВС на семена начинается с детонации ГВС. Процесс детонации ГВС достаточно хорошо изучен теоретически и экспериментально [12; 13; 14; 15; 16].

В соответствии с физическими представлениями в тело зерна идет тепловая волна, температура которой на фронте быстро падает. Это происходит потому, что теплоемкость на единицу объема у зерна (и камеры ЭК-2) много больше, чем у ПД и, следовательно, быстро падает температура ПД, которые подпитывают тепловую волну.

В результате сильному нагреву подвергается только внешний очень тонкий слой зерна; для зародыша зерна, расположенного в глубине зерна (хотя и на небольших расстояниях от поверхности 150 мкм), не достигаются критические губительные условия.

В качестве иллюстрации можно привести результаты исследования реакции зерен яровой пшеницы на действие ПД ГВС ($C_2H_2 + 2,5O_2$, $P = 0,5$ и $1,0$ ата) при помощи оптической микроскопии (применялись микроскопы «БИОЛАМ Д 1» и МБС) [17; 18]. Исследовались продольные и поперечные

срезы зерен, плодовая и семенная оболочки, алейроновый слой и т. д.

Обнаружено, что в основном видоизменяются плодовая и семенная оболочки зерна и частично алейроновый слой [19; 20]. Динамика повреждений носит сложный характер – от появления продольных трещин до образования сфероподобных полостей практически по всей поверхности зерна. Чем выше давление продуктов взрыва, тем значительнее степень повреждений. При этом частично изменяется и структура плодовой и семенной оболочек зерна (рис. 3). В их структуре после действия ПД наблюдается видоизменение текстуры и, в частности, появление пор и увеличение расстояния между соседними фибрилами ($v \approx 1.5–2$ раза). В целом наружная оболочка зерна после воздействия становится более рыхлой и дефектной. Отмечена тенденция в нарушении «порядка» и в структуре алейронового слоя (рис. 4).

В то же время ПД ГВС при начальном давлении 0,5 и 1,0 ата не оказывают заметного влияния на эндосперм. Структура белковых и крахмальных образований глобулярного вида практически не изменяется после воздействия ПД.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

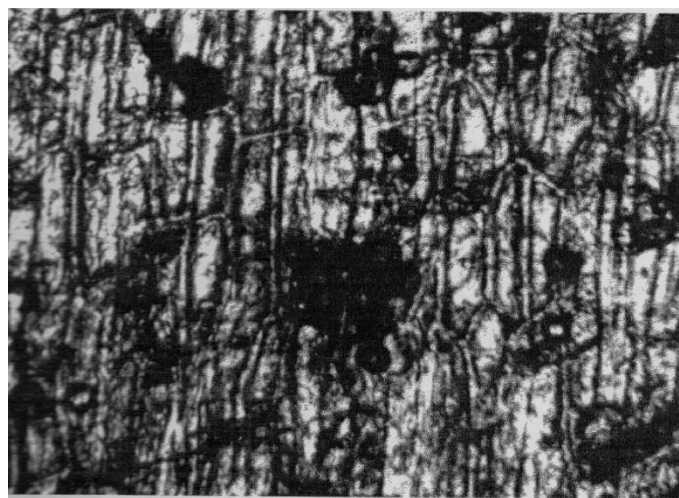


Рис. 4. Структура плодовых оболочек зерен пшеницы.

Контрольный образец (слева) и образец после воздействия ПД ($P_0 = 0,5$ ата). Увеличение $310\times$

Fig. 4. Structure of the coats of wheat grains.

Control sample (left) and sample after exposure to DP ($P_0 = 0.5$ ata). Magnification $310\times$

Источник: составлено авторами на основании данных

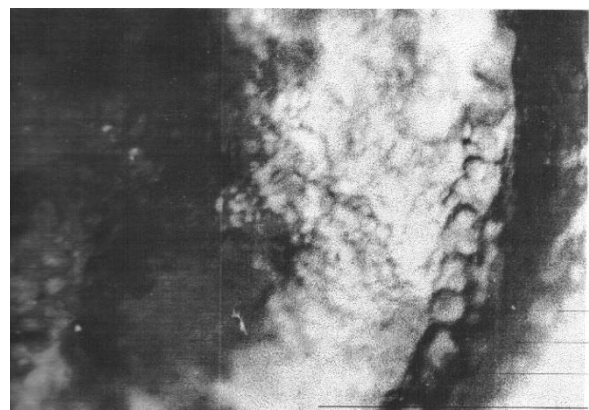
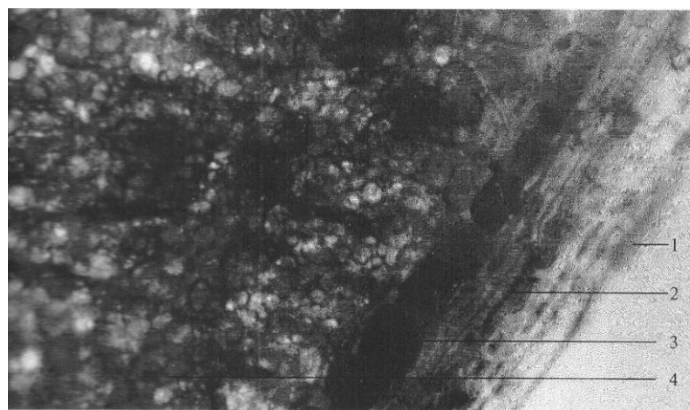


Рис. 5. Поперечный срез зерна: контрольный образец (слева); после воздействия ПД ГВС ($P_0 = 0,5$ ата) (справа):

1 – плодовая оболочка; 2 – семенная оболочка; 3 – алейроновый слой; 4 – эндосперма (увеличение $310\times$)

Fig. 5. Cross-section of grain: control sample (left); after exposure to DP GEM ($P_0 = 0.5$ ata) (right):

1 – fruit coat; 2 – seed coat; 3 – aleurone layer; 4 – endosperm (magnification $310\times$)

Источник: составлено авторами на основании данных

Заключение

Проведен полевой эксперимент с культурой ячменя Зазерский 85 на кафедре плодовоовощеводства, селекции и семеноводства Нижегородской сельскохозяйственной академии. Семена ячменя обрабатывались ПД стехиометрической смеси ацетилена с кислородом при начальном давлении 0,25 ата в камере ЭК-2. Семена располагались в камере на ее дне (уровень 0) и на трех металлических сетках (уровни 1, 2, 3) с интервалом 12 мм.

Результаты полевого эксперимента, выполненного сотрудниками НСА, показали, что по всем показателям, включая биометрический анализ, всхожесть, выживаемость, продуктивность семян,

обработанных ПД ГВС, на уровне 1 значительно выше, чем контрольная необработанная партия. Прирост по урожайности составил до 25 % (прибавка к сухому контролю); по всем показателям семена, обработанные ПД ГВС, на уровне 1 находятся в пределах, достигаемых при химической обработке семян протравливанием; почти по всем параметрам наиболее оптимальный результат был получен на уровне 1; причина неоднородности достигаемого результата требует дополнительных выяснений.

Результаты экспериментов указывают на целесообразность дальнейшего исследования метода обработки семян ПД ГВС.

- 44

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

19. Загоруйко А. В., Бровкина Т. Я., Сысенко И. С., Фоменко Т. В., Калашиников В. А. Важнейшие разновидности зерновых культур : Учеб. пособие. Краснодар : КубГАУ, 2017. 285 с.

20. Башинская О. С. Технология производства продукции растениеводства. Методические указания для практических занятий по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Саратов : ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2017. 235 с.

Дата поступления статьи в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 25.02.2026;
принята к публикации 26.02.2026.

Информация об авторах:

Д. Ю. Смирнов – старший преподаватель кафедры «Общетехнические дисциплины и электроника»;

М. Э. Бузоверя – к.т.н., доцент кафедры «Общетехнические дисциплины и электроника», Author Id: 112665;

М. М. Ерзина – преподаватель кафедры «Общетехнические дисциплины и электроника»;

С. И. Герасимов – д. ф-м н., профессор кафедры «Специальное приборостроение», Spin-код: 6424-0550;

И. И. Каныгин – старший преподаватель кафедры «Специальное приборостроение», Spin code 2412-8285.

Заявленный вклад авторов:

Смирнов Д. Ю. – сбор и обработка материалов, анализ и дополнение текста статьи.

Бузоверя М. М. – проведение критического анализа материалов и формирование выводов.

Ерзина М. М. – поиск аналитических материалов в отечественных и зарубежных источниках.

Герасимов С. И. – расчетно-экспериментальные работы.

Каныгин И. И. – участие в обсуждении материалов статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Gulidova V. A., Gulidova V. A. Inficirovannyye semena selskhozaystvennykh kultur i ih zashchita [Infected seeds of agricultural crops and their protection], monograph, Elets, Elets State University named after I. A. Bunin, 2010, 281 p., ISBN 978-5-94809-441-0, EDN QLBBVOL.

2. Daguzhieva Z. Sh. Lekcii po fitopatologii [Lectures on phytopathology], study guide for postgraduate students in agricultural sciences, Maykop, MSTU Publishing House, 2015, 76 p.

3. Shkalikov V. A., Beloshapkina O. O., Bukreev D. D. et al. Zashchita rastenij ot boleznej [Plant protection against diseases], textbook, Moscow, KolosS Publishing House, 2010, 404 p., ISBN 978-5-9532-0767-6, EDN ARIHXH.

4. Panasin V. I., Grigorovich L. M., Shogenov T. A. et al. Udobrenie, tekhnologii i urozhaj [Fertilizers, technologies and yield], agronomist handbook on agricultural chemicalization, Kaliningrad, Immanuel Kant Baltic Federal University, 2018, 315 p., ISBN 978-5-9971-0475-7, EDN YOLREZ.

5. Trunina N. P., Panov N. V., Trunin R. F., German V. N. Issledovanie povedeniya semyan dvudolnykh rastenij pod dejstviem silnykh udarnykh voln [Study of the behavior of dicotyledonous plant seeds under the influence of strong shock waves], *Doklady AN SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]*, 1974, Vol. 219, No. 5, pp. 1249–1256.

6. Panov N. V., Trunina N. P., Trunin R. F. Vozdejstvie impulsnykh davlenij na semena zlakovykh kultur [Impact of impulse pressures on cereal seeds], *Izvestiya AN SSSR. Seriya biologii [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Biological Series]*, 1977, No. 3, p. 450.

7. Nechepurenko S. B., Dorogina O. V. Vozdejstvie razlichnykh faktorov na prorastanie semyan Hedysarum theinum Krasnob (Fabaceae) [Influence of various factors on germination of Hedysarum theinum Krasnob seeds (Fabaceae)], *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Altai State Agrarian University]*, 2010, No. 10 (72), pp. 46–49, EDN MVDSNR.

8. Bankovskaya Yu. R., Golovanchikov A. B., Fomichenko V. V., Nefedyeva E. E. Korrelyacionnyj analiz opytnykh dannykh po predposevnoj obrabotke semyan udarnym davleniem [Correlation analysis of experimental data on

9. Sinegovskaya V. T., Mihajlova M. P., Vasilev M. M., Petrov O. F. Patent 2740815 Russian Federation, MPK A01C 1/06. Sposob povysheniya urozhajnosti srednespelyh sortov soi pri ispolzovanii nizkotemperaturnoj argonovoj plazmy dlya predposevnoj obrabotki semyan [Method for increasing the yield of mid-season soybean varieties using low-temperature argon plasma for pre-sowing seed treatment], appl. 09.07.2020, publ. 21.01.2021, Bulletin No. 3, EDN ORLLRW.
10. Volhonov M. S., Mamaeva I. A., Belyakov M. M. Klassifikaciya i opredelenie effektivnosti izvestnyh sposobov predposevnoj obrabotki semyan [Classification and evaluation of the effectiveness of known methods of pre-sowing seed treatment], *Vestnik NGIEI [Bulletin of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute]*, 2022, No. 8 (135), pp. 7–19, DOI 10.24412/2227-9407-2022-8-7-19, EDN EAOSIR.
11. Zorkina O. V., Suhova E. A., Agapova O. O. et al. Kompozicii fungicidov s regulyatorami rosta dlya umensheniya retardantnogo dejstviya protravitelej zernovyh kultur [Compositions of fungicides with growth regulators to reduce the retardant effect of cereal seed dressers], *Agrohimiya [Agrochemistry]*, 2023, No. 7, pp. 37–43, DOI 10.31857/S0002188123070128, EDN OGINND.
12. Wang Z., Liu H., Song T., Qi Y., He X., Shuai S., Wang J. Relationship between super-knock and pre-ignition, *International Journal of Engine Research [International Journal of Engine Research]*, 2014, Vol. 16, pp. 166–180, ISSN 1468-0874, DOI 10.1177/1468087414530388.
13. Korolev V. N., Lun-Fu A. V. Teoriya goreniya i vzryva [Theory of combustion and explosion], Ekaterinburg, Ural State Technical University – UPI, 2010, 124 p., EDN RXLITV.
14. Lepeshkin O. M., Doronin A. S. Teoriya goreniya i vzryva: uchebnoe posobie [Theory of combustion and explosion], study guide, Saint Petersburg, 2023, 165 p.
15. Gerasimov S. I., Kanygin I. A., Nevmerzchickij N. V. Stehiometricheskaya smes acetilena s kislorodom v modelirovanii razvitiya gazodinamicheskoy neustojchivosti [Stoichiometric acetylene–oxygen mixture in modeling the development of gas-dynamic instability], *Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global Nuclear Safety]*, 2021, No. 4 (41), pp. 6–15.
16. Gerasimov S. I., Kanygin I. I., Buzovera M. E. et al. Patent No. 2853742 C1 Russian Federation, MPK A61L 2/04. Sposob teplovoj obezzarazhivayushchej obrabotki semyan ili medicinskogo instrumenta ot patogennoj mikroflory pered ispolzovaniem [Method of thermal disinfecting treatment of seeds or medical instruments from pathogenic microflora before use], appl. 03.04.2025, publ. 26.12.2025, applicant National Research Nuclear University MEPhI, EDN AREDFI.
17. Balalaeva I. V., Sergeeva E. A., Katicheva A. R. Opticheskaya mikroskopiya v issledovanii struktury i funkcionirovaniya biologicheskikh obektov [Optical microscopy in the study of structure and functions of biological objects], Part 1. Wide-field optical microscopy, Teaching guide, Nizhny Novgorod, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 2012, 58 p.
18. Vinogradova G. N., Zaharov V. V. Osnovy mikroskopii [Fundamentals of microscopy], Saint Petersburg, University Telecommunications LLC, 2025, 417 p.
19. Zagorulko A. V., Brovkina T. Ya., Sysenko I. S., Fomenko T. V., Kalashnikov V. A. Vazhnejshie raznovidnosti zernovyh kultur [Major varieties of cereal crops], Study guide, Krasnodar, Kuban State Agrarian University, 2017, 285 p.
20. Bashinskaya O. S. Tekhnologiya proizvodstva produkcii rastenievodstva. Metodicheskie ukazaniya dlya prakticheskikh zanyatij po napravleniyu 35.03.07 Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki selskohozyajstvennoj produkcii [Technology of crop production. Methodological guidelines for practical classes in the program 35.03.07 Technology of production and processing of agricultural products], Saratov, Saratov State Agrarian University, 2017, 235 p.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 25.02.2026; accepted for publication 26.02.2026.

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Information about the authors:

D. Yu. Smirnov – Senior Lecturer, Department of General Technical Disciplines and Electronics;

M. E. Buzoverya – Ph. D. (Engineering), Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines and Electronics, AuthorId: 112665;

M. M. Erzina – lecturer at the Department of General Technical Disciplines and Electronics;

S. I. Gerasimov – Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Professor of the Department of Special Instrumentation, Spin-code: 6424-0550;

I. I. Kanygin – Senior Lecturer, Department of Special Instrumentation, Spin-code: 2412-8285.

Contribution of the authors:

Smirnov D. Yu. – collection and processing of materials, analyzing and supplementing the text,

Buzoverya M. E. – critical analysis of materials; formulated conclusions,

Erzina M. M. – search for analytical materials in Russian and international sources,

Gerasimov S. I. – calculation and experimental work,

Kanygin I. I. – participation in the discussion on topic of the article.

The authors declare no conflicts of interests.

EDN MUHOMC



Математическая модель гидро-ветро-солнечной генераторной установки для системы автономного электроснабжения АПК

⁵ zheka3334@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9152-2397>

Аннотация

Заключение. Разработанная модель расширяет теоретическую базу для расчета гибридных энергокомплексов на базе возобновляемых источников энергии и позволяет исследовать динамические характеристики гидро-ветро-солнечной генераторной установки. Модель пригодна для реализации в специализированных программах. Перспективными направлениями дальнейших исследований видятся модификация модели для других структурно-схемных решений установки и её адаптация для режима параллельной работы с существующей сетью.



ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, возобновляемые источники энергии, гибридный энергетический комплекс, гидро-ветро-солнечная генераторная установка, математическая модель, преобразование энергии, система автономного электроснабжения, электромагнитные процессы, электромеханические процессы

Для цитирования: Кашин Я. М., Копелевич Л. Е., Самородов А. В., Ким В. А., Мараховский Е. А. Математическая модель гидро-ветро-солнечной генераторной установки для системы автономного электроснабжения АПК // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 48–59. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-48-59. EDN MUHQMC.

Mathematical model of the hydro-wind-solar generator set for systems of autonomous power supply to AIC

Yakov M. Kashin¹, Lev E. Kopelevich², Alexandr V. Samorodov³, Vladislav A. Kim⁴, Evgeny A. Marakhovsky⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

350072, Russia, Krasnodar Krai, Krasnodar, Moskovskaya st., 2

¹ yakovkashin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0055-3700>

² kkllev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4346-4836>

³ alex.samorodoff@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0465-6798>

⁴ v@k-kub.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0934-4374>

⁵ zheka3334@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9152-2397>

Abstract

Introduction. The article is devoted to the problem of ensuring reliable and environmentally friendly power supply to facilities of the agro-industrial complex. The significant disadvantages of centralized grids and traditional autonomous power systems based on diesel and gasoline power plants are outlined. The usage of renewable energy sources is considered as the promising area of scientific research to eliminate these disadvantages, however, the low energy efficiency of existing hybrid energy complexes is noted due to the time instability of the parameters of the wind and solar energies they convert.

Materials and Methods. As an alternative to the classic hybrid energy complex, a hybrid energy complex based on a hydro-wind-solar generator set that simultaneously converts three heterogeneous renewable energy sources is proposed. A mathematical experiment using a mathematical model was chosen as the main method of studying the generator set. The materials that serve as the basis for the development of the mathematical model are given: a schematic diagram of the set; its spatial model in a two-phase coordinate system rotating with the rotor speed; description of the operating principle.

Results. The developed mathematical model of a hydro-wind-solar generator set is presented as the system of differential equations describing electromagnetic and electromechanical processes. The mathematical model includes equations that can be used to determine variable parameters in dynamic operating modes: EMF, voltages and currents in windings, as well as output power and energy. The model takes into account the variability of external parameters (wind speed and water flow, solar radiation) and contains several assumptions.

Conclusion. The developed model expands the theoretical basis for calculating hybrid energy complexes based on renewable energy sources and allows to study the dynamic characteristics of the hydro-wind-solar generator set. The model is suitable for implementation in specialized programs. The modification of the model for other structural and circuit solutions of the set and its adaptation for parallel operation with the existing grids are considered promising areas for further research.

Keywords: agro-industrial complex, renewable energy sources, hybrid energy complex, hydro-wind-solar generator set, mathematical model, energy conversion, autonomous power supply system, electromagnetic processes, electromechanical processes

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

For citation: Kashin Ya. M., Kopelevich L. E., Samorodov A. V., Kim V. A., Marakhovsky E. A. Mathematical model of the hydro-wind-solar generator set for systems of autonomous power supply to AIC // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 48–59. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-48-59. EDN MUNQMC.

Введение

Электрификация объектов АПК требует внедрения новых электротехнологий в системы электроснабжения [1]. Предпосылкой того служит, в частности, ряд проблем, присущих ныне эксплуатируемым системам централизованного электроснабжения: высокий уровень износа электрооборудования, удалённость многих объектов АПК (например, фермерских хозяйств) от линий электропередач, отсутствие свободной мощности на ближайших трансформаторных подстанциях [2]. В связи с этими проблемами возникают перебои в электроснабжении, а потребляемая электроэнергия имеет низкое качество. Данные факторы негативно сказываются на производственном процессе.

Решить обозначенные проблемы возможно путём внедрения систем автономного электроснабжения [3; 4]. Использование таких систем подразумевает генерацию электроэнергии непосредственно на запитываемом объекте. В настоящее время в системах автономного электроснабжения фермерских хозяйств и пищевой промышленности активно применяются бензиновые и дизельные электростанции. С их помощью достигается бесперебойность генерации, но в то же время возникают новые проблемы: высокая удельная стоимость получаемой электроэнергии (по причине дороговизны топлива) и её низкая экологичность (побочным эффектом сжигания топлива является выделение CO_2) [5]. Последний недостаток критически важен для объектов АПК, поскольку снижение показателей экологичности негативно сказывается на качестве продукции. Таким образом, очевидной является необходимость в поиске новых технологических решений в области систем автономного электроснабжения.

Наиболее перспективным направлением в развитии автономного электроснабжения объектов АПК представляется возобновляемая энергетика [3; 4; 5; 6]. «Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2050 года»¹ предусмотрено увеличение доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии. При этом отдельно отмечена возможность использования ВИЭ для надёжного электроснабжения удалённых и труднодоступных территорий, к которым, как было отмечено ранее, относятся многие сельскохозяй-

ственные объекты. Использование ВИЭ для автономного электроснабжения представляется эффективной заменой БЭС и ДЭС, поскольку производимая электроэнергия имеет более низкую удельную стоимость, а процесс преобразования энергии возобновляемых источников не сопровождается выделением CO_2 [7].

К настоящему времени для преобразования ВИЭ в электроэнергию разработаны гибридные энергетические комплексы на базе фото- и ветро-энергетических установок [3; 4; 8; 9]. Однако их энергоэффективность невысока из-за низкой плотности распределения энергии источников, а также зависимости от климатических и географических условий [7]. В свою очередь, невысокая энергоэффективность негативно влияет на экономические показатели современных ГЭК. Зачастую приходится обеспечивать большие запасы установленной мощности генерирующих установок и ёмкости дорогостоящих накопителей электроэнергии.

Таким образом, на сегодняшний день остаются актуальными научные исследования с целью поиска новых энергоэффективных и экономичных технических решений преобразования ВИЭ в электроэнергию.

Материалы и методы

В качестве энергоэффективной и экономичной альтернативы ФЭУ и ВЭУ классического ГЭК авторами рассматривается гидро-ветро-солнечная генераторная установка [10]. Её использование в системах автономного электроснабжения объектов АПК позволит обеспечить высокое качество производимой электроэнергии.

Потенциал кинетической энергии потока воды в процессе производства электроэнергии для объектов АПК крайне высок. С одной стороны, множество фермерских хозяйств и небольших пищевых производств располагаются на берегах рек и каналов, а с другой – энергия водотока имеет более стабильные во времени параметры по сравнению с энергиями ветра и солнечного излучения в сезоны работы большинства хозяйств АПК [10; 11]. Следовательно, гидро-ветро-солнечная генераторная установка может существенно снизить зависимость потребителей электроэнергии от ДЭС и БЭС, а также в большой ёмкости накопителей.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Исходя из сказанного выше, встаёт вопрос о проведении исследований ГВС ГУ в различных режимах работы. Наиболее эффективным методом научных изысканий на первоначальном этапе является математический эксперимент [12]. Для его выполнения требуется разработать математиче-

скую модель ГВС ГУ, описывающую электромагнитные и электромеханические процессы преобразования энергии в ней. Авторами статьи уже разработана конструкция исследуемой установки [13], принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

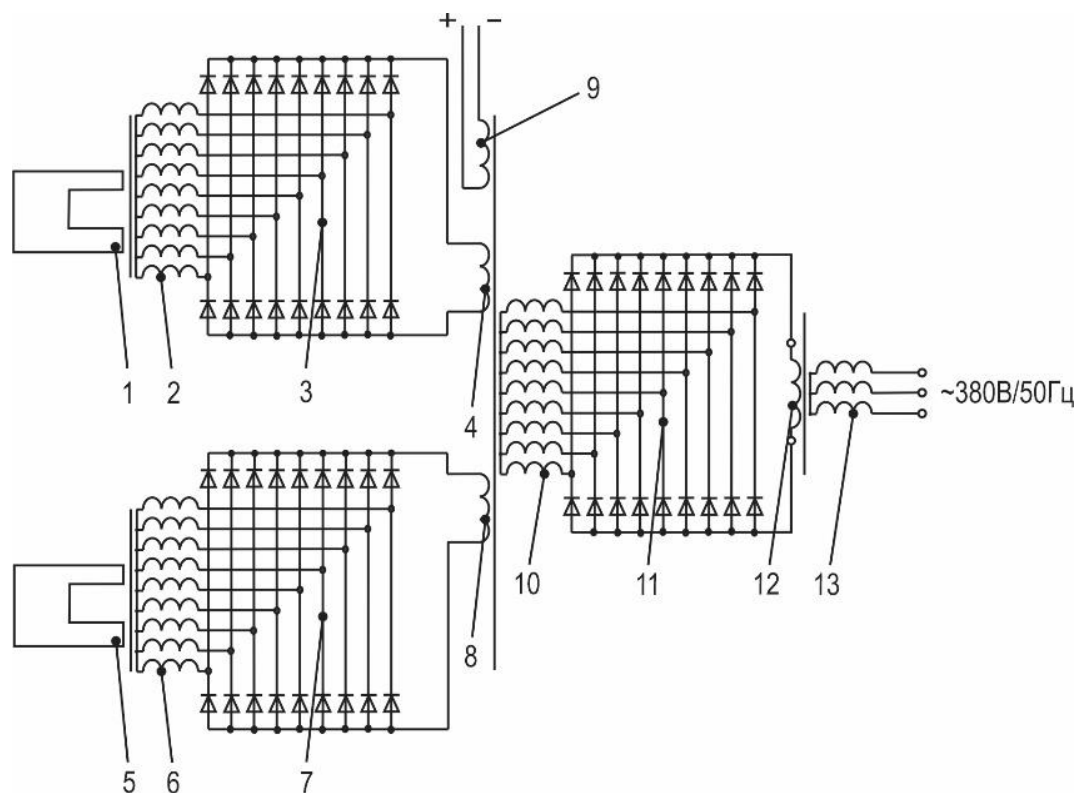


Рис. 1. Принципиальная схема ГВС ГУ

Fig. 1. Schematic diagram of the HWS GS

Источник: составлено авторами на основании своих данных

На рисунке 1 обозначены [13; 14]: 1 – первый постоянный аксиальный многополюсный магнит индуктора подвозбудителя; 2 – первая многофазная обмотка якоря подвозбудителя; 3 – первый многофазный двухполупериодный выпрямитель; 4 – основная однофазная обмотка возбуждения возбудителя; 5 – второй постоянный аксиальный многополюсный магнит индуктора подвозбудителя; 6 – вторая многофазная обмотка якоря подвозбудителя; 7 – второй многофазный двухполупериодный выпрямитель; 8 – первая дополнительная однофазная обмотка возбуждения возбудителя; 9 – вторая дополнительная однофазная обмотка возбуждения возбудителя; 10 – многофазная обмотка якоря возбудителя основного генератора; 11 – третий многофазный двухполупериодный выпрямитель; 12 – однофазная обмотка возбуждения основного генератора; 13 – трёхфазная обмотка якоря основного генератора.

ГВС ГУ работает по следующему принципу [7]: первый постоянный аксиальный многополюсный магнит индуктора подвозбудителя 1, расположенный на валу, приводится во вращение под воздействием ветра на ветротурбину. Наводимое им магнитное поле оказывает воздействие на первую многофазную обмотку якоря подвозбудителя 2, создавая в ней переменную ЭДС. Полученная переменная ЭДС преобразуется в постоянную ЭДС на первой однофазной обмотке возбуждения возбудителя 4 при помощи первого многофазного двухполупериодного выпрямителя 3.

В то же время второй постоянный аксиальный многополюсный магнит индуктора подвозбудителя 5, расположенный на валу, независимом от первого вала, приводится во вращение под воздействием воды на гидротурбину. Наводимое им магнитное поле оказывает воздействие на вторую многофаз-

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
 AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

ную обмотку якоря подвозбудителя 6, создавая в ней переменную ЭДС. Полученная переменная ЭДС преобразуется в постоянную ЭДС на второй одно-

фазной обмотке возбуждения возбудителя 8 при помощи второго многофазного двухполупериодного выпрямителя 7.

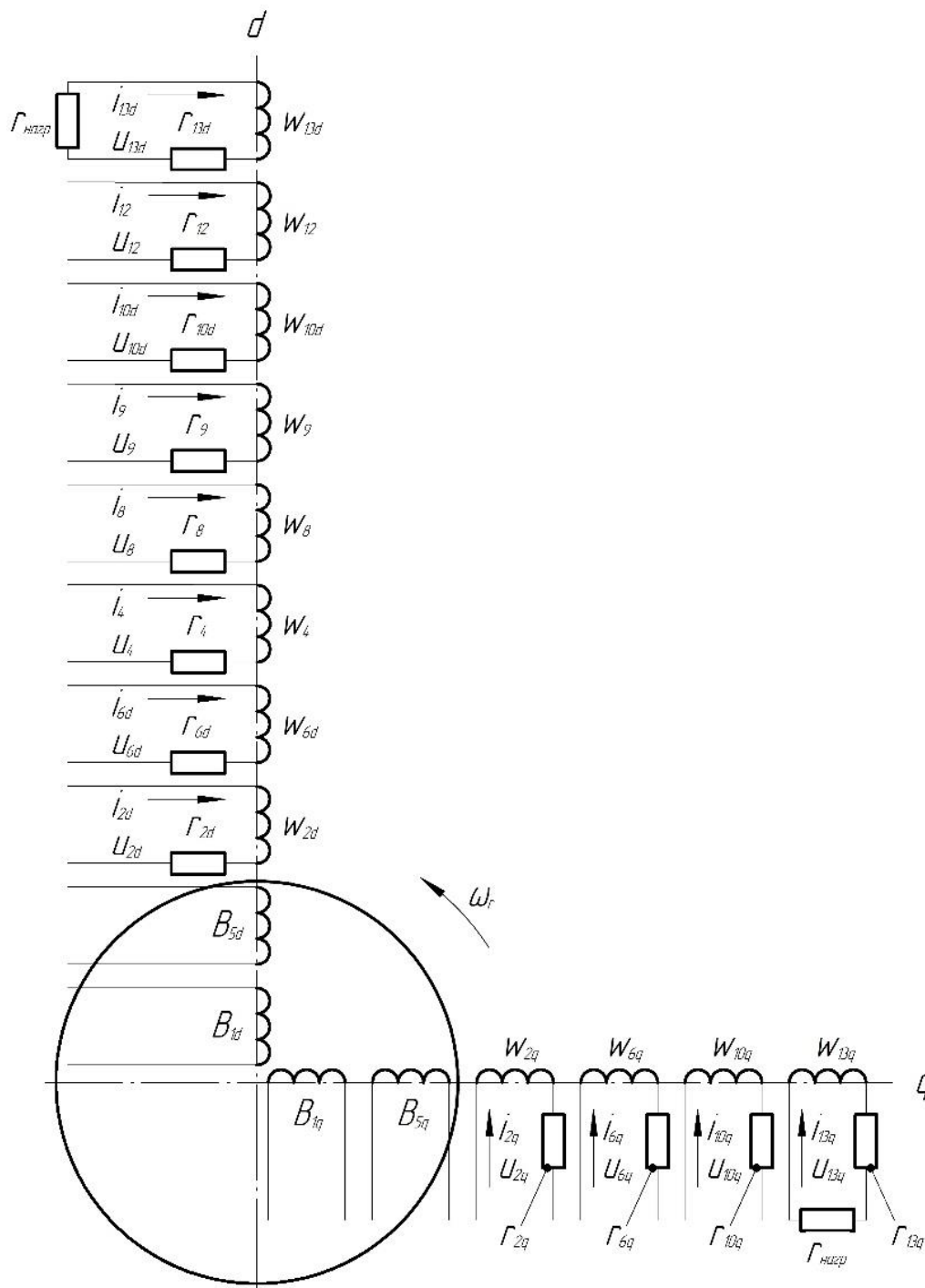


Рис. 2. Пространственная модель ГВС ГУ

Fig. 2. Spatial model of the HWS GS

Источник: составлено авторами на основании своих данных

Дополнительная однофазная обмотка возбуждения возбудителя 9 подключается к ФЭУ, преобразующей солнечное излучение в напряже-

ние постоянного тока. Возникающий в обмотке ток образует магнитный поток, сонаправленный с магнитными потоками, образуемыми токами в первой

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

однофазной обмотке возбуждения возбудителя 4 и во второй однофазной обмотке возбуждения возбудителя 8.

Суммарный магнитный поток первой 4, второй 8 и дополнительной 9 однофазных обмоток возбуждения возбудителя оказывает воздействие на многофазную обмотку якоря возбудителя основного генератора 10, расположенную в пазах вращающегося магнитопровода, создавая в ней переменную ЭДС. Полученная переменная ЭДС преобразуется в постоянную ЭДС на однофазной обмотке возбуждения основного генератора 12 при помощи третьего многофазного двухполупериодного выпрямителя 11.

Магнитный поток однофазной обмотки возбуждения основного генератора 12 создаёт в трёхфазной обмотке якоря основного генератора 13, расположенной в пазах неподвижного магнитопровода, переменную ЭДС, запитывающую потребителя.

Согласно методике математического моделирования электромеханического преобразователя², которым и является разработанная ГВС ГУ, авторами была создана пространственная модель в системе координат, вращающейся со скоростью ротора ω_r (рисунок 2) [14]. Такое преобразование многофазной генераторной установки в двухфазную позволяет сократить количество уравнений в математической модели до минимума. В связи с этим выполнение расчётов существенно ускоряется и упрощается.

На рисунке 2 приняты следующие обозначения [14]:

– w , u , i , B , r – соответственно, число витков обмотки, напряжение на обмотке, ток в обмотке, индукция магнита, активное сопротивление обмотки и нагрузки;

– цифра в каждом индексе соответствует номеру обмотки или магнита на рисунке 1;

– буквы d и q в каждом индексе обозначают проекцию соответствующего параметра на оси координат.

При этом параметры обмоток, по которым протекает постоянный ток, не подлежат проектированию на разные оси и потому расположены на оси d согласно применяемой методике².

Результаты

В соответствии со всем изложенным, а также теориями электрических цепей и электрических машин авторами была разработана математическая

модель ГВС ГУ. Поскольку ряд параметров, оказывающих влияние на работу ГВС ГУ, является изменчивыми во времени (скорости ветра и потока воды, уровень солнечного излучения, потокосцепления обмоток и т. д.), то она работает в динамических режимах [15]. По этой причине электромагнитные и электромеханические процессы, протекающие в ГВС ГУ, описываются системами дифференциальных уравнений (1)–(10). Полученная система уравнений базируется на известной математической модели синхронизированной двухвходовой генераторной установки [16; 17].

Система уравнений, описывающая изменение скоростей ветра и потока воды во времени:

$$\begin{cases} V_w(t) = A_0 + A_1 \cdot \sin(n_1 \cdot \omega_{\text{shaft.wt}} \cdot t) + \dots + \\ + A_n \cdot \sin(n_n \cdot \omega_{\text{shaft.wt}} \cdot t); \\ V_H(t) = B_0 + B_1 \cdot \sin(n_1 \cdot \omega_{\text{shaft.ht}} \cdot t) + \dots + \\ + B_n \cdot \sin(n_n \cdot \omega_{\text{shaft.ht}} \cdot t). \end{cases} \quad (1)$$

Система уравнений, определяющая ЭДС обмотки 2, напряжение на входе выпрямителя 3 и средневыврявленное напряжение на выходе выпрямителя 3:

$$\begin{cases} e_{2d}(t) = B_{1d} \cdot l_{\text{winding}2} \cdot V_w(t) \cdot \sin(\omega_{\text{shaft.wt}}(t) \cdot t); \\ e_{2q}(t) = B_{1q} \cdot l_{\text{winding}2} \cdot V_w(t) \cdot \sin(\omega_{\text{shaft.wt}}(t) \cdot t + 90^\circ); \\ e_{2d}(t) = (r_{2d} + r_{3d}) \cdot i_{2d}(t) + \frac{d\Psi_{2d}(t)}{dt}; \\ e_{2q}(t) = (r_{2q} + r_{3q}) \cdot i_{2q}(t) + \frac{d\Psi_{2q}(t)}{dt}; \\ u_{2d}(t) = r_{2d} \cdot i_{2d}(t) + \frac{d\Psi_{2d}(t)}{dt}; \\ u_{2d.md}(t) = \frac{1}{T_w} \int_0^{T_w} |u_{2d}(t)| dt. \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений, определяющая ЭДС обмотки 6, напряжение на входе выпрямителя 7 и средневыврявленное напряжение на выходе выпрямителя 7:

$$\begin{cases} e_{6d}(t) = B_{5d} \cdot l_{\text{winding}6} \cdot V_H(t) \cdot \sin(\omega_{\text{shaft.ht}}(t) \cdot t); \\ e_{6q}(t) = B_{5q} \cdot l_{\text{winding}6} \cdot V_H(t) \cdot \sin(\omega_{\text{shaft.ht}}(t) \cdot t + 90^\circ); \\ e_{6d}(t) = (r_{6d} + r_{7d}) \cdot i_{6d}(t) + \frac{d\Psi_{6d}(t)}{dt}; \\ e_{6q}(t) = (r_{6q} + r_{7q}) \cdot i_{6q}(t) + \frac{d\Psi_{6q}(t)}{dt}; \\ u_{6d}(t) = r_{6d} \cdot i_{6d}(t) + \frac{d\Psi_{6d}(t)}{dt}; \\ u_{6d.md}(t) = \frac{1}{T_H} \int_0^{T_H} |u_{6d}(t)| dt. \end{cases} \quad (3)$$

ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Система уравнений, определяющая напряжения на обмотках 4, 8, 9 и токи, протекающие в этих обмотках [18; 19]:

$$\begin{cases} u_4(t) = \frac{K_{rect3} \cdot u_{2d.md}(t)}{1 + K_{rip3}}; \\ i_4(t) = \frac{u_4(t)}{r_4}; \\ u_8(t) = \frac{K_{rect7} \cdot u_{6d.md}(t)}{1 + K_{rip7}}; \\ i_8(t) = \frac{u_8(t)}{r_8}; \\ u_9(t) = U_{stc} + 0,026 \cdot \ln\left(\frac{Q(t)}{1000}\right); \\ i_9(t) = I_{stc} \cdot \frac{Q(t)}{1000}. \end{cases} \quad (4)$$

Система уравнений, определяющая ЭДС обмотки 10, напряжение на входе выпрямителя 11 и средневыврявленное напряжение на выходе выпрямителя 11:

$$\begin{cases} e_{10d}(t) = k_\mu \cdot \frac{w_{10d}}{l_{md.magn7}} \cdot l_{winding10} \times \\ \times (i_4(t) + i_8(t) + i_9(t)) \cdot V_W(t) \cdot \sin(\omega_{shaft.wt}(t) \cdot t); \\ e_{10q}(t) = k_\mu \cdot \frac{w_{10q}}{l_{md.magn7}} \cdot l_{winding10} \times \\ \times (i_4(t) + i_8(t) + i_9(t)) \cdot V_W(t) \cdot \sin(\omega_{shaft.wt}(t) \cdot t + 90^\circ); \\ e_{10d}(t) = (r_{10d} + r_{11d}) \cdot i_{10d}(t) + \frac{d\Psi_{10d}(t)}{dt}; \\ e_{10q}(t) = (r_{10q} + r_{11q}) \cdot i_{10q}(t) + \frac{d\Psi_{10q}(t)}{dt}; \\ u_{10d}(t) = r_{10d} \cdot i_{10d}(t) + \frac{d\Psi_{10d}(t)}{dt}; \\ u_{10d.md}(t) = \frac{1}{T_W} \int_0^{T_W} |u_{10d}(t)| dt. \end{cases} \quad (5)$$

Система уравнений, определяющая напряжение на обмотке 12 и протекающий в ней ток:

$$\begin{cases} u_{12}(t) = \frac{K_{rect11} \cdot u_{10d.md}(t)}{1 + K_{rip11}}; \\ i_{12}(t) = \frac{u_{12}(t)}{r_{12}}. \end{cases} \quad (6)$$

Система уравнений, определяющая ЭДС обмотки 13:

$$\begin{cases} e_{13d}(t) = k_\mu \cdot \frac{w_{13d}}{l_{md.magn13}} \cdot l_{winding13} \times \\ \times i_{12}(t) \cdot V_W(t) \cdot \sin(\omega_{shaft.wt}(t) \cdot t); \\ e_{13q}(t) = k_\mu \cdot \frac{w_{13q}}{l_{md.magn13}} \cdot l_{winding13} \cdot i_{12}(t) \times \\ \times V_W(t) \cdot \sin(\omega_{shaft.wt}(t) \cdot t + 90^\circ); \\ e_{13d}(t) = (r_{13d} + r_{load}) \cdot i_{13d}(t) + \frac{d\Psi_{13d}(t)}{dt}; \\ e_{13q}(t) = (r_{13q} + r_{load}) \cdot i_{13q}(t) + \frac{d\Psi_{13q}(t)}{dt}. \end{cases} \quad (7)$$

Система уравнений, определяющая потоко-сцепления обмоток 2, 6, 10 и 13:

$$\begin{cases} \Psi_{2d}(t) = L_2 i_{2d}(t) + M(i_{6d}(t) + i_4(t) + i_8(t) + i_9(t) + \\ + i_{10d}(t) + i_{12}(t) + i_{13d}(t)) + B_{1d} S_{1d} + B_{5d} S_{5d}; \\ \Psi_{2q}(t) = L_2 i_{2q}(t) + M(i_{6q}(t) + i_{10q}(t) + \\ + i_{13q}(t)) + B_{1q} S_{1q} + B_{5q} S_{5q}; \\ \Psi_{6d}(t) = L_6 i_{6d}(t) + M(i_{2d}(t) + i_4(t) + i_8(t) + i_9(t) + \\ + i_{10d}(t) + i_{12}(t) + i_{13d}(t)) + B_{1d} S_{1d} + B_{5d} S_{5d}; \\ \Psi_{6q}(t) = L_6 i_{6q}(t) + M(i_{2q}(t) + i_{10q}(t) + \\ + i_{13q}(t)) + B_{1q} S_{1q} + B_{5q} S_{5q}; \\ \Psi_{10d}(t) = L_{10} i_{10d}(t) + M(i_{2d}(t) + i_{6d}(t) + i_4(t) + \\ + i_8(t) + i_9(t) + i_{12}(t) + i_{13d}(t)) + B_{1d} S_{1d} + B_{5d} S_{5d}; \\ \Psi_{10q}(t) = L_{10} i_{10q}(t) + M(i_{2q}(t) + \\ + i_{6q}(t) + i_{13q}(t)) + B_{1q} S_{1q} + B_{5q} S_{5q}; \\ \Psi_{13d}(t) = L_{13} i_{13d}(t) + M(i_{2d}(t) + i_{6d}(t) + i_4(t) + \\ + i_8(t) + i_9(t) + i_{10d}(t) + i_{12}(t)) + B_{1d} S_{1d} + B_{5d} S_{5d}; \\ \Psi_{13q}(t) = L_{13} i_{13q}(t) + M(i_{2q}(t) + \\ + i_{6q}(t) + i_{10q}(t)) + B_{1q} S_{1q} + B_{5q} S_{5q}. \end{cases} \quad (8)$$

Система уравнений, определяющая соответ-ственно электромагнитный момент, момент на валу и динамический момент:

$$\begin{cases} M_{EM}(t) = \frac{m}{2} \cdot \left[M_2 \cdot i_{2q}(t) \cdot B_{1q} \cdot \sin(\omega(t) \cdot t) + \right. \\ \left. + M_{10} \cdot i_{10q}(t) \cdot (i_4(t) + i_8(t) + i_9(t)) + \right. \\ \left. + M_{13} \cdot i_{13q}(t) \cdot i_{12}(t) \right]; \\ M_{shaft}(t) = \frac{\xi \cdot d_{wt}^3}{4,16} \cdot V_W^2(t) \cdot K_{fric}; \\ M_D(t) = \frac{1}{p} \cdot J_{syst} \cdot \frac{d\omega_{shaft.wt}(t)}{dt}. \end{cases} \quad (9)$$

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Система уравнений, определяющая выходную мощность и выходную электроэнергию ГВС ГУ:

$$\begin{cases} P_{out}(t) \approx P_{EM}(t) = M_{EM}(t) \cdot \omega_{shaft.wt}(t); \\ W_{out}(t) = P_{out}(t) \cdot t_{work}. \end{cases} \quad (10)$$

В математической модели приняты следующие обозначения: $V_w(t)$, $V_H(t)$ – соответственно, скорость ветра и поток воды в функции времени; A_0 , B_0 – постоянные составляющие, не допускающие отрицательного значения функции; $A_1, \dots, A_n$ и $B_1, \dots, B_n$ – амплитудные значения гармоник; $\omega_{shaft.wt}$, $\omega_{shaft.ht}$ – угловые скорости валов ветро- и гидротурбины; $n_1, \dots, n_n$ – номер гармоники; $e_{2d}(t)$, $e_{2q}(t)$, $e_{6d}(t)$, $e_{6q}(t)$, $e_{10d}(t)$, $e_{10q}(t)$, $e_{13d}(t)$, $e_{13q}(t)$ – ЭДС, индуцируемые в соответствующих обмотках, по осям d и q ; $l_{winding2}$, $l_{winding6}$, $l_{winding10}$, $l_{winding13}$ – длины проводников обмоток; B_{1d} , B_{1q} , B_{1d} , B_{1q} – индукции магнитов по осям d и q ; r_{2d} , r_{2q} , r_{3d} , r_{3q} , r_{6d} , r_{6q} , r_{7d} , r_{7q} , r_{10d} , r_{10q} , r_{11d} , r_{11q} , r_{13d} , r_{13q} , r_4 , r_8 , r_{11} , r_{load} – активные сопротивления обмоток, выпрямителей и нагрузки; $i_{2d}(t)$, $i_{2q}(t)$, $i_{6d}(t)$, $i_{6q}(t)$, $i_{10d}(t)$, $i_{10q}(t)$, $i_{13d}(t)$, $i_{13q}(t)$, $i_4(t)$, $i_8(t)$, $i_9(t)$, $i_{12}(t)$ – токи в обмотках; $\Psi_{2d}(t)$, $\Psi_{2q}(t)$, $\Psi_{6d}(t)$, $\Psi_{6q}(t)$, $\Psi_{10d}(t)$, $\Psi_{10q}(t)$, $\Psi_{13d}(t)$, $\Psi_{13q}(t)$ – потокосцепления обмоток; $u_{2d}(t)$, $u_{6d}(t)$, $u_{10d}(t)$, $u_4(t)$, $u_8(t)$, $u_9(t)$, $u_{12}(t)$ – напряжения на обмотках; $u_{2d.md}(t)$, $u_{6d.md}(t)$, $u_{10d.md}(t)$ – средневыпрямленные значения напряжений на обмотках; T_w , T_H – периоды функций $V_w(t)$ и $V_H(t)$; K_{rect3} , K_{rect7} , K_{rect11} , K_{rip3} , K_{rip7} , K_{rip11} – коэффициенты выпрямления и пульсации выпрямителей; U_{stc} – напряжение ХХ ФЭП; I_{stc} – ток КЗ ФЭП; $Q(t)$ – уровень солнечного излучения; k_μ – коэффициент магнитной проницаемости; $l_{md.magn10}$, $l_{md.magn13}$ – длины средних линий сердечников якорей; L_2 , L_6 , L_{10} , L_{13} – собственные индуктивности обмоток; M – взаимная индуктивность обмоток; S_{1d} , S_{1q} , S_{5d} , S_{5q} – площади сечений магнитов; $M_{EM}(t)$ – электромагнитный момент; m – число фаз; $M_{shaft}(t)$ – момент, развиваемый ветром на валу ветротурбины; ξ – коэффициент использования энергии ветра; d_{wt} – диаметр окружности, описываемой лопастями ветротурбины; K_{fric} – коэффициент сопротивления; $M_D(t)$ – динамический момент; p – число пар полюсов; J_{syst} – момент инерции системы; $P_{out}(t)$ и $W_{out}(t)$ – соответственно, вырабатываемые мощность и электроэнергия; $P_{EM}(t)$ – электромаг-

нитная мощность; t_{work} – период времени, за который определяется энергоснабжение.

Полученная в результате выполненной научной работы математическая модель имеет ряд допущений. Часть из них известна из теории моделирования электромеханических преобразователей энергии². Кроме того, авторами дополнительно принято допущение о приблизительном равенстве электромагнитной и выходной мощностей.

Следует также отметить, что система уравнений моментов составлена для такого конструктивного исполнения ГВС ГУ, при котором электромагнитный момент зависит только от скорости ветра. Такое условие достигается в том случае, когда все элементы возбудителя располагаются на валу ветротурбины.

Заключение

На основании результатов проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная математическая модель ГВС ГУ расширяет существующую теорию расчёта и анализа ГЭК на базе ВИЭ. С её помощью представляется возможным выполнение экспериментального исследования ГВС ГУ с целью определения её динамических характеристик (внешней, регулировочных и т. д.), а также оценки влияния внешних (уровень солнечного излучения, скорости потока воды и ветра) и внутренних (сопротивления обмоток, индукции магнитов и т. д.) параметров на выходные величины.

2. Реализация математической модели возможна в специализированном программном обеспечении, предназначенном для решения объёмных систем дифференциальных уравнений, например, в PTC MathCAD Prime [20; 21].

3. Перспективным направлением дальнейших исследований видится модернизация данной математической модели для других структурно-схемных решений ГВС ГУ.

4. В дальнейшем разработанную математическую модель возможно модернизировать для случая работы ГВС ГУ параллельно с существующей электрической сетью, запитывающей объекты АПК.

Примечания:

¹ Утверждена Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2050 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.minenergo.gov.ru/press-center/news-and-events?news-item=utverzhdena-energeticheskaya-strategiya-rf-do-2050-goda> (дата обращения 17 января 2026 года).

² Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин : Учеб. для вузов по спец. «Электрич. машины». М. : Высш. шк., 1987. 248 с.

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антонов В. И. Энергоснабжение малых молочных фермерских хозяйств Краснодарского края с использованием энергии солнца // Вестник НГИЭИ. 2024. № 11 (162). С. 29–44. DOI 10.24412/2227-9407-2024-11-29-44. EDN TJYEZW.
2. Латыпова А. А. Автономные системы электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация». В 3 томах. Казань. 2021. Т. 1. С. 448–453. EDN UYNFHQ.
3. Григораиш О. В., Денисенко Е. А., Квитко А. В. [и др.] Энергоэффективные и энергосберегающие автономные системы электроснабжения на ветро-солнечных электростанциях для малых фермерских хозяйств. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. 180 с. ISBN 978-5-6047400-1-9. EDN WYZNGO.
4. Григораиш О. В., Денисенко Е. А., Квитко А. В. [и др.] Энергоэффективные мобильные ветро-солнечные электростанции. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. 185 с. ISBN 978-5-605-17814-9. EDN PMQWAS.
5. Кашин Я. М., Князев А. С., Копелевич Л. Е. [и др.]. Гибридные энергетические комплексы на базе нескольких возобновляемых источников энергии: монография. Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2024. 256 с. ISBN 978-5-8333-1281-0. EDN IQQECF.
6. Украинцев М. М., Корчагин П. Т., Воронин С. М. [и др.]. Автономное электроснабжение объектов на основе возобновляемых источников энергии // Устойчивое развитие горных территорий. 2025. Т. 17. № 1 (63). С. 482–492. EDN DHBCJV.
7. Самородов А. В., Мараховский Е. А., Ким В. А. Проблемы ВИЭ-генерации Юга России и их решение посредством внедрения энергоэффективного гибридного энергетического комплекса // Материалы Межвузовского международного конгресса «Высшая школа: научные исследования». Москва. 2026. С. 126–134. DOI 10.34660/INF.2025.30.80.133.
8. Самородов И. Б. Новые принципы построения фотоэлектростанций для автономного электроснабжения энергоэффективных зданий // Проектирование и строительство автономных, энергоэффективных зданий. Краснодар. 2018. С. 176–184. EDN URDVAU.
9. Гайтов Б. Х., Кашин Я. М., Копелевич Л. Е. [и др.]. Ветро-солнечный генератор для систем автономного электроснабжения // Электричество. 2018. № 1. С. 19–27. DOI 10.24160/0013-5380-2018-1-19-27. EDN XIONRF.
10. Киселев С. П., Мараховский Е. А., Киреева С. В. Разработка перспективной трехвходовой генераторной установки // Техносфера. Краснодар. 2025. С. 60–61. EDN AZGCLM.
11. Борисов Д. А. Перспективы малых гидроэлектростанций в предгорных и горных реках // Теория и практика модернизации научной деятельности в условиях цифровизации. Уфа. 2022. С. 5–7. EDN PIXSSS.
12. Букреев Н. В., Шунина А. А., Башиев А. Н. Применение математического моделирования для решения задач электроэнергетики и электротехники // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Воронеж. 2019. С. 346–349. EDN WVTZIP.
13. Кашин Я. М., Кашин А. Я., Мараховский Е. А., Кузнецов Д. Н. Патент 2849334 С1 РФ. Гидро-ветро-солнечная аксиальная генераторная установка; заявл. 16.05.25; опубл. 23.10.2025, Бюл. № 30. EDN EVPITJ.
14. Мараховский Е. А. Пространственная модель гидро-ветро-солнечной генераторной установки для гибридного энергетического комплекса // Технические и технологические системы: в 2 т. Краснодар. 2025. Т. 2. С. 66–68.
15. Кашин Я. М., Копелевич Л. Е., Самородов А. В. [и др.]. Регулируемые характеристики двухвходовой генераторной установки // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2023. Т. 23. № 1. С. 65–81. DOI 10.14529/power230107. EDN AEAQFG.
16. Кашин Я. М., Князев А. С., Копелевич Л. Е. [и др.]. Математическая модель электротехнического комплекса, преобразующего энергии ветра и Солнца // Энергосбережение и водоподготовка. 2018. № 6 (116). С. 27–32. EDN VPUHJA.
17. Копелевич Л. Е., Ким В. А., Мараховский Е. А. Двухвходовая генераторная установка. Математическая модель и характеристики // Интеграция наук – 2023. Краснодар. 2023. С. 74–78. EDN RSAMXW.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

18. Tripathi A. K., Aruna M., Venkatesan E. P. [etc.]. Quantitative Analysis of Solar Photovoltaic Panel Performance with Size-Variied Dust Pollutants Deposition Using Different Machine Learning Approaches // *Molecules*. 2022. № 27 (22), 7853. DOI 10.3390/molecules27227853.

19. Li B., Migan-Dubois A., Delpha C. [etc.]. Irradiance Dependence of the Short Circuit Current Temperature Coefficient of sc-Si PV Module // *IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 2020)*. 2020. P. 0564–0568. DOI 10.1109/PVSC45281.2020.9300416.

20. Лысенкова А. М., Сайфулина Э. Р. Программы математического моделирования, применяемые в электротехнике и электронике // *Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра*. Уфа. 2020. С. 12–18. EDN NGHWIS.

21. Нуязова А. Н. Анализ инструментов PTC Mathcad Prime 3.1 для реализации численных методов решения динамических моделей // *Студент: наука, профессия, жизнь*. В 4 ч. Омск. 2020. Ч. 2. С. 11–16. EDN VBDOMT.

Дата поступления статьи в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 04.03.2026;
принята к публикации 05.03.2026.

Информация об авторах:

Я. М. Кашин – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники и электрических машин, Spin-код: 1469-3593;

Л. Е. Копелевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электротехники и электрических машин, Spin-код: 7163-0230;

А. В. Самородов – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и электрических машин, Spin-код: 6781-7566;

В. А. Ким – старший преподаватель кафедры электротехники и электрических машин, Spin-код: 1335-6022;

Е. А. Мараховский – ассистент кафедры электротехники и электрических машин, Spin-код: 5194-0377.

Заявленный вклад авторов:

Кашин Я. М. – общее руководство проектом, постановка научной проблемы статьи и определение основных направлений ее решения.

Копелевич Л. Е. – формулирование основной концепции исследования, поиск аналитических материалов в отечественных и зарубежных источниках.

Самородов А. В. – критический анализ и доработка текста, постановка научной проблемы статьи и определение основных направлений ее решения.

Ким В. А. – подготовка первоначального варианта текста, обозначение методологической основы исследования.

Мараховский Е. А. – написание окончательного варианта текста, сбор и обработка материалов, анализ полученных результатов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Antonov V. I. Energосnabzhenie mal'kh molochnykh fermerskikh hozyajstv Krasnodarskogo kraja s ispol'zovaniem energii solnca [Energy supply of small dairy farms of the Krasnodar Krai using solar energy], *Vestnik NGIEI [Bulletin NGIEI]*, 2024, No. 11 (162), pp. 29–44, DOI 10.24412/2227-9407-2024-11-29-44, EDN TJYEZW.

2. Latypova A. A. Avtonomnye sistemy elektrosnabzheniya s ispol'zovaniem vozobnovlyаемых источников energii [Autonomous power supply systems using renewable energy sources], *Tinchurinskie chteniya – 2021 «Energetika i cifrovaya transformaciya» [Tinchurin Readings – 2021 «Energy and Digital Transformation»]*, In 3 vol., Kazan', 2021, Vol. 1, pp. 448–453, EDN UYNFHQ.

3. Grigorash O. V., Denisenko E. A., Kvitko A. V. [etc.] Energoeffektivnye i energosberegayushhie avtonomnye sistemy elektrosnabzheniya na vetro-solnechnykh elektrostanciyah dlya mal'kh fermerskikh hozyajstv [Energy-

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

efficient and energy-saving autonomous power supply systems at wind-solar power plants for small farms], Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina, 2023, 180 p., ISBN 978-5-6047400-1-9, EDN WYZNGO.

4. Grigorash O. V., Denisenko E. A., Kvitko A. V. [etc.] Energoeffektivnye mobilnye vetro-solnechnye elektrostantsii [Energy-efficient mobile wind-solar power plants], Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I. T. Trubilina, 2024, 185 p., ISBN 978-5-605-17814-9, EDN PMQWAS.

5. Kashin Ya. M., Knyazev A. S., Kopelevich L. E. [etc.] Gibridnye energeticheskie komplekсы na baze neskol'kih vozobnovlyaemyh istochnikov energii: monografiya [Hybrid energy complexes based on several renewable energy sources: monograph], Krasnodar: Publ. FGBOU VO «KubGTU», 2024, 256 p., ISBN 978-5-8333-1281-0, EDN IQQECF.

6. Ukrainev M. M., Korchagin P. T., Voronin S. M. [etc.]. Avtonomnoe elektrosnabzhenie ob'ektov na osnove vozobnovlyaemyh istochnikov energii [Autonomous energy supply of facilities based on renewable energy sources], *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij* [Sustainable Development of Mountain Territories], 2025, Vol. 17, No. 1 (63), pp. 482–492, EDN DHBCJV.

7. Samorodov A. V., Marahovskij E. A., Kim V. A. Problemy VIE-generacii Yuga Rossii i ih reshenie posredstvom vnedreniya energoeffektivnogo gibridnogo energeticheskogo kompleksa [The problems of RES-generation in the South of Russia and their solution through the introduction of the energy-efficient hybrid energy complex], *Materialy` Mezhevuzovskogo mezhdunarodnogo kongressa «Vysshaya shkola: nauchny'e issledovaniya»* [Materials of the Interuniversity International Congress «Higher School: Scientific Research»], Moscow, 2026, pp. 126–134, DOI 10.34660/INF.2025.30.80.133.

8. Samorodov I. B. Novye principy postroeniya foto-elektrostantsij dlya avtonomnogo elektrosnabzheniya energoeffektivnyh zdaniy [New principles of building photovoltaic power plants for autonomous power supply of energy-efficient buildings], *Proektirovanie i stroitel'stvo avtonomny'x, energoeffektivny'x zdaniy* [Design and construction of autonomous, energy-efficient buildings], Krasnodar, 2018, pp. 176–184, EDN URDVAU.

9. Gajtov B. X., Kashin Ya. M., Kopelevich L. E. [etc.]. Vetro-solnechnyj generator dlya sistem avtonomnogo elektrosnabzheniya [Wind-solar generator for autonomous power supply systems], *Elektrichestvo* [Electricity], 2018, No. 1, pp. 19–27, DOI 10.24160/0013-5380-2018-1-19-27, EDN XIONRF.

10. Kiselev S. P., Marahovskij E. A., Kireeva S. V. Razrabotka perspektivnoj trekhvodoj generatornoj ustanovki [Development of the promising three-input generator set], *Tehnosfera* [Technosphere]. Krasnodar, 2025, pp. 60–61, EDN AZGCLM.

11. Borisov D. A. Perspektivy malyh gidroelektrostantsij v predgornyh i gornyh rekah [Prospects of small hydroelectric power plants in submontane and mountain rivers], *Teoriya i praktika modernizacii nauchnoj deyatel'nosti v usloviyax cifrovizacii* [Theory and practice of modernization of scientific activity in the context of digitalization], Ufa, 2022, pp. 5–7, EDN PIXSSS.

12. Bukreev N. V., Shunina A. A., Baishev A. N. Primenenie matematicheskogo modelirovaniya dlya resheniya zadach elektroenergetiki i elektrotehniki [Usage of mathematical modeling for solving of problems in the electric power industry and electrical engineering], *Nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ix resheniya* [Science and education at the present stage of development: experience, problems and solutions], Voronezh, 2019, pp. 346–349, EDN WVTZIP.

13. Kashin Ya. M., Kashin A. Ya., Marahovskij E. A., Kuznecov D. N. Patent 2849334 C1 RF. Gidro-vetro-solnechnaya aksial'naya generatornaya ustanovka [Hydro-wind-solar axial generator set], zayavl. 16.05.25, opubl. 23.10.2025, Byul. No. 30, EDN EVPITJ.

14. Marahovskij E. A. Prostranstvennaya model' gidro-vetro-solnechnoj generatornoj ustanovki dlya gibridnogo energeticheskogo kompleksa [The spatial model of the hydro-wind-solar generator set for the hybrid energy complex], *Tekhnicheskie i tehnologicheskie sistemy* [Technical and technological systems], In 2 vol. Krasnodar, 2025, Vol. 2, pp. 66–68.

15. Kashin Ya. M., Kopelevich L. E., Samorodov A. V. [etc.]. Regulirovochnye karakteristiki dvuhvodoj generatornoj ustanovki [Adjustment characteristics of the two-input generator set], *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Energetika* [Bulletin of the South-Ural State University. Series: Energy], 2023, Vol. 23, No. 1. pp. 65–81, DOI 10.14529/power230107, EDN AEAKEG.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

16. Kashin Ya. M., Knyazev A. S., Kopelevich L. E. [etc.]. Matematicheskaya model' elektrotehnicheskogo kompleksa, preobrazuyushhego energii vetra i Solnca [Mathematical model of the electrical engineering complex that converts wind and solar energy], *Energoberezhenie i vodopodgotovka* [Energy saving and water treatment], 2018, No. 6 (116), pp. 27–32, EDN VPUHJA.

17. Kopelevich L. E., Kim V. A., Marahovskij E. A. Dvuhvходovaya generatornaya ustanovka. Matematicheskaya model' i harakteristiki [Two-input generator set. Mathematical model and characteristics], *Integraciya nauk – 2023* [Integration of Sciences – 2023], Krasnodar, 2023, pp. 74–78, EDN RSAMXW.

18. Tripathi A. K., Aruna M., Venkatesan E. P. [etc.]. Quantitative Analysis of Solar Photovoltaic Panel Performance with Size-Variied Dust Pollutants Deposition Using Different Machine Learning Approaches, *Molecules*, 2022, No. 27 (22), 7853. DOI 10.3390/molecules27227853.

19. Li B., Migan-Dubois A., Delpha C. [etc.]. Irradiance Dependence of the Short Circuit Current Temperature Coefficient of sc-Si PV Module, *IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 2020)*, 2020, pp. 0564–0568, DOI 10.1109/PVSC45281.2020.9300416.

20. Lysenkova A. M., Sajfulina E. R. Programmy matematicheskogo modelirovaniya, primenyaemye v elektrotehnike i elektronike [Mathematical modeling programs used in electrical engineering and electronics], *Industrial'naya Rossiya: vchera, segodnya, zavtra* [Industrial Russia: yesterday, today, tomorrow]. Ufa, 2020, pp. 12–18, EDN NGHUIS.

21. Niyazova A. N. Analiz instrumentov PTC Mathcad Prime 3.1 dlya realizacii chislennykh metodov resheniya dinamicheskikh modelej [Analysis of PTC Mathcad Prime 3.1 tools for implementing numerical methods for solving dynamic models], *Student: nauka, professiya, zhizn'* [Student: science, profession, life], In 4 vol., Omsk, 2020, Is. 2, pp. 11–16, EDN VBDOMT.

The article was submitted 03.02.2026; approved after reviewing 04.03.2026; accepted for publication 05.03.2026.

Information about the authors:

Ya. M. Kashin – Ph. D. (Engineering), associate professor, Head of the chair of electrical engineering and electrical machines, Spin-code: 1469-3593;

L. E. Kopelevich – Ph. D. (Engineering), associate professor, Associate professor of the chair of electrical engineering and electrical machines, Spin-code: 7163-0230;

A. V. Samorodov – Ph. D. (Engineering), Associate professor of the chair of electrical engineering and electrical machines; Spin-code: 6781-7566;

V. A. Kim – Senior lecturer of the chair of electrical engineering and electrical machines, Spin-code: 1335-6022;

E. A. Marakhovsky – Assistant of the chair of electrical engineering and electrical machines, Spin-code: 5194-0377.

Contribution of the authors:

Kashin Ya. M. – managed the research project, formulated the problem of the article and defined the main methods of solution.

Kopelevich L. E. – developed the theoretical framework, search for analytical materials in Russian and international sources.

Samorodov A. V. – critical analyzing and editing the text, formulated the problem of the article and defined the main methods of solution.

Kim V. A. – preparation of the initial version of the text, specified a methodological basis of the study.

Marakhovsky E. A. – writing the final text, collection and processing of materials, analyzed data.

The authors declare no conflicts of interests.

EDN PMHAMR



Системный подход к структуре технологической линии приготовления подсолнечного жмыха

Игорь Евгеньевич Припоров^{1✉}, Виктор Викторович Садов²

¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

² Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

¹i.priporov@yandex.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-8201-2819>

² sadov.80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0335-9436>

Аннотация

Введение. В процессе приготовления кормовых смесей высокобелковые корма являются их составной частью в виде кормовых добавок, однако существующие линии по производству белковых кормовых добавок сложны и требуют большого количества машин и затрат на их приобретение. Поэтому существующие технологические линии приготовления жмыха подсолнечного нуждаются в модернизации на основе системного подхода. Цель исследования – модернизация технологической линии приготовления подсолнечного жмыха путем применения системного подхода.

Материалы и методы. Любая технология использует системный подход к проектированию, в основе которых лежит системная последовательность принятия решений. Методики проектирования базируются на различных методологиях системного анализа и общих процедурах принятия решений.

Результаты. На основе проведенного анализа и согласно рецепту для приготовления подсолнечного жмыха для высокобелкового корма КРС выбрана перспективная технологическая схема приготовления гранулированных кормосмесей с использованием местного сырья, а также рассмотрены предлагаемые варианты технологических линий на основе усовершенствованных технических средств согласно патентам РФ.

Обсуждение. Представлены структурные схемы получения жмыха подсолнечного с разной комбинацией машин. Энергоемкими операциями в разработанных линиях приготовления подсолнечного жмыха являются экструдирование и измельчение, менее энергоемкой – вторичная очистка. Разработана структура получения продукта, начиная от семян подсолнечника и до крупки жмыха с последующей ее отправкой в хранилище.

Заключение. Структурная схема представленных технологических линий в зависимости от комплекта оборудования может включать оборудование и машины для приготовления жмыха: бункер-питатель, транспортер и экструдер для приготовления жмыха. Производительность технологической линии – 150–550 кг/ч: накопительную емкость, дозатор-смеситель и измельчитель с получением крупки жмыха.

Ключевые слова: измельчитель жмыха, машина вторичной очистки, производительность, семена подсолнечника, структурная схема, технологическая линия, экструдер

Для цитирования: Припоров И. Е., Садов В. В. Системный подход к структуре технологической линии приготовления подсолнечного жмыха // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 60–70. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-60-70. EDN PMHAMR.



ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

A systematic approach to the structure of the sunflower cake production line

Igor E. Priporov^{1✉}, Viktor V. Sadov²

¹ Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

² Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

¹ i.priporov@yandex.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-8201-2819>

² sadov.80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0335-9436>

Abstract

Introduction. In the process of preparing feed mixtures, high-protein feeds are an integral part of them in the form of feed additives, however, existing lines for the production of protein feed additives are complex and require a large number of machines and the cost of purchasing them. Therefore, the existing technological lines for the preparation of sunflower oil cake need to be modernized based on a systematic approach. The purpose of the study is to modernize the technological line for cooking sunflower cake by applying a systematic approach.

Materials and methods. Any technology uses a systematic approach to design based on a systematic sequence of decision-making. Design techniques are based on various methodologies of system analysis and general decision-making procedures.

Results. Based on the analysis and according to the recipe for the preparation of sunflower oil cake for high-protein cattle feed, a promising technological scheme for the preparation of granular feed mixtures using local raw materials was selected, and the proposed options for technological lines based on improved technical means according to Patents of the Russian Federation were considered.

Discussion. Structural schemes for the production of sunflower oil cake with different combinations of machines are presented. The energy-intensive operations in the developed sunflower cake preparation lines are extrusion and grinding, while secondary purification is less energy-intensive. The structure of product production has been developed, starting from sunflower seeds and up to cake grains, followed by its shipment to the storage.

Conclusion. The block diagram of the presented technological lines, depending on the set of equipment, may include: equipment and machines for cooking cake; hopper feeders, conveyor and extruder for cooking cake. The capacity of the processing line is 150–550 kg/h; a feeder hopper, a dispenser, a separation bath and an extruder for cooking cake.

Keywords: oil cake shredder, secondary cleaning machine, productivity, sunflower seeds, block diagram, processing line, extruder

For citation: Priporov I. E., Sadov V. V. A systematic approach to the structure of the sunflower cake production line // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 60–70. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-60-70. EDN PMHAMR.

Введение

Для приготовления кормовой смеси на малых фермах и комплексах КРС с количеством коров от 50 до 100 [1] в промышленном производстве применяют технологические линии, в состав которых входят машины, оборудование [2; 3; 4].

Опыт эксплуатации серийных линий измельчения, смешивания грубых и сочных кормов на фермах свидетельствует об их низкой фактической производительности по сравнению с проектной, качество их обработки ниже из-за несовершенства рабочих органов машин [3].

В основу кормоцехов должны быть положены технологические схемы их приготовления в одну

или две стадии. Одна из них осуществляется смесителем-измельчителем для грубых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и питательных растворов с выгрузкой в мобильные раздатчики-смесители, а другая – для догрузки силоса или сенажа, дополнительного их перемешивания при доставке согласно ведомственным нормам, их технологического проектирования для животноводческих предприятий по ВНТП 18-85 [3].

Основным направлением в поиске дешевых нетрадиционных кормов по биологическим характеристикам становится использование белковых кормов растительного происхождения, получаемые отходы и побочные продукты переработки которых

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

используются в качестве сырья. В Российской Федерации, например, масличные культуры используются для получения растительных масел из семян для пищевых и технических нужд. Получаемые отходы и побочные продукты масложировой промышленности обладают высокой кормовой ценностью, к ним относятся жмыхи и шроты, пригодные для животноводства и птицеводства. Так, в получаемом жмыхе содержится 95 % белкового азота, что говорит о его высокой кормовой ценности. Некоторые из них незначительно уступают по качеству и приближаются к кормам животного происхождения, а по питательности (50 % сырого протеина) конкурируют с кормами из зерна. Они применяются для обогащения протеином рационов и комбикормов для разных видов животных [5].

Успешное развитие животноводства, по оценке НКО «Союз комбикормщиков», необходимо для увеличения потребления жмыхов в России, которые с течением времени снижаются: например, в 2012 г. – 8,26 млн т, а в 2020 г. – 11,6 млн т [6].

Согласно Постановлению правительства от 31 марта 2022 г. № 548 вводится квота на поставки за рубеж подсолнечного жмыха 15.04.2022 – 31.08.2022 гг. В отношении жмыха установлен лимит – 700 тыс. т. При этом покупаются белково-витаминные добавки (далее – БВД) и собственный фураж, а часть зерна докупается по видам. Жмых подсолнечный могут добавлять в белково-витаминно-минеральные добавки (далее – БВМД) в зависимости от продуктивности животного. Анализ современных кормоцехов применительно к малой численности КРС показал отсутствие линий по приготовлению белковых добавок [7].

В процессе приготовления кормовых смесей высокобелковые корма являются их составной частью в виде кормовых добавок, однако существующие линии по производству белковых кормовых добавок сложны и требуют большого количества машин и затрат на их приобретение. Поэтому существующие технологические линии приготовления жмыха подсолнечного нуждаются в модернизации на основе системного подхода.

Цель исследования – модернизация технологической линии приготовления подсолнечного жмыха путем применения системного подхода.

Материалы и методы исследования

Гранулирование комбикормов в Европе применяется на предприятиях производительностью 4 т/ч и более. Выработка их осуществляется без применения пара при использовании местного сырья, воды, мелассы или других связующих добавок [8].

Преимуществом линии, которая приведена на рисунке 1, является использование местного сырья, мелассы и приготовление гранулированных комбикормов [8].

Данная линия (рисунок 1) не подходит для приготовления жмыха подсолнечного, так как отсутствует машина вторичной очистки семян подсолнечника.

Для обеспечения высокого качества готовой продукции рекомендуются следующие варианты организации технологического процесса её производства:

- с подготовкой каждого вида сырья в отдельности для измельчения и дозирования на заключительном этапе;
- с формированием предварительных смесей компонентов для многокомпонентного измельчения и двухэтапного дозирования;
- с совместной переработкой смесей для многокомпонентного измельчения, подготовки остальных компонентов, одноэтапного дозирования;
- с одноэтапным дозированием всех видов сырья и их совместным многокомпонентным измельчением [8].

В основу кормоцехов должны быть положены технологические схемы их приготовления в одну или две стадии. Одна из них осуществляется смесителем-измельчителем для грубых кормов, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и питательных растворов с выгрузкой в мобильные раздатчики-смесители, а другая – для догрузки силоса или сенажа, дополнительного их перемешивания при доставке согласно ведомственным нормам, их технологического проектирования для животноводческих предприятий по ВНТП 18-85 [7].

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

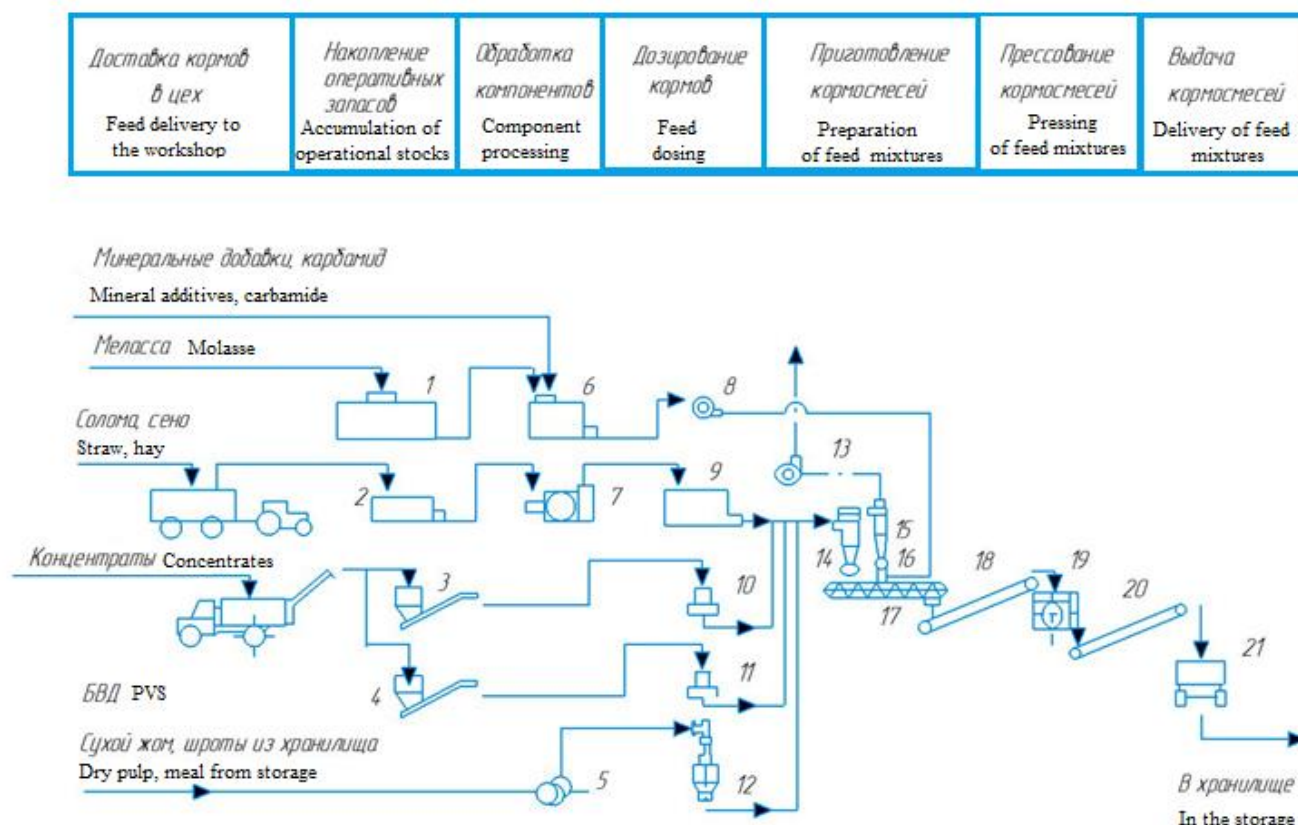


Рис. 1. Технологическая схема приготовления гранулированных кормосмесей с использованием местного сырья: 1 – бак для мелассы; 2, 3, 4 – бункер-питатель; 5 – линия пневмотранспортера; 6 – смеситель; 7 – измельчитель; 8, 9, 10, 11 – дозаторы; 12 – бункер-дозатор; 13 – вентилятор высокого давления; 14 – циклон-смеситель; 15 – циклон-разгрузитель; 16 – форсунка; 17 – шнек-смеситель; 18, 20 – транспортеры; 19 – пресс-гранулятор; 21 – кормораздатчик

Fig. 1. Technological scheme of preparation of granular feed mixtures using local raw materials:

1 – tank for molasses; 2, 3, 4 – the feed hopper; 5 – line conveyor; 6 – mixer; 7 – chopper; 8, 9, 10, 11 – dispensers; 12 – hopper; 13 – high pressure fan; 14 – cyclone mixer; 15 – cyclone discharger; 16 – atomizer; 17 – screw mixer; 18, 20 – conveyors; 19 – the pellet mill; 21 – wagon

Источник: взят из [8]

Любая технология использует системный подход к проектированию, в основе которых лежит системная последовательность принятия решений. Методики проектирования базируются на различных методологиях системного анализа и общих процедурах принятия решений [9; 10].

Системный подход представляет собой совокупность методов и средств, которые исследуют свойства, структуру, функции объектов, явлений, в виде системы со сложными межэлементными взаимосвязями, взаимным влиянием элементов на нее и окружающую среду, структурные элементы [11; 12; 13]. Система – комплекс взаимодействующих элементов $f_1, f_2, \dots, f_n$ [9; 14; 15; 16].

Теория их основана на том, что положение о внешнем поведении технического средства представляется в виде математической модели при определении критических свойств, которые влияют на операции системы [9; 16].

Вместе с системой с помощью языковых средств начинают ее моделировать в виде [17]:

$$S = A, R, Q_a, Q_r, Z, L, \quad (1)$$

где A, R – технические средства в зависимости от стадии приготовления белкового корма и их взаимосвязи между ними; Q_a, Q_r – свойства технических средств и их взаимосвязей; Z – совокупность или структура цели на приготовление высокобелкового корма; L – языковая структура описания системы.

ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Система приготовления высокобелкового корма представляет собой взаимодействие технических устройств на всех стадиях его производства (машина вторичной очистки, экструдер и измельчитель) с учетом конструктивно-режимных параметров и физико-механических свойств исходного материала, который поступает, и описывается теорией графа (формула 1).

Определение деятельности направлено на системно-структурное описание объектов [17; 18].

Результаты исследования

Структурная база технологической линии для приготовления белкового корма представляет собой комплекс операций по созданию условий для получения качественных кормов при минимальных затратах технологических и энергетических ресурсов. При функционировании технической системы, позволяющей преобразовать сырье в продукцию, задействованы объекты и процессы, которые связаны [9] физически, технологически или по-другому, при

этом большинство факторов влияет на несколько элементов.

При этом необходим специфический подход к системной стратегии [19; 20] его приготовления в каждой последующей операции, не приводящей к ухудшению качества.

На основе проведенного анализа (рисунок 1) и согласно рецепту для приготовления подсолнечного жмыха для высокобелкового корма КРС выбрана перспективная технологическая схема приготовления гранулированных кормосмесей с использованием местного сырья, которая приведена на рисунке 2.

Анализ разработанных технологических линий и показывает, что наиболее энергоемкими операциями в разработанных линиях является экструдирование и измельчение, менее энергоемкой – вторичная очистка.

На рисунке 3 представлено распределение затрат по операциям в технологической линии.

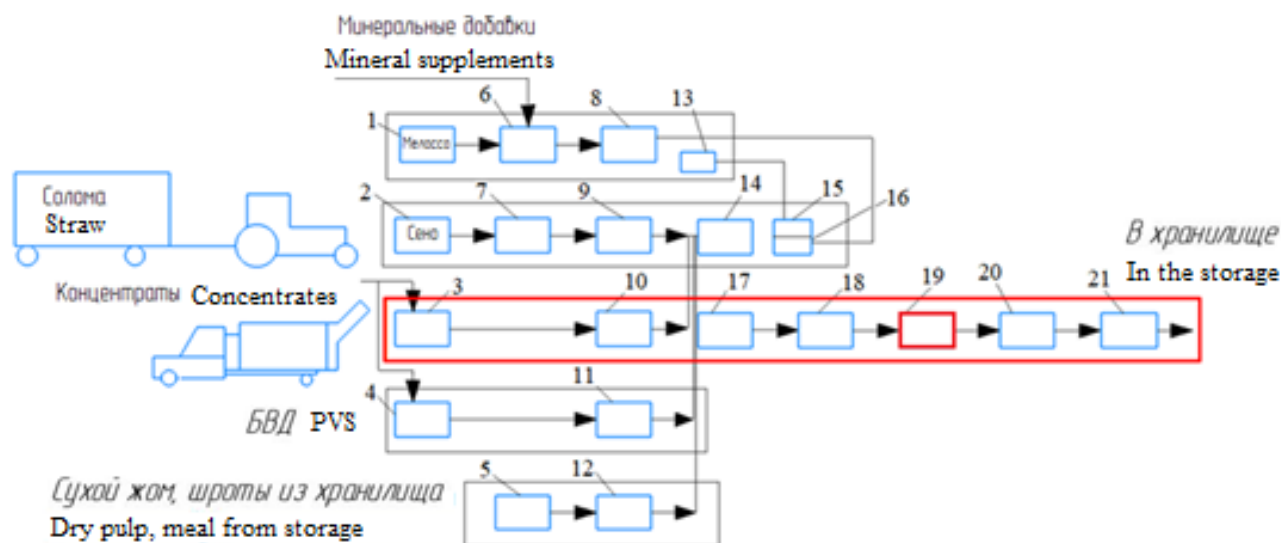


Рис. 2. Структурная схема технологической линии приготовления гранулированной кормосмеси

с использованием местного сырья: 1 – бак для мелассы; 2, 3, 4 – бункер-питатель; 5 – линия пневмотранспортера; 6 – смеситель; 7 – измельчитель; 8, 9, 10, 11 – дозаторы; 12 – бункер-дозатор; 13 – вентилятор высокого давления; 14 – циклон-смеситель; 15 – циклон-разгрузитель; 16 – форсунка; 17 – шнек-смеситель; 18, 20 – транспортеры; 19 – пресс-гранулятор; 21 – кормораздатчик

Fig. 2. Block diagram of the technological line for the preparation of granular feed mixtures using local raw materials:

1 – tank for molasses; 2, 3, 4 – the feed hopper; 5 – line conveyor; 6 – mixer; 7 – chopper; 8, 9, 10, 11 – dispensers; 12 – hopper is; 13 – high pressure fan; 14 – cyclone mixer; 15 – cyclone discharger; 16 – atomizer; 17 – screw mixer; 18, 20 – conveyors; 19 – the pellet mill; 21 – wagon

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

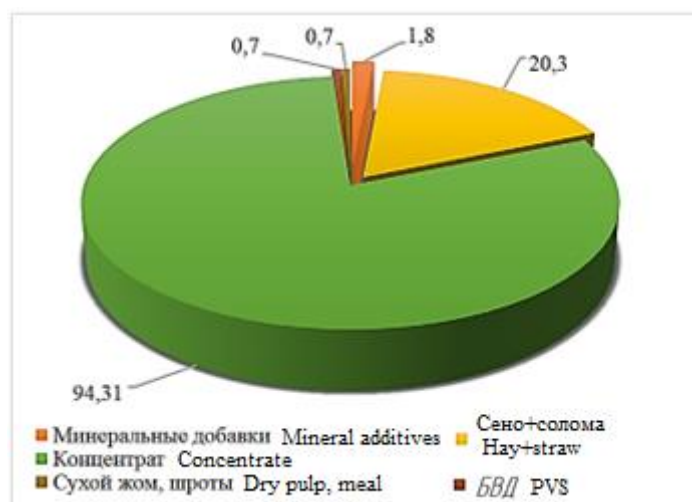


Рис. 3. Энергоемкость приготовления компонентов гранулированной кормосмеси (кВт·ч/т)

Fig. 3. Energy intensity of preparation of the components of the granular feed mixture (kWh/t)

Источник: разработано авторами в программе Microsoft Excel

На основе схемы (рисунок 2) рассмотрим предлагаемые варианты технологических линий приготовления подсолнечного жмыха для высокобелкового корма (рисунки 4–8) на основе усовершенствованных технических средств согласно патентам РФ.

Из анализа рисунка 3 следует, что наибольшей энергоемкостью в технологической линии (рисунок 2) является операция по приготовлению концентратов (94,31 кВт·ч/т), следующей операцией по энергоемкости является – сено + солома (20,3 кВт·ч/т), а остальные операции не превышают 2 кВт·ч/т. Наиболее энергоемким техническим средством при приготовлении концентрата является пресс-гранулятор (20–60 кВт·ч/т).

На рисунке 4 приведена структура получения продукта, начиная от семян подсолнечника и до крупки жмыха. Для получения жмыха используют семена, которые прошли первичную очистку с чистотой 94–97 %, с последующей очисткой на машине вторичной очистки (98–99 %). После очистки остаются отходы и семена основной культуры. Осуществляется отжим масла подсолнечного с семян с последующим прессованием отходов и семян, полученный продукт в виде трубчатых гранул. Происходит измельчение гранул, и получают крупку. Отправляют полученный продукт (жмых) в хранилище. Наиболее энергоемкой операцией при получении жмыха является операция экструдирования.

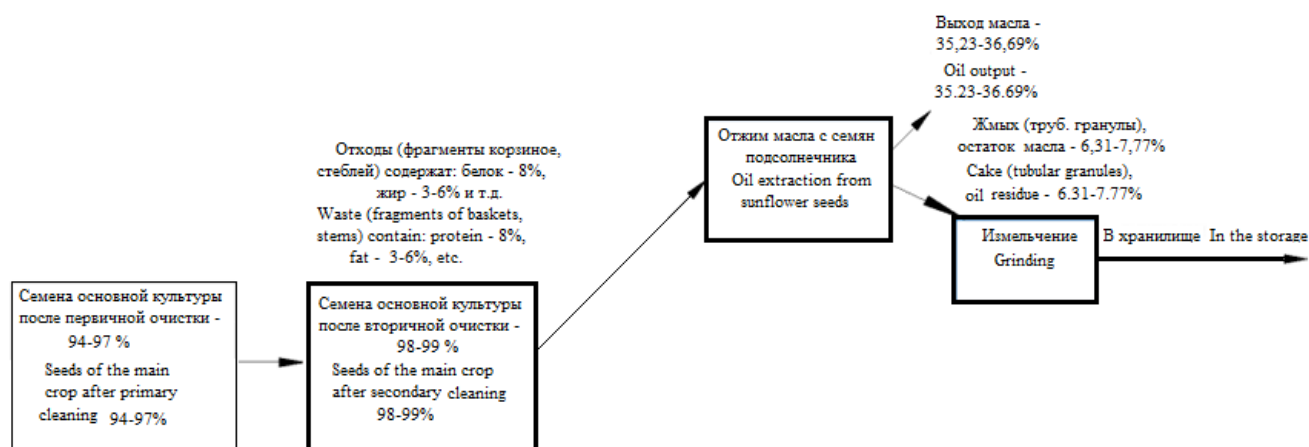


Рис. 4. Структура продукта в технологии приготовления жмыха подсолнечного для высокобелкового корма

Fig. 4. Product structure in the technology of sunflower oil cake preparation for high-protein feed

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Представим структурные схемы получения жмыха подсолнечного с разной комбинацией машин (рисунки 5–8).

Структурная схема (рисунок 5) состоит из оборудования и машин для приготовления жмыха. В состав данной схемы входят машина вторичной

очистки, экструдер и измельчитель. Производительность технологической линии – 1400 кг/ч.

Структурная схема (рисунок 6) состоит из бункера-питателя, транспортера и экструдера для приготовления жмыха. Производительность технологической линии – 550 кг/ч.

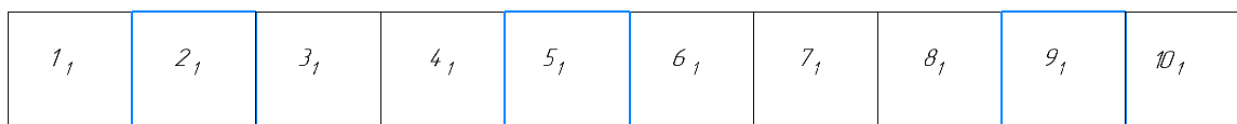


Рис. 5. Структурная схема технологической линии приготовления подсолнечного жмыха для высокобелкового корма (1400 кг/ч): 1₁ – бункер-питатель; 2₁ – машина вторичной очистки МВУ-1500; 3₁, 7₁ – накопительные емкости; 4₁, 8₁ – дозаторы; 5₁ – экструдер КМЗ-2; 6₁ – охладитель; 9₁ – измельчитель; 10₁ – кормораздатчик-смеситель

Fig. 5. Block diagram of the technological line for the preparation of sunflower oilcake for high-protein feed (1400 kg/h): 1₁ – feeder hopper; 2₁ – MBU-1500 secondary cleaning machine; 3₁, 7₁ – storage tanks; 4₁, 8₁ – dispensers; 5₁ – KMZ-2 extruder; 6₁ – cooler; 9₁ – shredder; 10₁ – feed dispenser-mixer

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

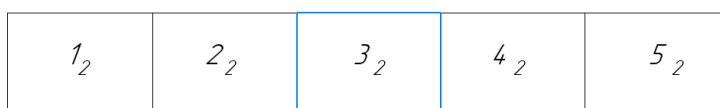


Рис. 6. Структурная схема технического средства в виде экструдера подсолнечного жмыха (550 кг/ч):

1₂, 5₂ – бункеры-питатели; 2₂ – дозатор; 3₂ – экструдер КМЗ-2; 4₂ – транспортер

Fig. 6. Block diagram of a technical means in the form of a sunflower cake extruder (550 kg/h):

1₂, 5₂ – feeder bunkers; 2₂ – dispenser; 3₂ – KMZ-2 extruder; 4₂ – conveyor

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

Структурная схема (рисунок 7) состоит из бункера-питателя, дозатора, сепарационной ванны и

экструдера для приготовления жмыха. Производительность технологической линии – 550 кг/ч.

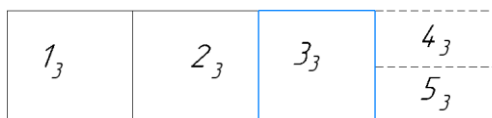


Рис. 7. Структурная схема технического средства в виде экструдера подсолнечного жмыха с получением масла подсолнечного (550 кг/ч): 1₃ – бункер-питатель; 2₃ – дозатор;

3₃ – экструдер КМЗ-2; 4₃ – сепарационная ванна; 5₃ – бункер-накопитель жмыха

Fig. 7. Structural diagram of the technical means in the form of a sunflower cake extruder to produce sunflower oil (550 kg/h): 1₃ – feeder hopper; 2₃ – dispenser; 3₃ – KMZ-2 extruder; 4₃ – separation bath; 5₃ – cake storage hopper

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

На рисунке 8 приведена структурная схема, которая включает накопительную емкость, дозатор-смеситель и измельчитель с получением крупки

жмыха. В составе данной схемы отсутствует машина вторичной очистки, экструдер. Производительность технологической линии – 150 кг/ч.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

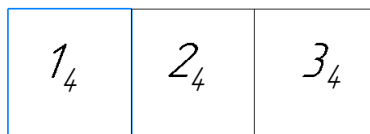


Рис. 8. Структурная схема технического средства в виде измельчителя подсолнечного жмыха (150 кг/ч):

1₄ – измельчитель; 2₄ – накопительная емкость; 3₄ – дозатор-смеситель

Fig. 8. Structural diagram of the technical means in the form of a sunflower cake shredder (150 kg/h):

1₄ – shredder; 2₄ – storage tank; 3₄ – dispenser mixer

Источник: разработано авторами в программе КОМПАС-3DV18

Заключение

На основании проведенного анализа определена наибольшая энергоемкость в технологической линии, которой является приготовление концентрированных кормов (94,31 кВт·ч/т). Энергоемкими операциями в разработанных линиях приготовления подсолнечного жмыха являются экструдирование и измельчение, менее энергоемкой – вторичная очистка.

Разработана структура получения продукта, начиная от семян подсолнечника и до крупки жмыха. Для получения жмыха используют семена, которые прошли первичную очистку с чистотой 94–97 %, с последующей очисткой на машине вторичной очистки (98–99 %). После очистки остаются отходы и семена основной культуры. Осуществляется отжим масла подсолнечного с семян с последующим

прессованием отходов и семян, полученный продукт в виде трубчатых гранул. Происходит измельчение гранул и получают крупку. Отправляют полученный продукт (жмых) в хранилище.

Структурная схема представленных технологических линий в зависимости от комплекта оборудования может включать: оборудование и машины для приготовления жмыха. В состав данной схемы входят машина вторичной очистки, экструдер и измельчитель. Производительность технологической линии – 1400 кг/ч; бункер-питатель, транспортер и экструдер для приготовления жмыха. Производительность технологической линии – 150–550 кг/ч; бункер-питатель, дозатор, сепарационная ванна и экструдер для приготовления жмыха. В составе данной схемы отсутствует машина вторичной очистки, экструдер.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рыжов С. В. Новые разработки по приготовлению комбикормов и кормовых смесей в хозяйствах // Комбикорма. 2000. № 7. С. 22–24.
2. Ведищев С. М., Глазков Ю., Прохоров А. В. Анализ дозаторов кормов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2014. Вып. № 1 (50). С. 103–108. EDN: RYDWYT.
3. Припоров И. Е. Экономическое обоснование усовершенствованной технологии приготовления жмыха из семян подсолнечника // Техника и оборудование для села. 2024. №4 (322). С. 45–48. DOI: 10.33267/2072-9642-2024-4-45-48. EDN: KFHERT.
4. Солошенко В. А. Способы подготовки сои к скармливанию // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2011. № 1. С. 58–63. EDN: QGYOTZ.
5. Припоров И. Е. Оптимальный комплекс машин для приготовления комбикормов-концентратов на животноводческих предприятиях малых форм хозяйствования // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 6 (104). С. 107–112. EDN: QRGTPU.
6. Доморощенкова М. Л. Жмыхи и шроты масличных как важнейший источник кормового белка // Кормопроизводство. 2012. № 3. С. 38–39. EDN: ORKYOP.
7. Васильев С. Н., Еленищегер А. А., Золотов С. В. и др. Производство и использование комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах: учеб. пособие; под общ. ред. И. Я. Федоренко. Барнаул, 2003. 150 с.
8. Диязитдинова А. Р., Кордонская И. Б. Общая теория систем и системный анализ, Самара : ПГУТИ, 2017. 125 с.
9. Кононюк А. Е. Системология. Общая теория систем: в 4-х кн. К. : Освіта України, 2014. 564 с.
10. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М. : Наука, 1981. 488 с.
11. Никаноров С. П. Системный анализ и системный подход: Системные исследования. М. : Наука, 1972.

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

12. Ногин В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М. : Физматлит, 2004. 176 с.
13. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности. М. : СИНТЕГ, 2000. 528 с.
14. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М. : Изд-во Наука, 1974. С. 93–245.
15. Павлов А. Н. Основы системного подхода и системного анализа : учебное пособие. Санкт-Петербург : Изд-во МИПКИ, 2009. 72 с. ISBN 978-5-903051-20-5. EDN QMUGUZ.
16. Баринев В. А. и др. Теория систем и системный анализ в управлении организациями : справочник : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (по обл.)» / под ред. В. Н. Волковой и А. А. Емельянова. Москва : Финансы и статистика, 2006. ISBN 5-279-02933-5. EDN QRDNSR.
17. Гради Буч, Роберт А. Максимчук, Майкл У. Энгл и др. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений; пер. с англ. 3-е изд. М. : Изд. дом «Вильямс», 2017. 720 с.
18. Мишуков Н. П. Рекомендуемые технологии производства комбикормов в хозяйствах // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 4 (20). С. 6–14. EDN: VBWKEV.
19. Свечкарев В. П. Системный анализ высокотехнологичных систем: информационный подход. Ростов н/Д., 2006. 264 с.
20. Сабиев У. К. Методологическая база обоснования технологического процесса и интенсифицирующих рабочих органов вибрационного и ударного принципа действия для приготовления комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (10). С. 62–64. EDN SYNSIN.

Дата поступления статьи в редакцию 13.01.2026; одобрена после рецензирования 16.02.2026;
принята к публикации 17.02.2026.

Информация об авторах:

И. Е. Припоров – д.т.н., доцент, профессор кафедры тракторов, автомобилей и технической механики, Spin-код: 4330-0224;

В. В. Садов – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции, декан инженерного факультета, Spin-код: 9899-8573.

Заявленный вклад авторов:

Припоров И. Е. – общее руководство проектом, постановка научной проблемы статьи и определение основных направлений ее решения.

Садов В. В. – критический анализ и доработка текста, постановка научной проблемы статьи и определение основных направлений ее решения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Ryzhov S. V. Novye razrabotki po prigotovleniyu kombikormov i kormovykh smesey v khozyaystvakh [New developments in preparation of compound feeds and feed mixtures on farms], *Kombikorma [Compound feeds]*, 2000, No. 7, pp. 22–24.
2. Vedishchev S. M., Glazkov Yu., Prokhorov A. V. Analiz dozatorov kormov [Analysis of feed dispensers], *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo [Issues of modern science and practice. V. I. Vernadsky University]*, 2014, No. 1 (50), pp. 103–108, EDN RYDWYT.
3. Priporov I. E. Ekonomicheskoe obosnovanie usovershenstvovannoy tekhnologii prigotovleniya zhmykha iz semyan podsolnechnika [Economic justification of improved technology for preparing sunflower seed cake], *Tekhnika i oborudovanie dlya sela [Machinery and equipment for rural areas]*, 2024, No. 4 (322), pp. 45–48, DOI 10.33267/2072-9642-2024-4-45-48, EDN KFHERT.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

4. Soloshenko V. A. Sposoby podgotovki soi k skarmlivaniyu [Methods of soybean preparation for feeding], *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of farm animals and feed production], 2011, No. 1, pp. 58–63, EDN QGYOTZ.
5. Priporov I. E. Optimal'nyy kompleks mashin dlya prigotovleniya kombikormov-kontsentratorov na zhivotnovodcheskikh predpriyatiyakh mal'nykh form khozyaystvovaniya [Optimal set of machines for preparation of compound feed concentrates at livestock enterprises of small-scale farms], *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2023, No. 6 (104), pp. 107–112, EDN QRGTPU.
6. Domoroshchenkova M. L. Zhmykhi i shroty maslichnykh kak vazhneyshiy istochnik kormovogo belka [Oilseed cakes and meals as the most important source of feed protein], *Kormoproizvodstvo* [Feed production], 2012, No. 3, pp. 38–39, EDN ORKYOP.
7. Vasil'ev S. N., Elenshleger A. A., Zolotarev S. V. i dr. Proizvodstvo i ispol'zovanie kombikormov v kollektivnykh i fermerskikh khozyaystvakh [Production and use of compound feeds in collective and farm enterprises], Barnaul, 2003, 150 p.
8. Diyazitdinova A. R., Kordonskaya I. B. Obshchaya teoriya sistem i sistemnyy analiz [General systems theory and systems analysis], Samara, PGUTI, 2017, 125 p.
9. Kononyuk A. E. Sistemologiya. Obshchaya teoriya sistem [Systemology. General systems theory], In 4 books, Kiev, Osvita Ukrainy, 2014, 564 p.
10. Moiseev N. N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza [Mathematical problems of systems analysis], Moscow, Nauka, 1981, 488 p.
11. Nikanorov S. P. Sistemnyy analiz i sistemnyy podkhod: Sistemnye issledovaniya [Systems analysis and systems approach: systems research], Moscow, Nauka, 1972.
12. Nogin V. D. Prinyatie resheniy v mnogokriterial'noy srede: kolichestvennyy podkhod [Decision-making in a multicriteria environment: quantitative approach], Moscow, Fizmatlit, 2004, 176 p.
13. Prangishvili I. V. Sistemnyy podkhod i obshchesistemnye zakonomernosti [Systems approach and general system regularities], Moscow, SINTEG, 2000, 528 p.
14. Sadovskiy V. N. Osnovaniya obshchey teorii sistem [Foundations of general systems theory], Moscow, Nauka, 1974, pp. 93–245.
15. Pavlov A. N., Osnovy sistemnogo podkhoda i sistemnogo analiza [Fundamentals of systems approach and systems analysis], Saint Petersburg, MIPKI, 2009, 72 p., ISBN 978-5-903051-20-5, EDN QMUGUZ.
16. Barinov V. A. i dr. Teoriya sistem i sistemnyy analiz v upravlenii organizatsiyami [Systems theory and systems analysis in organizational management], Moscow, Finansy i statistika, 2006, ISBN 5-279-02933-5, EDN QRDNSR.
17. Booch G., Maksimchuk R. A., Engle M. U. i dr. Ob''ektno-orientirovannyi analiz i proektirovanie s primerami prilozheniy [Object-oriented analysis and design with applications], Moscow, Vil'yams Publishing House, 2017, 720 p.
18. Mishurov N. P. Rekomenduemye tekhnologii proizvodstva kombikormov v khozyaystvakh [Recommended technologies for compound feed production on farms], *Vestnik VNIIMZh* [Bulletin VNIIMZh], 2014, No. 4 (20), pp. 6–14, EDN VBWKEV.
19. Svechkarev V. P. Sistemnyy analiz vysokotekhnologichnykh sistem: informatsionnyy podkhod [Systems analysis of high-tech systems: information approach], Rostov-on-Don, 2006, 264 p.
20. Sabiev U. K. Metodologicheskaya baza obosnovaniya tekhnologicheskogo protsessa i intensifitsiruyushchikh rabochikh organov vibratsionnogo i udarnogo printsipa deystviya dlya prigotovleniya kombikormov v usloviyakh sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy [Methodological basis for substantiation of technological process and intensifying working bodies of vibration and impact action principle for compound feed preparation in agricultural enterprises], *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Omsk State Agrarian University], 2013, No. 2 (10), pp. 62–64, EDN SYNSIN.

The article was submitted 13.01.2026; approved after reviewing 16.02.2026; accepted for publication 17.02.2026.

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES, ELECTRICAL EQUIPMENT
AND POWER SUPPLY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Information about the authors:

I. E. Priporov – Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Tractors, Automobiles and Technical Mechanics, Spin code: 4330-0224;

V. V. Sadov – Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Mechanization of Production and Processing of Agricultural Products, Dean of the Faculty of Engineering, Spin-code: 9899-8573.

Contribution of the authors:

Priporov I. E. – managed the research project, formulated the problem of the article and defined the main methods of solution.

Sadov V. V. – critical analyzing and editing the text, formulated the problem of the article and defined the main methods of solution.

The authors declare no conflicts of interests.

5.2.3 РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 631.3.004.15:006.354

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-71-82

EDN XIPVRK



Сравнение методов экономической оценки сельскохозяйственной техники в системе государственных стандартов

Глеб Николаевич Бабошкин^{1✉}, Александр Иванович Орлов², Александр Викторович Коломейченко³

^{1,2} Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Россия

^{1,3} ФГУП «НАМИ», центр сельскохозяйственного машиностроения, Москва, Россия

¹ baboshkingn@student.bmstu.ru✉, <https://orcid.org/0009-0007-4800-5117>

² prof-orlov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7354-4517>

³ a.kolomiychenko@nami.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3865-4486>

Аннотация

Введение. Обновление машинно-тракторного парка и внедрение новой современной высокопроизводительной техники являются ключевыми условиями повышения эффективности агропромышленного комплекса, обеспечения технологического суверенитета и достижения целевых показателей продовольственной безопасности, установленных государственными программами. Выбор и закупка сельскохозяйственных машин сопряжены со значительными капиталовложениями и требуют объективного экономического обоснования, нормативная база которого в Российской Федерации сформирована комплексом национальных и межгосударственных стандартов. Статья посвящена сравнительному экономическому анализу имеющейся нормативной базы, выявлению её преимуществ, недостатков и областей применения.

Материалы и методы. Материалами исследования послужили государственные стандарты экономической оценки сельскохозяйственной техники, нормативно-правовые акты, иностранные и отечественные научные публикации. Основные методы исследования: анализ, сравнение, обобщение.

Результаты. В работе проведён сравнительный анализ двух государственных стандартов экономической оценки сельскохозяйственной техники – национальный ГОСТ Р 53056-2008 (отменённый, но до сих пор использующийся ввиду комплексности оценки) и межгосударственный ГОСТ 34393-2018. Определены условия и границы их применения в России, а также случаи, когда их использование обязательно. Выделены и систематизированы методологические подходы стандартов к экономической оценке, структура затрат и ключевые показатели. На основе анализа выявлены преимущества и недостатки документов, их сильные и слабые стороны в контексте обновления машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе.

Обсуждение. Установлены значительные недостатки существующих нормативных документов, влекущие некорректную экономическую оценку. Показано, что ни один из рассмотренных стандартов в полной мере не применим для оценки современных типов техники – самоходных машин с электрической, электромеханической трансмиссией, многофункциональных энергосредств и агроботов.

Заключение. Результаты исследования могут стать основой для обоснованного выбора метода оценки экономической эффективности инвестиций при закупке и эксплуатации сельскохозяйственной техники, а также определяют направления актуализации действующей нормативной базы согласно современным требованиям.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, стандарт, техника, экономическая оценка, экономический эффект, эффективность



Финансирование: статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-11-2025-058.

Для цитирования: Бабошкин Г. Н., Орлов А. И., Коломейченко А. В. Сравнение методов экономической оценки сельскохозяйственной техники в системе государственных стандартов // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 71–82. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-71-82. EDN XIPVRK.

Comparison of methods of economic assessment of agricultural machinery in the system of state standards

Gleb N. Baboshkin^{1✉}, Aleksandr I. Orlov², Aleksandr V. Kolomeychenko³

^{1,2} Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

^{1,3} FSUE «NAMI», Center for Agricultural Engineering, Moscow, Russia

¹ baboshkingn@student.bmstu.ru✉, <https://orcid.org/0009-0007-4800-5117>

² prof-orlov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7354-4517>

³ a.kolomeychenko@nami.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3865-4486>

Abstract

Introduction. The renewal of the machine and tractor fleet and the introduction of new modern high-performance equipment are key conditions for increasing the efficiency of the agro-industrial complex, ensuring technological sovereignty and achieving food safety targets set by government programs. The selection and purchase of agricultural machinery involves significant investments and requires an objective economic justification, the regulatory framework of which in the Russian Federation is formed by a set of national and interstate standards. The article is devoted to a comparative economic analysis of the existing regulatory framework, identifying its advantages, disadvantages and areas of application.

Materials and methods. The research materials were the state standards for the economic assessment of agricultural machinery, regulatory legal acts, foreign and domestic scientific publications. The main research methods are analysis, comparison, and generalization.

Results. The paper provides a comparative analysis of two state standards for the economic assessment of agricultural machinery - the national GOST R 53056-2008 (abolished, but still used due to the complexity of the assessment) and the interstate GOST 34393-2018. The conditions and boundaries of their use in Russia are defined, as well as cases when their use is mandatory. The methodological approaches of the standards to economic assessment, cost structure and key indicators are identified and systematized. Based on the analysis, the advantages and disadvantages of the documents, their strengths and weaknesses in the context of updating the machine and tractor fleet in the agro-industrial complex are revealed.

Discussion. Significant shortcomings of existing regulatory documents have been identified, leading to an incorrect economic assessment. It is shown that none of the considered standards is fully applicable to the assessment of modern types of equipment - self-propelled vehicles with electric, electromechanical transmission, multifunctional power equipment and agribots.

Conclusion. The results of the study can become the basis for a reasonable choice of a method for assessing the economic efficiency of investments in the purchase and operation of agricultural machinery, as well as determine the directions for updating the current regulatory framework in accordance with modern requirements.

Keywords: agro-industrial complex, agriculture, standard, machinery, economic assessment, economic effect, efficiency

Funding: the article was prepared with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, grant No. 075-11-2025-058.

For citation: Baboshkin G. N., Orlov A. I., Kolomeychenko A. V. Comparison of methods of economic assessment of agricultural machinery in the system of state standards // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 71–82. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-71-82. EDN XIPVRK.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Введение

Сегодня сельское хозяйство как отрасль экономики, отвечающая за продовольственную безопасность страны, находится в условиях необходимости глубокой технологической модернизации. Так, в соответствии с программой развития сельского хозяйства, утверждённой Постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 № 717, приоритетами государственной политики являются обеспечение внутренних рынков сельскохозяйственной продукцией, развитие экспорта, внедрение инновационных и цифровых технологий, а также повышение общей эффективности агропромышленного комплекса (АПК), в том числе в отношении субъектов малого предпринимательства. Достижение этих стратегических целей невозможно без кардинального обновления машинно-тракторного парка и повышения производительности труда, что, в свою очередь, требует массового внедрения новой, высокопроизводительной и ресурсосберегающей техники. Отмечено, что за период 2019–2023 годов темп прироста коэффициента обновления основных видов самоходных сельскохозяйственных машин, к коим относятся тракторы и комбайны, составлял не менее 7,1 %, что свидетельствует о наличии тенденции роста производства продукции машиностроения отрасли [1, с. 4].

В то же время процесс выбора и закупки новой современной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники сопряжён со значительными капиталовложениями и требует взвешенного экономического обоснования. Эффективность машины определяется сочетанием не только её первоначальной стоимости, но и прямых эксплуатационных расходов, влияния на урожайность и качество продукции, воздействия на окружающую среду, условий труда оператора и т. д. Субъективные оценки или анализ узкого набора параметров могут привести к ошибочным управленческим решениям и неэффективному использованию инвестиционных ресурсов. Например, неучет затрат на воду при выращивании томатов в одном из сельскохозяйственных проектов в Эфиопии мог привести к необоснованному уменьшению на порядок срока окупаемости проекта и увеличению чистой нормы доходности более чем на 20 % [2, с. 4]. В этой связи формирование единого, научно обоснованного и практико-ориентированного подхода к экономической оценке машин и технологического оборудования является актуальной задачей, связанной с развитием АПК.

Отсутствие единого подхода к экономической оценке сельскохозяйственной техники, адаптиро-

ванного к современным типам машин (многофункциональным, роботизированным, в том числе с электрической тягой), приводит к принятию необоснованных инвестиционных решений при обновлении машинно-тракторного парка – эксплуатации устаревших, но проверенных видов техники. Это, в свою очередь, влечёт за собой неэффективное использование бюджетных средств в рамках государственных программ поддержки производителей отрасли машиностроения, а также снижение достоверности сравнительных испытаний новой техники.

Нормативная база в стране для проведения таких оценок сформирована комплексом национальных и межгосударственных стандартов. Анализ их содержания, сравнительных преимуществ, недостатков и областей применения позволит систематизировать существующие методы и дать рекомендации по их использованию в зависимости от конкретных целей, к примеру, для проведения приёмосдаточных испытаний нового образца техники, обоснования инвестиционного проекта или стратегического планирования развития парка машин в рамках регионов или отрасли в целом.

Целью работы является сравнительный анализ государственных стандартов экономической оценки сельскохозяйственной техники.

Для достижения цели предполагается постановка и решение следующих задач:

1. Определить условия и границы применения нормативных документов, введённых в действие на территории Российской Федерации.
2. Выделить и систематизировать подходы, закреплённые в действующих нормативных документах, определив их концептуальную основу и номенклатуру ключевых показателей.
3. Определить преимущества и недостатки государственных стандартов экономической оценки.

Материалы и методы

Исследование выполнено на основе анализа нормативно-правовых и научно-методических источников, регламентирующих и описывающих подходы к экономической оценке сельскохозяйственной техники в Российской Федерации.

Материалами для исследования послужили:

- государственные стандарты, регламентирующие экономическую оценку сельскохозяйственных машин и оборудования;
- нормативно-правовые акты Российской Федерации в области стандартизации и технического регулирования;

- научные публикации отечественных и зарубежных авторов по вопросам экономической оценки, стандартизации и эксплуатации сельскохозяйственной техники.

В работе использованы следующие методы исследования:

- аналитический обзор, анализ – изучение практики применения стандартов экономической оценки;

- сравнение – сопоставление подходов, заложенных в рассматриваемых нормативных документах;

- обобщение – формулировка выводов о преимуществах, недостатках и областях применения стандартов.

Результаты

В настоящее время на практике используются два государственных стандарта, регламентирующих методы экономической оценки сельскохозяйственной техники: национальный по уровню применения ГОСТ Р 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки», отменённый 1-го сентября 2019-го года, и заменяющий его межгосударственный – ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки», принятый в Армении, Беларуси, Казахстане, Киргизии и России. Оба документа востребованы, на что указывает использование в научных публикациях как национального стандарта для оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники [3; 4], так и межгосударственного [5; 6; 7; 8; 9; 10; 11], что обуславливает необходимость анализа их особенностей и областей применения. При этом ГОСТ Р 53056-2008 и ГОСТ 34393-2018 также применяются в странах СНГ, несмотря на отсутствие их официального введения в действие [12].

Вопрос о статусе обязательности применения национальных стандартов урегулирован в рамках Федерального закона № 162 «О стандартизации в Российской Федерации», согласно статье 26, их использование является добровольным. В отношении межгосударственных стандартов, введённых в действие на территории Российской Федерации, применяется иной порядок: условия их использования устанавливаются в соответствии с ФЗ от № 184 «О техническом регулировании». При этом по своему правовому статусу в отсутствие прямой отсылки в техническом регламенте или договорных обязательствах они также применяются на добровольной основе.

Таким образом, ни один из рассматриваемых нормативных документов не является обязательным

к применению в коммерческой деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей по умолчанию. Обязательность их использования возникает лишь в строго определённых случаях, к числу которых относятся:

- применение стандартов в договорных отношениях – условиями договора (контракта) на поставку техники, выполнение работ или оказание услуг, в том числе при осуществлении закупок для государственных и муниципальных нужд, прямо предусмотрено, что экономическая оценка должна проводиться в соответствии с одним из указанных ГОСТов: стандарты становятся обязательными как неотъемлемая часть договорных обязательств сторон;

- декларирование соответствия продукции – изготовителем или поставщиком техники заявлено соответствие требованиям стандартов, содержащих экономическую оценку, влекущую за собой обязанность подтверждения заявленных показателей посредством применения указанных методов;

- проведение государственных приёмочных и периодических испытаний сельскохозяйственной техники аккредитованными машиноиспытательными станциями в соответствии с Положением о проведении испытаний сельскохозяйственной техники, утверждённым Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, если программами испытаний применение данных стандартов предусмотрено в качестве обязательной основы экономической оценки для обеспечения единства, сопоставимости и объективности результатов испытаний, необходимых для государственной регистрации техники и допуска её к эксплуатации;

- межгосударственные испытания и сертификация сельскохозяйственной техники в странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС), если национальные органы стандартизации и испытательные центры государств-членов ЕАЭС проводят совместную экспертизу техники в целях взаимного признания результатов испытаний. В этом случае ГОСТ 34393-2018 как межгосударственный стандарт может предписываться для унификации подходов к экономической оценке;

- подготовка экономического обоснования в рамках государственной поддержки – в случае, если производители, поставщики или получатели техники участвуют в программах субсидирования, льготного кредитования или льготного лизинга, реализуемых Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, и представляют экономическое

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

обоснование эффективности приобретаемой техники. При этом использование стандартов не является обязательным в юридическом смысле, однако именно они рекомендуются в качестве основы для подготовки расчётов, что обеспечивает объективность, прозрачность и сопоставимость представляемых обоснований, а также снижает риски неэффективного использования бюджетных средств.

Экономическая эффективность в каждом из рассматриваемых стандартов понимается как срав-

нительная категория, определяемая путём сопоставления показателей оцениваемой (новой) техники с показателями базового варианта. Исходной информацией для расчётов являются результаты сравнительных испытаний, полученные в конкретной почвенно-климатической зоне при строго сопоставимых условиях. Центральным понятием, через которое в каждом из стандартов раскрывается экономическая эффективность, выступают совокупные затраты, структура которых представлена на рисунке 1.

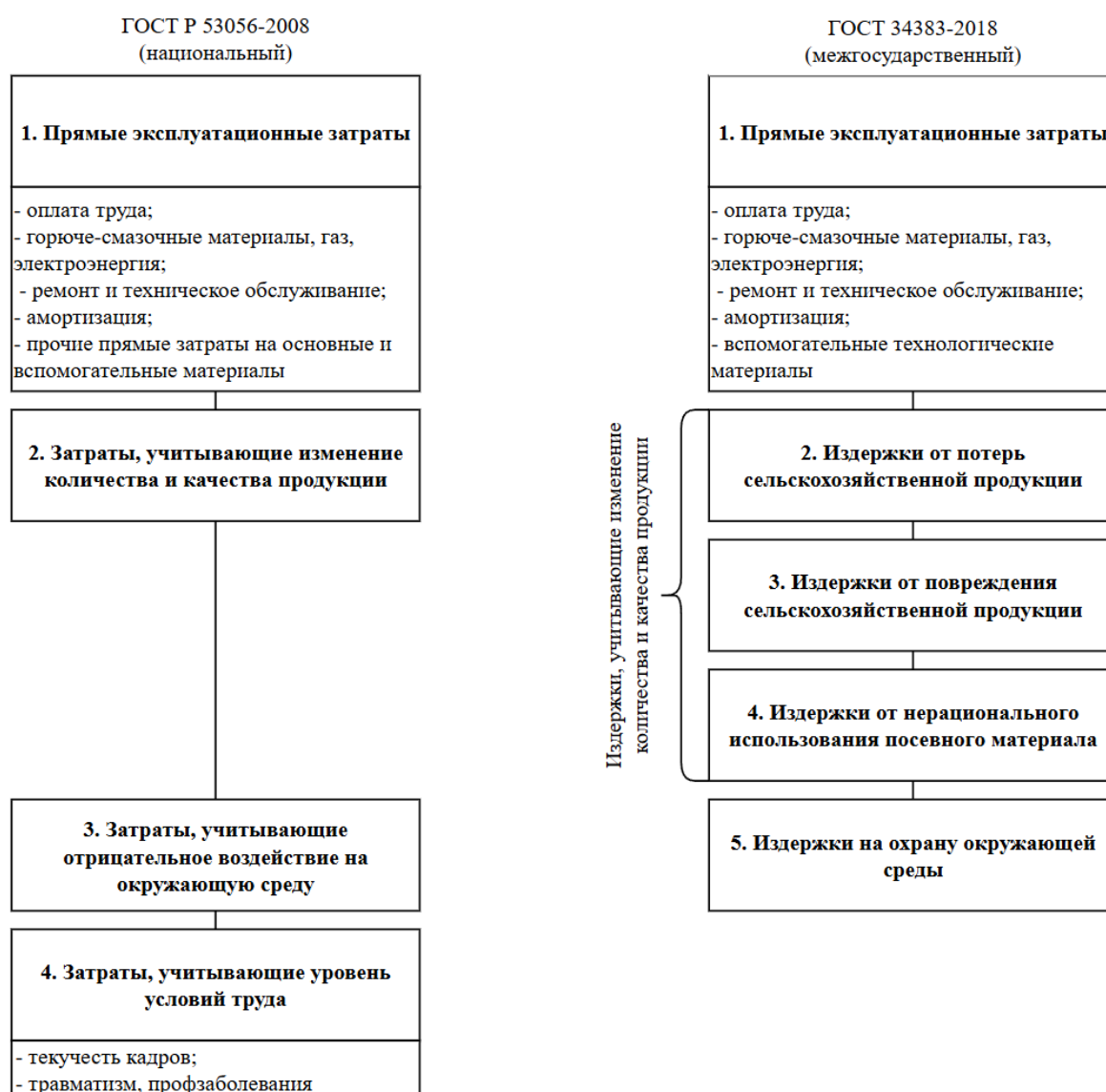


Рис. 1. Сравнительная структура совокупных затрат в соответствии с государственными стандартами

Fig. 1. Comparative structure of total costs in accordance with government standards

Источник: составлено авторами на основании данных^{1, 2}

Принципиальное различие между стандартами заключается в том, что ГОСТ Р 53056-2008 дополнительно вводит в состав совокупных затрат издержки, обусловленные уровнем условий труда и техники безопасности, тем самым придавая эконо-

мической оценке выраженную социальную направленность. Номенклатура показателей в обоих стандартах не ограничивается затратными категориями. Существенное место отводится показателям экономической эффективности (годовой экономии сово-

Национальный стандарт включает в себя наиболее полную и многофакторную экономическую оценку сельскохозяйственной техники среди действующих российских нормативных документов. Его безусловным преимуществом является широкий охват: он учитывает не только прямые эксплуатационные затраты, но и социальные факторы (условия труда, безопасность, текучесть кадров), экологическое воздействие, а также позволяет интегрировать оценку техники в зональные агротехнологии с расчётом себестоимости конечной продукции. Вместе с тем установлен ряд существенных недостатков данного документа:

1) несмотря на декларируемый учёт социальных факторов, их перечень сильно ограничен: рассматриваются только потери, связанные с текучестью кадров, производственными болезнями, травматизмом. При этом расчёт базируется на нормативных коэффициентах текучести кадров и потерь рабочего времени из-за травматизма и профессиональных заболеваний, которые сформированы без учёта специфики конкретных хозяйств, климатических условий, удалённости от инфраструктуры и иных региональных особенностей;

2) экологическая составляющая стандарта ориентирована исключительно на эксплуатацию двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Расчёт издержек на охрану окружающей среды производится пропорционально расходу топлива. В современных условиях, когда в АПК активно внедряется техника с электрической (ЭТ) и электромеханической трансмиссией (ЭМТ), такой подход становится некорректным [13];

3) не учитывается полный жизненный цикл техники. Например, экологический эффект от использования электрического трактора будет равняться нулю ввиду отсутствия выхлопов ДВС, при этом никак не учитываются издержки на утилизацию отработавших аккумуляторных батарей, что в перспективе может составить существенную экологическую нагрузку;

4) стандарт жёстко привязан к годовой зональной загрузке техники. Для новой, поступающей на испытания техники данных за год не существует, а заложенные в стандарте формулы экстраполяции краткосрочных наблюдений (например, результатов контрольной смены) на годовой объём вносят значительную погрешность. Указанное обстоятельство особенно критично для сезонных сельскохозяйственных работ, где интенсивность использования машин и оборудования существенно варьируется во временной продолжительности;

5) не предусматривается возможность применения ускоренной амортизации, хотя право использования закреплено в налоговом законодательстве (статья 259.3 Налогового кодекса РФ) [14; 15], что ограничивает гибкость расчётов и не позволяет в полной мере учесть реальные механизмы обновления парка техники в условиях действующей налоговой системы. В стандарте также отсутствует понятие ликвидационной стоимости, что приводит к завышению амортизационных отчислений и, как следствие, к искажению себестоимости продукции, особенно для техники с высоким вторичным рынком;

6) документ рассматривает исключительно невыходы на работу, связанные с производственными заболеваниями и травматизмом. При этом за рамками расчётов остаются прогулы, донорские дни, временная нетрудоспособность по общим заболеваниям, а также иные причины отсутствия, нередко приводящие к увольнениям [16, с. 6] и объективно влияющие на реальную потребность в кадрах и эффективность использования техники в конкретном хозяйстве. Упрощение приводит к занижению расчётной потребности в рабочих и искажению итоговых показателей экономической эффективности, что особенно критично в контексте труда операторов-диспетчеров, контролирующих работу автоматизированных модульных платформ и роботизированных комплексов (агроботов);

7) существенным ограничением стандарта является отсутствие учёта фактора времени при проведении расчётов. Сельскохозяйственные машины и оборудование относятся к основным средствам с длительным сроком эксплуатации, при этом порядка 60–70 % техники в России эксплуатируется дольше 10 лет с вышедшим сроком амортизации [17, с. 1; 18, с.1]. Однако заложенные в стандарте формулы оперируют статичными величинами и не предусматривают дисконтирования разновременных затрат и доходов. В расчётной схеме никак не отражаются инфляционные процессы, изменение

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

цен на ресурсы, ставки рефинансирования, что существенно снижает достоверность оценки инвестиционной привлекательности техники, особенно при сравнении проектов с различным распределением затрат во времени и при обосновании долгосрочных инвестиций;

8) отдельного внимания заслуживает включение в расчётную схему «основных материалов» (семян, удобрений, средств защиты растений). Указанные затраты напрямую связаны с технологией возделывания культуры, а не с эффективностью самой техники – их включение, с одной стороны, позволяет получить более справедливую оценку эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования, но с другой – обременяет необходимостью дополнительных данных и вычислений.

Таким образом, ГОСТ Р 53056-2008 обладает богатым методологическим потенциалом для комплексной оценки, однако не отвечает текущим тенденциям развития АПК вследствие формирования на основе данных 1980–1990-х годов. Проведённый анализ свидетельствует о неполноте стандарта, приводящей при определённых условиях к некорректным результатам, свидетельствующим о необходимости актуализации стандарта в соответствии с современными требованиями для практического использования.

Преимущества и недостатки ГОСТ 34393-2018

Межгосударственный стандарт ГОСТ 34393-2018 разработан как более универсальный документ для замены устаревших ГОСТ 23728-88 и ГОСТ 23729-88. Его основное преимущество заключается в сравнительной простоте применения и чёткой направленности на экономическую оценку при выполнении сельскохозяйственных работ. В качестве недостатков можно отметить следующие:

1) в структуре затрат отсутствуют прочие прямые затраты, связанные с хранением техники, арендой, охраной, отоплением, освещением, консервацией, а также убытками от неправильного хранения и т. п. Указанные издержки могут составлять значительную долю в себестоимости работ, особенно для специализированной и сезонной техники, и их игнорирование приводит к занижению реальных эксплуатационных затрат;

2) в отличие от ГОСТ Р 53056-2008, стандарт полностью исключает оценку социального фактора. В документе отсутствуют показатели, учитывающие условия труда, безопасность, текучесть кадров или профессиональные заболевания. Такой подход не позволяет оценить влияние новой техники на каче-

ство трудовой деятельности операторов и не даёт полного представления о её эффективности в социальном контексте;

3) экологическая составляющая стандарта ограничена учётом выбросов загрязняющих веществ пропорционально расходу топлива, в том числе электроэнергии, газа. Однако, аналогично национальному стандарту, отсутствует учёт экологических издержек на полном жизненном цикле техники;

4) стандарт не предусматривает возможность применения ускоренной амортизации, хотя такое право закреплено в налоговом законодательстве государств, принявших ГОСТ 34393-2018. В документе также отсутствует понятие ликвидационной стоимости, что приводит к завышению амортизационных отчислений и некорректной оценке себестоимости работ;

5) в методике расчёта не учитываются потери рабочего времени по причинам невыходов;

6) аналогично отсутствуют дисконтированные методы расчёта оценки экономической эффективности, хотя в сельскохозяйственной отрасли притоки поступлений носят, как правило, стабильный характер;

7) в определении капитальных вложений стандарт ограничивается суммой денежных средств, необходимой на приобретение техники и ввод её в эксплуатацию. Из формулировки исключено указание на строительство спецсооружений и зданий, необходимых для эксплуатации, что было предусмотрено в ГОСТ Р 53056-2008. Данное упрощение приобретает принципиальное значение для оценки машин с ЭТ и ЭМТ, в том числе беспилотных (агроботов), поскольку их эксплуатация невозможна без создания соответствующей зарядной инфраструктуры, включая электрические подстанции, зарядные станции и иные специализированные объекты [19, с. 11; 20, с. 5]. Игнорирование указанных затрат приводит к некорректной оценке реальных капиталовложений;

8) в стандарте отсутствует методологический подход к распределению затрат между различными видами работ, выполняемыми в течение отчётного периода, при эксплуатации многофункциональных транспортно-технологических энергосредств. Хотя в документе упоминается возможность сравнения универсальной техники с заменяемыми специализированными машинами, не предлагается норм и правил для пропорционального отнесения косвенных затрат на конкретные технологические операции, что создаёт риск субъективной интерпретации при расчётах и сопоставлении результатов оценки.

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

Следовательно, ГОСТ 34393-2018 представляет собой универсальный инструмент, ориентированный на сравнительную оценку при выполнении отдельных видов работ. Принятые в стандарте допущения, включая отказ от учёта социальных факторов, инфраструктурных затрат, ликвидационной стоимости и дисконтирования, существенно ограничивают его применимость для экономического обоснования внедрения современной техники. Указанные недостатки обуславливают необходимость

обновления стандарта с учётом современных технологических и экономических реалий.

Обсуждение

Проведённый анализ показал, что оба стандарта имеют существенные недостатки, ограничивающие их применимость ввиду некорректной экономической оценки эксплуатации современной сельскохозяйственной техники. Обобщённые результаты сравнения применимости рассматриваемой нормативной базы для различных типов сельскохозяйственной техники представлены в таблице 1.

Таблица 1. Применимость государственных стандартов для экономической оценки различных типов сельскохозяйственной техники

Table 1. Applicability of state standards for the economic assessment of various types of agricultural machinery

Тип техники / Type of agricultural machinery	ГОСТ Р 53056-2008 / GOST R 53056-2008	ГОСТ 34393-2018 / GOST 34393-2018	Комментарий / Comment
Стационарные комплексы / Stationary complexes	Применимо / Applicable	Ограниченно применимо / Limited applicable	ГОСТ 34393-2018 не учитывает капитальные вложения на строительство спецсооружений и зданий, необходимых для эксплуатации / GOST 34393-2018 does not take into account capital investments for the construction of special equipment and buildings necessary for operation
Рабочее оборудование (прицепное, навесное) / Working equipment (trailed, mounted)	Применимо / Applicable	Применимо / Applicable	—
Самоходные машины с ДВС / Self-propelled vehicles with internal combustion engines	Применимо / Applicable	Применимо / Applicable	—
Самоходные машины с ЭТ, ЭМТ / Self-propelled vehicles with ET, EMT	Ограниченно применимо / Limited applicable	Ограниченно применимо / Limited applicable	Учитывается топливная эффективность, но не содержатся требования к учёту затрат на зарядную инфраструктуру (ГОСТ 34393-2018) и утилизацию тяговых батарей / Fuel efficiency is taken into account, but there are no requirements for accounting for the cost of charging infrastructure (GOST 34393-2018) and the disposal of traction batteries
Многофункциональные машины / Multifunctional machines	Ограниченно применимо / Limited applicable	Ограниченно применимо / Limited applicable	Отсутствует методология распределения годовых затрат между различными видами работ, выполняемыми одной машиной / There is no methodology for allocating annual costs between different types of work performed by a single machine
Агроботы (беспилотная техника) / Agrobots (unmanned vehicles)	Ограниченно применимо / Limited applicable	Ограниченно применимо / Limited applicable	Не учитывается специфика беспилотного режима работы, удалённого контроля / The specifics of the unmanned mode of operation and remote control are not taken into account

Источник: составлено авторами на основании исследований

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о несоответствии существующей нормативной базы современным требованиям к технике. Наименьшую степень применимости оба стандарта демонстрируют для самоходных машин с ЭТ, ЭМТ, многофункциональных машин и агроботов, что обусловлено отсутствием подходов учёта инфраструктурных затрат, специфики эксплуатации агроботов, а также издержек, связанных с утилизацией компонентов.

Заключение

В работе проведён сравнительный анализ двух действующих государственных стандартов экономической оценки сельскохозяйственной техники – ГОСТ Р 53056-2008 и ГОСТ 34393-2018. Описаны условия и границы применения указанных нормативных документов на территории Российской Федерации, установлены случаи, при которых их использование становится обязательным. Выделены подходы, заложенные в каждом из стандартов, рассмотрена концептуальная основа и приведены соответствующие ключевые показатели. На основе проведённого анализа выявлены преимущества и недостатки каждого документа, установлены их сильные и слабые стороны применительно к современным условиям развития АПК.

Практическая значимость исследования заключается в обосновании выбора метода экономической оценки в зависимости от типа техники и целей расчёта. Так, например, при обосновании закупки самоходного опрыскивателя с электрической тягой в рамках программы льготного лизинга отмечено, что использование ГОСТ 34393-2018 приводит к занижению расчётных капитальных вложений ввиду отсутствия учёта зарядной инфраструктуры, тогда как применение ГОСТ Р 53056-2008 позволяет более полно учесть затраты, но требует корректировки устаревших нормативов амортизации. Выявленные в работе недостатки государственных стандартов позволяют выработать рекомендации, минимизирующие риск принятия необоснованных инвестиционных решений при обновлении машинно-тракторного парка.

Полученные результаты могут служить основой для принятия управленческих решений в соответствии с концепцией контроллинга [21] при выборе подхода к экономической оценке приобретения и эксплуатации сельскохозяйственной техники, а также определяют направления для актуализации действующей нормативной базы.

Примечания:

¹ ГОСТ Р 53056-2008 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки.

² ГОСТ 34393-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данилов Д. Ю., Завиваев С. Н. Технологическое обновление сельскохозяйственного машинно-тракторного парка региона // Вестник НГИЭИ. 2024. № 11 (162). С. 84–93. DOI: 10.24412/2227-9407-2024-11-84-93. EDN LXYYU.
2. Ebissa G. Assessing economic sustainability and resilience of tomato farming ventures in Addis Ababa: A project-based evaluation // Heliyon. 2024. V. 10, Iss. 5. Art. e27250. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e27250.
3. Рязанцев А. И., Травкин В. С., Евсеев Е. Ю. и др. Экономическая эффективность применения шлангового дождевателя при поливе овощной рассады в защищенном грунте // Московский экономический журнал. 2025. Т. 10, № 6. С. 319–336. DOI 10.55186/2413046X_2025_10_6_169. EDN HSIBGD.
4. Жилияков Д. И., Трубников В. Н., Коротков И. В. Сравнительная оценка экономической эффективности использования двухбарабанного разбрасывателя гранулированных удобрений // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 9. С. 244–250. EDN JXWVFJ.
5. Грибов И. В., Зенин А. С., Коломейченко А. В. и др. Оценка функциональных характеристик тракторов тягового класса 4,0 // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 1. С. 53–58. DOI 10.26897/2687-1149-2025-1-53-58. EDN JNITTR.
6. Сагындыкова Ж. Б., Бердимұрат А. Д., Хазимов К. М. и др. Определение эффективности технологии приготовления и хранения силоса в мягких вакуумированных контейнерах // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2021. № 4 (111). С. 50–57. DOI 10.51452/kazatu.2021.4(111).780.

7. Чаплыгин М. Е., Степанов К. А. Техничко-экономическая эффективность применения многофункциональных контейнеров в первичном семеноводстве зерновых культур // Инженерные технологии и системы. 2024. Т. 34, № 1. С. 44–71. DOI 10.15507/2658-4123.034.202401.044-071. EDN JYVJZA.

8. Соколов М. С., Овчинникова О. Ф., Кузнецов Е. Е. и др. Определение показателей производительности машинно-тракторного агрегата с колёсным модулем для навесного сельскохозяйственного почвообрабатывающего орудия // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 206. С. 288–302. DOI 10.21515/1990-4665-206-026. EDN BHVZZX.

9. Мишуков Н. П., Федоренко В. Ф., Петухов Д. А. и др. Результаты анализа эффективности применения субсидируемой сельскохозяйственной техники. Москва: Росинформагротех, 2020. 208 с. ISBN 978-5-7367-1547-3. EDN HGWYQC.

10. Петухов Д. А., Свиридова С. А. Эффективное боронование // АгроБизнес. 2020. № 5 (64). С. 86–88. EDN NQHBTA.

11. Свиридова С. А., Подольская Е. Е., Юзенко Ю. А. Особенности стандартизации терминологии экономической оценки сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2024. № 1 (319). С. 16–18. DOI 10.33267/2072-9642-2024-1-16-18. EDN OFBYXI.

12. Насибянец В. А., Омадов А. Н., Гуртмырадов Э. Г. Техничко-экономические показатели гелиоустановки для сушки трав // Техника и технологии в животноводстве. 2025. Т. 15, № 1. С. 109–113. DOI 10.22314/27132064-2025-15-1-109. EDN REYLDDB.

13. Shen Y., Liu J., Shen C. et al. Advances and Future Trends in Electrified Agricultural Machinery for Sustainable Agriculture // Agriculture. 2025. Vol. 15, № 22. P. 1–56. DOI: 10.3390/agriculture15222367.

14. Меликов А. В. Агролизинг: правовой аспект и перспективы развития // Право и государство: теория и практика. 2023. № 12(228). С. 21–24. DOI 10.47643/1815-1337_2023_12_21. EDN HPQAVW.

15. Тагирова О. А., Кожаев В. С. Активизация агролизинга в механизме регионального управления экономикой // Нива Поволжья. 2023. № 1(65). С. 4001. DOI 10.36461/NP.2023.65.1.019. EDN JRNRYN.

16. Зубарева Ю. В., Смирнов А. А. Проблемы мотивации труда работников сельскохозяйственных организаций // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64, № 6. DOI 10.24412/2588-0209-2021-10383. EDN WTYIFT.

17. Игнатов В. И., Катаев Ю. В., Герасимов В. С., Андреева Д. В. Утилизация сельскохозяйственной техники и оборудования – социально-экономическая проблема АПК РФ // Аграрный научный журнал. 2021. № 4. С. 79–83. DOI 10.28983/asj.y2021i4pp79-83. EDN JGQTMX.

18. Коняев Н. В., Коняева Н. И. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники // Современные материалы, техника и технологии. 2022. № 6(45). С. 119–124. EDN LGYULO.

19. Lagnelöv O., Dhillon S., Larsson G., Nilsson D. et al. Cost analysis of autonomous battery electric field tractors in agriculture // Biosystems Engineering. 2021. Vol. 204. P. 358–376. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2021.02.004.

20. Иванов А. С. Анализ эксплуатационных затрат на беспилотные электротрактора в сельскохозяйственном производстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 1(99). С. 159–163. EDN WVCUEH.

21. Касюк Е. А. Развитие концептуальных подходов к пониманию сущности категории «контроллинг» // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2022. Т. 11, № 3. С. 81–88. DOI 10.24412/2225-8264-2022-3-81-88. EDN IGBEDP.

Дата поступления статьи в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026;
принята к публикации 25.02.2026.

Информация об авторах:

Г. Н. Бабошкин – аспирант кафедры «Экономика и организация производства», Spin-код: 7062-8129;

А. И. Орлов – д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры «Экономика и организация производства», Spin-код: 4342-4994;

А. В. Коломейченко – д.т.н., профессор, Spin-код: 2560-5163.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Заявленный вклад авторов:

Бабошкин Г. Н. – сбор и обработка материалов, подготовка первоначального варианта текста.

Орлов А. И. – общее руководство проектом, анализ и дополнение текста статьи.

Коломейченко А. В. – анализ и дополнение текста статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Danilov D. Yu., Zavivaev S. N. Tekhnologicheskoe obnovenie sel'skokhozyaystvennogo mashinno-traktornogo parka regiona [Technological renewal of the agricultural machine and tractor fleet in the region], *Vestnik NGIEI [Bulletin NGIEI]*, 2024, No. 11 (162), pp. 84–93, DOI 10.24412/2227-9407-2024-11-84-93, EDN LXYQYU.
2. Ebissa G., Desta H., Fetene A. Assessing economic sustainability and resilience of tomato farming ventures in Addis Ababa: A project-based evaluation, *Heliyon*, 2024, Vol. 10, iss. 5, Art. e27250, DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e27250.
3. Ryazantsev A. I., Travkin V. S., Evseev E. Yu. i dr. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya shlangovogo dozhddevatelya pri polive ovoshchnoy rassady v zashchishchennom grunte [Economic efficiency of using a hose sprinkler for watering vegetable seedlings in protected soil], *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal [Moscow Economic Journal]*, 2025, Vol. 10, No. 6, pp. 319–336, DOI 10.55186/2413046X_2025_10_6_169, EDN HSIBGD.
4. Zhilyakov D. I., Trubnikov V. N., Korotkov I. V. Sravnitel'naya otsenka ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya dvukhbarabannogo razbrasyvatel'ya granulirovannykh udobreniy [Comparative assessment of the economic efficiency of using a double-drum granulated fertilizer spreader], *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy]*, 2022, No. 9, pp. 244–250, EDN JXWVFJ.
5. Gribov I. V., Zenin A. S., Kolomeychenko A. V. i dr. Otsenka funktsional'nykh kharakteristik traktorov tyagovogo klassa 4,0 [Evaluation of the functional characteristics of tractors of traction class 4.0], *Agroinzheneriya [Agricultural Engineering]*, 2025, Vol. 27, No. 1, pp. 53–58, DOI 10.26897/2687-1149-2025-1-53-58, EDN JHITTR.
6. Sagyndykova Zh. B., Berdimurat A. D., Khazimov K. M. i dr. Opredelenie effektivnosti tekhnologii prigotovleniya i khraneniya silosa v myagkikh vakuumirovannykh konteynerakh [Determination of the effectiveness of the technology for preparing and storing silage in soft vacuum containers], *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina [Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin]*, 2021, No. 4(111), pp. 50–57, DOI 10.51452/kazatu.2021.4(111).780.
7. Chaplygin M. E., Stepanov K. A. Tekhniko-ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya mnogofunktsional'nykh konteynerov v pervichnom semenovodstve zernovykh kul'tur [Technical and economic efficiency of using multifunctional containers in primary seed production of grain crops], *Inzhenernye tekhnologii i sistemy [Engineering Technologies and Systems]*, 2024, Vol. 34, No. 1, pp. 44–71, DOI 10.15507/2658-4123.034.202401.044-071, EDN JYVJZA.
8. Sokolov M. S., Ovchinnikova O. F., Kuznetsov E. E. i dr. Opredelenie pokazateley proizvoditel'nosti mashinno-traktornogo agregata s kolesnym modulem dlya navesnogo sel'skokhozyaystvennogo pochvoobrabatyvayushchego orudiya [Determination of productivity indicators of a machine-tractor unit with a wheel module for mounted agricultural tillage implements], *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]*, 2025, No. 206, pp. 288–302, DOI 10.21515/1990-4665-206-026, EDN BHVZZX.
9. Mishurov N. P., Fedorenko V. F., Petukhov D. A. i dr. Rezul'taty analiza effektivnosti primeneniya subsidi-ruemoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Results of the analysis of the effectiveness of the use of subsidized agricultural machinery]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2020, 208 p., ISBN 978-5-7367-1547-3, EDN HGWYQC.
10. Petukhov D. A., Sviridova S. A. Effektivnoe boronovanie [Effective harrowing], *AgroBiznes [AgroBusiness]*, 2020, No. 5 (64), pp. 86–88, EDN NQHBT A.
11. Sviridova S. A., Podol'skaya E. E., Yuzenko Yu. A. Osobennosti standartizatsii terminologii ekonomicheskoy otsenki sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Features of standardization of terminology for economic evaluation of agricultural machinery], *Tekhnika i oborudovanie dlya sela [Technique and Equipment for the Village]*, 2024, No. 1 (319), pp. 16–18, DOI 10.33267/2072-9642-2024-1-16-18, EDN OFBYXI.

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

12. Nasibyants V. A., Omadov A. N., Gurtmyradov E. G. Tekhniko-ekonomicheskie pokazateli gelioustanovki dlya sushki trav [Technical and economic indicators of a solar plant for drying herbs], *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve [Techniques and Technologies in Animal Husbandry]*, 2025, Vol. 15, No. 1, pp. 109–113, DOI 10.22314/27132064-2025-15-1-109, EDN REYLDDB.

13. Shen Y., Liu J., Shen C. et al. Advances and Future Trends in Electrified Agricultural Machinery for Sustainable Agriculture, *Agriculture*, 2025, Vol. 15, No. 22, pp. 1–56, DOI 10.3390/agriculture15222367.

14. Melikov A. V. Agrolizing: pravovoy aspekt i perspektivy razvitiya [Agroleasing: legal aspect and development prospects], *Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika [Law and State: Theory and Practice]*, 2023, No. 12(228), pp. 21–24, DOI 10.47643/1815-1337_2023_12_21, EDN HPQAVW.

15. Tagirova O. A., Kozhaev V. S. Aktivizatsiya agrolizinga v mekhanizme regional'nogo upravleniya ekonomikoy [Activation of agroleasing in the mechanism of regional economic management], *Niva Povolzh'ya [Volga Region Farmland]*, 2023, No. 1(65), pp. 4001, DOI 10.36461/NP.2023.65.1.019, EDN JRNRYN.

16. Zubareva Yu. V., Smirnov A. A. Problemy motivatsii truda работников sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy [Problems of labor motivation of agricultural organizations employees], *International Agricultural Journal*, 2021, Vol. 64, No. 6, DOI 10.24412/2588-0209-2021-10383, EDN WTYIFT.

17. Ignatov V. I., Kataev Yu. V., Gerasimov V. S., Andreeva D. V. Utilizatsiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i oborudovaniya – sotsial'no-ekonomicheskaya problema APK RF [Utilization of agricultural machinery and equipment as a socio-economic problem of the agro-industrial complex of the Russian Federation], *Agrarnyy nauchnyy zhurnal [Agrarian Scientific Journal]*, 2021, No. 4, pp. 79–83, DOI 10.28983/asj.y2021i4pp79-83, EDN JGQTMX.

18. Konyaev N. V., Konyaeva N. I. Perspektivy vosstanovleniya iznoshennykh detaley sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Prospects for the restoration of worn parts of agricultural machinery], *Sovremennye materialy, tekhnika i tekhnologii [Modern Materials, Equipment and Technologies]*, 2022, No. 6(45), pp. 119–124, EDN LGYULO.

19. Lagnelöv O., Dhillon S., Larsson G., Nilsson D. et al. Cost analysis of autonomous battery electric field tractors in agriculture, *Biosystems Engineering*, 2021, Vol. 204, pp. 358–376, DOI 10.1016/j.biosystemseng.2021.02.004.

20. Ivanov A. S. Analiz ekspluatatsionnykh zatrat na bespilotnye elektrotraktory v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Analysis of operating costs for unmanned electric tractors in agricultural production], *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of Orenburg State Agrarian University]*, 2023, No. 1(99), pp. 159–163, EDN WVCUEH.

21. Kasyuk E. A. Razvitie kontseptual'nykh podkhodov k ponimaniyu sushchnosti kategorii «kontrolyng» [Development of conceptual approaches to understanding the essence of the category «controlling»], *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologiy [Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies]*, 2022, Vol. 11, No. 3, pp. 81–88, DOI 10.24412/2225-8264-2022-3-81-88, EDN IGBEDP.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 25.02.2026.

Information about the authors:

G. N. Baboshkin – Postgraduate student, Department of Economics and Organization of Production, Spin-code: 7062-8129;

A. I. Orlov – Dr. Sci. (Economy), Dr. Sci. (Engineering), Ph. D. (Physics and Mathematics), Professor of the Department of «Economics and Production Organization», Spin-code: 4342-4994;

A. V. Kolomeychenko – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Spin-code: 2560-5163.

Contribution of the authors:

Baboshkin G. N. – collection and processing of materials, preparation of the initial version of the text.

Orlov A. I. – managed the research project, analyzing and supplementing the text.

Kolomeychenko A. V. – analyzing and supplementing the text.

The authors declare no conflicts of interest.

Научная статья

УДК 332.1

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-83-93

EDN WNNKBQ



Формирование устойчивой модели развития АПК региона на основе сочетания экономической эффективности и развития сельских территорий

Елена Витальевна Губанова^{1✉}, Валентина Леонтьевна Зазимко², Юлия Юнусовна Газизьянова³

¹ Финансовый университет при Правительстве РФ, Калужский филиал, Калуга, Россия

² Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

³ Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия

¹ el-gubanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7922-8400>

² valena83@mail.ru

³ gyuliya2014.g@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5988-4598>

Аннотация

Введение. В статье рассматривается проблема формирования устойчивой модели развития агропромышленного комплекса в условиях необходимости одновременного повышения экономической эффективности аграрного производства и обеспечения устойчивого развития сельских территорий. Актуальность исследования обусловлена тем, что рост производственных результатов АПК не всегда сопровождается укреплением социально-экономической базы села, что ограничивает долгосрочную устойчивость состояния аграрной системы.

Материалы и методы. Информационную основу исследования составили официальные статистические материалы Росстата, данные территориальных органов статистики, а также нормативно-аналитические материалы Минсельхоза России. В работе использованы системный, структурно-функциональный, сравнительный и экономико-статистический методы, приемы анализа динамики, сопоставления абсолютных и относительных показателей, а также табличные и графические способы представления результатов.

Результаты. Установлено, что устойчивость АПК региона определяется не только объемами выпуска и производственной результативностью, но и состоянием занятости, инфраструктуры, жилищной среды и институциональной структуры сельских территорий. Выявлено, что высокий уровень аграрного производства не всегда обеспечивает пропорциональное развитие сельского пространства. Обоснована необходимость рассмотрения устойчивости АПК как единства производственно-экономического, структурно-институционального и территориально-воспроизводственного контуров.

Обсуждение. Показано, что узкоотраслевой подход к оценке эффективности АПК методически недостаточен. Экономическая эффективность аграрного производства должна трактоваться расширительно – с учетом ее влияния на занятость, закрепление населения, развитие инфраструктуры и многоукладность хозяйствования.

Заключение. Сделан вывод о необходимости перехода к интегрированной модели управления на уровне региона, в которой развитие АПК и сельских территорий рассматривается как взаимосвязанный воспроизводственный процесс. Обоснованы теоретические положения, позволяющие использовать данный подход при совершенствовании аграрной политики в регионах страны.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, государственная аграрная политика, многоукладность хозяйствования, региональная экономика, сельские территории, структурная устойчивость, территориальное развитие, устойчивая модель развития, устойчивость АПК, экономическая эффективность, экономика АПК, эффективность аграрного производства

© Губанова Е. В., Зазимко В. Л., Газизьянова Ю. Ю., 2026



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

³ *gyuliya2014.q@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5988-4598>*

For citation: Gubanova E. V., Zazimko V. L., Gazizyanova Yu. Yu. Formation of a sustainable model for the development of the agro-industrial complex of the region based on a combination of economic efficiency and rural development // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 83–93. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-83-93. EDN WNNKBQ.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Введение

Современное развитие агропромышленного комплекса определяется не только динамикой выпуска сельскохозяйственной продукции, но и способностью региональной аграрной системы обеспечивать долгосрочное воспроизводство ресурсов своего функционирования. В этой связи проблема устойчивости АПК выходит за рамки узкоотраслевой оценки и требует рассмотрения в единстве с развитием сельских территорий. Актуальность такого подхода подтверждается официальными данными: в 2024 г. сельское хозяйство создало прирост валового внутреннего продукта России на уровне 1,7 %, что свидетельствует о сохраняющейся макроэкономической значимости отрасли. Вместе с тем уровень занятости сельских жителей составил 54,5 %, тогда как у городских жителей он достиг 62,8 %, что указывает на сохраняющийся разрыв между производственной ролью аграрного сектора и качеством социально-трудовой базы села¹.

Актуальность темы подтверждается и направлениями государственной политики в сфере развития сельского хозяйства и сельских территорий. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации ориентирована на обеспечение занятости, повышение уровня и качества жизни сельского населения, а также на повышение эффективности сельского хозяйства [1; 2; 3 и др.]. В свою очередь, реализация государственной программы комплексного развития сельских территорий к началу 2025 г. затронула 14 млн человек, что показывает масштаб накопленных территориальных ограничений и одновременно подчеркивает высокую значимость сельского пространства для устойчивости национальной аграрной экономики².

Тем самым в современной экономике на уровне регионов формируется очевидное противоречие. С одной стороны, для обеспечения продовольственной безопасности, конкурентоспособности аграрного производства и роста экономической результативности требуется повышение эффективности АПК, расширение инвестиционной базы и совершенствование структуры хозяйствования [4; 5; 6 и др.]. С другой стороны, долговременная устойчивость аграрного сектора невозможна без сохранения жизнеспособности сельских территорий, развития занятости, инфраструктуры, жилищной среды и условий закрепления населения [7; 8; 9 и др.]. Вследствие этого становится недостаточным анализ АПК исключительно через показатели валового вы-

пуска, рентабельности или производительности. Возникает необходимость научного обоснования такой модели регионального развития, при которой экономическая эффективность аграрного производства не противопоставляется развитию сельских территорий, а выступает его основой и одновременно зависит от него.

Научная проблема исследования состоит в недостаточной методической проработанности механизмов согласования отраслевых и территориальных приоритетов в развитии АПК региона. В научной литературе и управленческой практике экономическая эффективность аграрного производства и развитие сельских территорий нередко рассматриваются как относительно автономные направления анализа и регулирования. Однако в реальной региональной системе они образуют взаимозависимый воспроизводственный контур: ослабление сельского пространства ограничивает кадровый, инфраструктурный и институциональный потенциал аграрного производства, тогда как низкая экономическая результативность АПК не создает условий для устойчивого территориального развития.

Цель исследования состоит в разработке теоретико-методических положений по формированию устойчивой модели развития АПК региона, обеспечивающей сочетание экономической эффективности аграрного производства и развития сельских территорий.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: уточнить экономическое содержание устойчивой модели развития регионального АПК; систематизировать теоретические подходы к согласованию отраслевых и территориальных приоритетов; определить систему показателей, позволяющих оценивать взаимосвязь экономической эффективности АПК и состояния сельских территорий; выявить ключевые тенденции и ограничения такого взаимодействия на основе официальных статистических данных; обосновать направления совершенствования регионального механизма управления устойчивым развитием АПК.

Материалы и методы

Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические и нормативно-аналитические источники, в которых опубликованы официальные итоги функционирования агропромышленного комплекса и состояние сельских территорий (материалы Федеральной службы государственной статистики). Для выявления межрегиональных различий использовались официальные

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

статистические данные по отдельным субъектам Российской Федерации.

Дополнительную информационную основу составили материалы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, характеризующие направления государственной аграрной политики и реализацию программы комплексного развития сельских территорий.

Методологическая основа работы включала систему общенаучных и специальных методов экономического исследования. Базовое значение имели системный и структурно-функциональный подходы, позволившие рассматривать АПК региона как сложную социально-экономическую систему, объединяющую производственно-экономическую, институциональную и территориально-воспроизводственную составляющие. В ходе исследования применялись методы анализа и синтеза, индукции и дедукции, научной абстракции, логического обобщения и сравнительного анализа. Их применение позволило уточнить содержание устойчивой модели развития АПК, раскрыть взаимосвязь экономической эффективности аграрного производства и развития сельских территорий, а также провести сопоставление региональных различий в динамике и структуре аграрного развития.

Результаты

Формирование устойчивой модели развития АПК определяется не столько изолированным ростом сельскохозяйственного производства, сколько характером взаимодействия между производственно-экономическими параметрами отрасли и состоянием сельских территорий. Даже при положительной динамике увеличения объемов производства в аграрном секторе долгосрочная устойчивость не может считаться достигнутой, если не обеспечивается воспроизводство трудового, инфраструктурного и социального потенциала села. В 2024 г. сельское хозяйство обеспечило вклад в прирост валового внутреннего продукта России на уровне 1,7 %, что свидетельствует о сохраняющейся макроэкономической значимости отрасли для экономики страны. Однако различия в уровне занятости между сельским и городским населением остаются существенными: 54,5 против 62,8 % соответственно. Это означает, что производственная результативность аграрного сектора пока не трансформируется в равной мере в устойчивость сельского пространства.

Полученные данные позволяют сформулировать первое существенное положение: экономическая эффективность АПК и развитие сельских тер-

риторий находятся в отношениях взаимной обусловленности, но не прямой зависимости. Рост выпуска, увеличение валовой продукции и укрепление отдельных сегментов аграрного сектора сталкиваются с системными ограничениями, связанными с занятостью, демографическим воспроизводством, инфраструктурной обеспеченностью и качеством жизни на селе. Следовательно, устойчивую модель развития АПК региона необходимо оценивать по совокупности показателей, отражающих не только отраслевой результат, но и состояние территориальной среды, в которой этот результат формируется.

Дополнительное подтверждение данного вывода дает анализ реализации государственной политики в сфере сельского развития. По официальным данным, мероприятия государственной программы комплексного развития сельских территорий к началу 2025 г. охватили 14 млн человек, проживающих в 11,5 тыс. населенных пунктов. Сам масштаб программы свидетельствует о том, что территориальные ограничения развития АПК носят не локальный, а системный характер. В то же время более трети нового жилья в России в 2024 г. было введено именно в сельской местности, что указывает на возрастающее значение сельских территорий как пространства не только производства, но и жизненного воспроизводства. Следовательно, сельская территория выступает не внешним по отношению к АПК социальным фоном, а важнейшим фактором его долговременной устойчивости.

Таким образом, можно утверждать, что устойчивость регионального АПК должна рассматриваться как интегральная характеристика, соединяющая производственную результативность и территориальную воспроизводимость. Это положение имеет принципиальное значение для дальнейшего анализа, поскольку позволяет перейти от констатации отраслевых успехов к оценке их пространственной и социальной обеспеченности.

Следующий важный результат связан с выявлением сезонно-накопительного характера аграрного результата. По данным официальной статистики, объем продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в действующих ценах составил 994,7 млрд руб. по итогам 1-го квартала 2024 г., 2512,3 млрд руб. по итогам первого полугодия и 6426,8 млрд руб. в январе – сентябре 2024 г. За девять месяцев объем выпуска оказался в 6,5 раза выше квартального значения. Это отражает высокую зависимость аграрной экономики от сезонной concentra-

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

ции результатов и указывает на необходимость оценки устойчивости не только в итоговых годовых значениях, но и через способность сельских территорий адаптироваться к неравномерности доходов, занятости и хозяйственной активности в течение года. Иначе говоря, чем сильнее выражена сезонность, тем выше значение логистической, сбытовой, транспортной и социальной инфраструктуры, обеспечивающей устойчивость регионального АПК в межсезонные периоды.

Анализ результатов динамики накопленного выпуска сельскохозяйственной продукции позволяет сделать еще один принципиальный вывод: устойчивость АПК формируется не только на основе конечного производственного результата, но и за счет способности региональной системы сглаживать внутригодовые колебания. При слабом развитии несельскохозяйственной занятости, переработки, хранения, транспортной инфраструктуры и механизмов диверсификации доходов высокая сезонность усиливает уязвимость сельских территорий. Следовательно, устойчивое развитие АПК должно рассматриваться как результат не просто производства продукции, а организации воспроизводственного процесса в пространстве региона.

Следующий блок результатов касается межрегиональной неоднородности аграрного развития. Проведенное сопоставление официальных данных позволило выявить, что субъекты Российской Федерации существенно различаются как по масшта-

бам производства, так и по характеру сочетания производственных и структурных факторов устойчивости. Так, в Белгородской области объем продукции сельского хозяйства в 2024 г. составил 332,6 млрд руб., что обеспечило региону одно из ведущих мест в стране. Вместе с тем индекс производства к предыдущему году составил 90,2 %, что указывает на чувствительность даже высокоразвитых аграрных территорий к внешним и внутренним ограничениям. В Курской области объем продукции сельского хозяйства достиг 237,7 млрд руб., подтверждая концентрацию аграрного потенциала в отдельных регионах Центральной России. В Омской области индекс сельскохозяйственного производства составил 117,0 %, что свидетельствует о возможности ускоренного роста при благоприятной конфигурации региональных факторов. В Краснодарском крае индекс производства составил 93,5%, однако устойчивость региональной аграрной системы обеспечивалась развитой структурой хозяйствования: на сельскохозяйственные организации приходилось 62,6% выпуска, а крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели произвели продукции на сумму 117 млрд руб. В Республике Саха (Якутия) объем продукции сельского хозяйства составил 36,0 млрд руб., что обеспечило региону третье место в Дальневосточном федеральном округе и продемонстрировало возможность устойчивого аграрного развития даже в сложных природно-климатических условиях.

Таблица 1. Межрегиональная неоднородность показателей развития АПК РФ в 2024 г.

Table 1. Interregional heterogeneity of indicators for the development of the agro-industrial complex of the Russian Federation in 2024

Регион / Region	Ключевой показатель / The key indicator	Значение показателя / The value of the indicator	Вывод для оценки устойчивой модели / Conclusion for the evaluation of a stable model
1	2	3	4
Белгородская область / Belgorod region	Объем продукции сельского хозяйства / The volume of agricultural production	332,6 млрд руб. / billion rubles	Высокий масштаб производства не исключает снижения динамики / The high scale of production does not exclude a decrease in dynamics
Белгородская область / Belgorod region	Индекс к 2023 г. / The index by 2023	90,2 %	Развитые аграрные регионы также подвержены спаду / Developed agricultural regions are also prone to decline
Курская область / Kursk region	Объем продукции сельского хозяйства / The volume of agricultural production	237,7 млрд руб. / billion rubles	Подтверждается высокая территориальная концентрация аграрного потенциала / The high territorial concentration of agricultural potential is confirmed

Окончание таблицы 1 / End of table 1

1	2	3	4
Омская область / Omsk region	Индекс сельскохозяй- ственного производства / Agricultural production index	117,0 %	Возможен ускоренный рост при эффективном сочетании факторов / Accelerated growth is possible with an effective combination of factors
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray	Индекс производства продукции сельского хозяйства / Agricultural production index	93,5 %	Крупный аграрный регион может демонстрировать снижение физического объема выпуска / A large agricultural region may show a decrease in physical output
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray	Доля сельскохозяйственных организаций в выпуске / The share of agricultural organizations in output	62,6 %	Корпоративный сектор формирует базу производственной устойчивости / The corporate sector forms the basis of industrial sustainability
Краснодарский край / Krasnodarskiy kray	Выпуск К(Ф)Х и ИП / Issue K(F)X and IP	117 млрд руб. / billion rubles	Фермерский сектор повышает гибкость и пространственную включенность АПК / The farming sector increases the flexibility and spatial inclusion of agriculture
Республика Саха (Якутия) / Republic of Sakha (Yakutia)	Объем продукции сельского хозяйства / The volume of agricultural production	36,0 млрд руб. / billion rubles	Устойчивость возможна и в условиях неблагоприятной природной среды / Sustainability is also possible in an unfavorable natural environment
Республика Саха (Якутия) / Republic of Sakha (Yakutia)	Место в ДФО / A place in the Far Eastern Federal District	3-е / 3rd	Важна адаптация модели АПК к региональной специфике / It is important to adapt the agro-industrial complex model to regional specifics

Источник: составлено авторами по данным территориальных органов Росстата.

Сопоставление региональных данных (табл. 1) позволяет выделить несколько значимых закономерностей: во-первых, высокий объем выпуска не тождествен устойчивой динамике развития; во-вторых, показатели роста зависят не только от ресурсной базы, но и от институциональной структуры аграрной экономики региона; в-третьих, значимым условием устойчивости выступает сбалансированность различных категорий хозяйств, поскольку именно она обеспечивает сочетание масштаба, инвестиционной емкости, адаптивности и вовлеченности сельского населения в хозяйственную деятельность.

На этой основе был получен следующий результат концептуального характера: устойчивая модель развития АПК региона должна включать не менее трех взаимосвязанных контуров. Первый контур – производственно-экономический, охватывающий выпуск продукции, производительность, финансовые результаты и общую эффективность аграрного производства. Второй – структурно-

институциональный, отражающий соотношение сельскохозяйственных организаций, фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей и хозяйств населения. Третий – территориально-воспроизводственный, включающий занятость, жилищную динамику, инфраструктурное развитие и качество сельской среды. Только при согласованном развитии всех трех контуров возможно формирование действительно устойчивой модели АПК региона.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что устойчивость регионального АПК возникает не в точке максимизации отдельного экономического показателя, а в точке согласования производственной эффективности, институциональной сбалансированности и территориального развития. Это означает, что стратегические ориентиры региональной аграрной политики должны быть смещены от преимущественно отраслевого понимания результата к интегрированной оценке, в

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

которой рост аграрного производства рассматривается одновременно как условие и как следствие развития сельских территорий.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют утверждать, что устойчивость АПК региона должна рассматриваться не как производная исключительно от темпов роста сельскохозяйственного производства, а как характеристика качества воспроизводства всей региональной аграрной системы. Она должна оцениваться не только через соотношение результатов и затрат, но и через способность аграрного производства поддерживать устойчивость сельского пространства, в пределах которого формируются трудовые, инфраструктурные и институциональные предпосылки дальнейшего роста.

Предложенный подход имеет принципиальное значение для развития последующих исследований по экономике АПК, поскольку позволяет преодолеть ограничения узкоотраслевой аналитики. Традиционная оценка эффективности аграрного сектора, основанная преимущественно на показателях выпуска, производительности, рентабельности и инвестиционной активности, необходима, но недостаточна для объяснения долгосрочной устойчивости. Если экономический результат не преобразуется в воспроизводство сельской занятости, развитие инфраструктуры, поддержание многоукладной хозяйственной структуры и закрепление населения, то даже высокие текущие показатели не гарантируют стратегической устойчивости регионального АПК. Следовательно, возникает необходимость перехода от отраслевой к территориально-воспроизводственной логике анализа.

В этой связи особого обсуждения заслуживает вопрос о соотношении экономической эффективности и социальной направленности аграрной политики. На практике данные направления нередко интерпретируются как конкурирующие: усиление социальной составляющей рассматривается как увеличение нагрузки на бюджет, тогда как ориентация на производственную эффективность – как основание для концентрации ресурсов в наиболее конкурентоспособных сегментах [10; 11; 12 и др.]. Однако результаты исследования позволяют поставить под сомнение такое противопоставление. Для АПК региона вложения в развитие сельских территорий следует рассматривать не как внешние по отношению к производству издержки, а как форму долгосрочных инвестиций в воспроизводственную базу отрасли. От состояния сельской среды напрямую

зависят кадровое обеспечение, устойчивость локальных рынков труда, уровень хозяйственной активности и способность региона сохранять аграрную специализацию.

Отдельного внимания требует вопрос о многоукладности хозяйствования. Устойчивость регионального АПК определяется не только силой крупных сельскохозяйственных организаций, но и способностью системы сохранять функциональный баланс между различными категориями хозяйств [13; 14 и др.]. Вместе с тем данное положение требует дальнейшего углубления в исследованиях в которых целесообразно оценить не просто долевое соотношение укладов, а характер их взаимодействия: участие в цепочках создания стоимости, влияние на занятость, устойчивость доходов сельского населения, распространение инноваций и пространственное распределение экономической активности. Это позволило бы перейти от описания структуры АПК к анализу ее воспроизводственной эффективности.

Существенную перспективу для дальнейших работ открывает и проблема пространственной дифференциации, так как единая универсальная модель устойчивого развития АПК практически неприменима, поскольку регионы РФ различаются по природно-климатическим условиям, структуре хозяйствования, уровню инфраструктурной обеспеченности, типу расселения и степени включенности в межрегиональные рынки [15; 16; 17 и др.]. В связи с этим перспективным направлением дальнейших исследований является разработка типологии региональных моделей устойчивости АПК. Такая типология могла бы учитывать сочетание производственной специализации, организационной структуры аграрного сектора, состояния сельских территорий и характера институциональной поддержки. Это повысило бы прикладную значимость исследований и позволило бы формировать более адресные механизмы региональной аграрной политики.

Кроме того, дальнейшего изучения требует вопрос количественной оценки устойчивости. Полученные результаты в работе позволяют обосновать необходимость интегрального подхода, однако само построение системы сводных показателей выходит за ее рамки. В продолжении данного направления целесообразно разработать методику интегральной оценки устойчивости АПК региона, в которой были бы объединены производственно-экономические, структурно-институциональные и территориально-воспроизводственные параметры. Такая методика могла бы использоваться как ин-

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

струмент межрегионального сравнения, выявления зон риска и оценки результативности мер государственной поддержки.

Еще одним важным направлением будущих исследований является анализ институциональных механизмов согласования отраслевой и территориальной политики, так как меры государственной поддержки сельского хозяйства и меры по развитию сельских территорий могут реализоваться в разных управленческих контурах, вследствие чего оцениваться по разным критериям и не позволяют сформировать единый воспроизводственный эффект [18; 19; 20 и др.]. Вследствие этого необходимо проводить исследования, которые будут сориентированы на поиск таких организационно-экономических механизмов, которые позволяют совместить такие направления, как: субсидирование производства, инвестиционную поддержку развития, инфраструктурную модернизацию, политику занятости населения и меры по улучшению качества жизни на сельских территориях в единую, согласованную на всех уровнях систему регионального управления.

Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод, что устойчивое развитие АПК региона следует рассматривать как результат согласования отраслевой результативности и территориального воспроизводства, а не как следствие роста отдельных производственных показателей. Научный

смысл предложенного подхода состоит в расширении анализа регионального АПК до уровня целостной социально-экономической системы, в которой эффективность определяется ее способностью не только создавать аграрный продукт, но и поддерживать условия для дальнейшего функционирования хозяйства, занятости и пространственного развития. Это дает основание рассматривать устойчивую модель развития АПК как методологическую основу для более комплексной оценки региональной аграрной политики и ее долгосрочных эффектов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что его выводы ориентированы на переход к более целостной логике управления, где меры поддержки аграрного производства, развитие инфраструктуры, укрепление хозяйственной структуры и повышение качества сельской среды должны рассматриваться в единой системе приоритетов. Такой подход позволяет сместить акцент с достижения краткосрочного производственного результата на формирование устойчивых предпосылок долгосрочного роста и адаптации регионального АПК к меняющимся экономическим условиям. Перспектива дальнейших исследований связана с разработкой инструментария количественной оценки устойчивости, типологией региональных моделей АПК и уточнением механизмов согласования отраслевых и территориальных решений в системе регионального управления.

Примечания:

¹. Социально-экономическое положение России <https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-01-2025.pdf>

². Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/b8d/b8d191bd05d8b4ca208620b726246ede.pdf>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алтухов А. И., Семёнова Е. И. Роль и место сельского хозяйства в социально-экономическом развитии страны // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 10. С. 2–13. EDN NNSKNU.
2. Рау В. В., Скульская Л. В., Широкова Т. К. Пути возрождения сельских территорий России // Проблемы прогнозирования. 2022. № 1 (190). С. 114–124. EDN OUSOME.
3. Маханьков Ф. В., Тронина М. В., Сбитнев Н. А. Перспективные направления развития экономики сельских территорий в системе государственного управления // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 9. С. 31–38. EDN IJRWGM.
4. Жминько С. И., Зазимко В. Л. Анализ финансового состояния сельскохозяйственных организаций в условиях восстановительного экономического роста. Краснодар, 2011. 150 с. EDN QUYISX.
5. Пономарева Н. В. Организация экономических внутривозрастных отношений в агрофирмах: теоретические основы, практика реализации, учет. Орел, 2004. 23 с. EDN ZNPCVX.
6. Оборин М. С. Повышение эффективности управления сельскохозяйственными услугами на основе внедрения цифровых технологий // Ars Administrandi (Искусство управления). 2019. Т. 11. № 2. С. 220–236. EDN HNZGNA.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

7. Митин С. Г., Шамин А. Е., Проваленова Н. В., Сысоев Г. В., Наумов С. С., Климова А. В. Влияние демографической ситуации на сельских территориях на воспроизводство человеческого капитала в аграрном секторе экономики // Общество: политика, экономика, право. 2023. № 7 (120). С. 74–85. EDN LJQJFI.
8. Pakhomova A. I., Buriakov S. A., Vasenev S. L., Gornostaeva Z. V., Kornienko M. V. Localization of the urban workforce reproduction of the modern city // Asian Social Science. 2014. Т. 10. № 15. С. 255–260. EDN UFWQRT.
9. Комов И. В., Яковенко Н. В. Исследование территориальной организации производительных сил региона: теоретический аспект // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12-8. С. 45–47. EDN VHHNWJ.
10. Беспарточный Б. Д., Спицына А. О., Юхневич О. А. Влияние социально-экономических факторов на эффективность сельскохозяйственных предприятий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 6 (408). С. 748–752. EDN HFIHUP.
11. Смирнова В. В. Глобализация в аграрном производстве России // Век глобализации. 2023. № 1 (45). С. 119–127. EDN AXPDDQ.
12. Здоровец Ю. И. Экономическая эффективность деятельности сельскохозяйственных организаций // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2025. № 10-1 (128). С. 203–210. EDN BNVKSW.
13. Гончаров В. Д., Кибиров Х. Г. Интеграция малых и средних хозяйств с агрохолдингами // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 7. С. 63–69. EDN UHQJUC.
14. Сёмин А. Н., Дрокин В. В., Журавлев А. С. Многоукладность сельской экономики как механизм территориального развития и фактор обеспечения продовольственной, экономической, экологической и социальной безопасности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 7. С. 2–11. EDN IJPPKF.
15. Силаева Л. П. Пространственная организация сельского хозяйства как основа рационального размещения и специализации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 2. С. 163–172. EDN VGEFXX.
16. Сулов С. А., Завигаев Н. С., Генералов И. Г., Черемухин А. Д. Роль информационных технологий в повышении конкурентоспособности региональных рынков // Дискуссия. 2015. № 8 (60). С. 45–49. EDN UMHCOJ.
17. Кот Е. М., Радионова С. В., Петрякова С. В., Малькова Ю. В., Пильникова И. Ф., Горбунова О. С. Устойчивое функционирование агропромышленного комплекса России и Свердловской области // Российский научный вестник. 2025. № 5. С. 94–98. EDN OVBQZK.
18. Шестаков Р. Б., Яковлев Н. А. Динамика институциональных преобразования в агробизнесе // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. 2025. № 2 (41). С. 47–49. EDN FIFXVN.
19. Kapitonov I. A., Voloshin V. I., Filosofova T. G., Syrtsov D. N. Development of experience in the application of technologies in the field of alternative energy: world experience, Russian practice // Renewable Energy. 2021. Т. 165. С. 773–782. EDN JRCWWV.
20. Климентова Э. А., Дубовицкий А. А. Институциональные предпосылки совершенствования регулирования устойчивого развития сельского хозяйства // Научные труды Вольного экономического общества России. 2024. Т. 250. № 6. С. 276–299. EDN MPIBDP.

Дата поступления статьи в редакцию 19.11.2025, одобрена после рецензирования 24.12.2025;
принята к публикации 25.12.2025.

Информация об авторах:

Е. В. Губанова – к.э.н., доцент, доцент кафедры «Учет и менеджмент», SPIN-код: 8710-5253;
В. Л. Зазимко – к.э.н., доцент кафедры аудита, SPIN-код: 9156-7085;
Ю. Ю. Газизьянова – к.э.н., доцент кафедры «Экономическая безопасность, учет и анализ», SPIN-код: 5118-1332.

Заявленный вклад авторов:

Губанова Е. В. – формулирование основной концепции исследования.
Зазимко В. Л. – подготовка текста статьи.
Газизьянова Ю. Ю. – критический анализ и доработка текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Altukhov A. I., Semenova E. I. Rol' i mesto sel'skogo khoziaistva v sotsial'no-ekonomicheskom razvitii strany [The role and place of agriculture in the socio-economic development of the country], *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii* [Economics of Agriculture of Russia], 2025, No. 10, pp. 2–13, EDN NNSKNU.
2. Rau V. V., Skul'skaia L. V., Shirokova T. K. Puti vrozozhdeniia sel'skikh territorii Rossii [Ways of revival of rural territories of Russia], *Problemy prognozirovaniia* [Problems of Forecasting], 2022, No. 1 (190), pp. 114–124, EDN OUSOME.
3. Makhankov F. V., Tronina M. V., Sbitnev N. A. Perspektivnye napravleniia razvitiia ekonomiki sel'skikh territorii v sisteme gosudarstvennogo upravleniia [Promising directions of rural economy development in the system of public administration], *Ekonomika sel'skokhoziaistvennykh i pererabatyvaiushchikh predpriatii* [Economics of Agricultural and Processing Enterprises], 2024, No. 9, pp. 31–38, EDN IJRWMG.
4. Zhmin'ko S. I., Zazimko V. L. Analiz finansovogo sostoianiia sel'skokhoziaistvennykh organizatsii v usloviakh vosstanovitel'nogo ekonomicheskogo rosta [Analysis of the financial condition of agricultural organizations under conditions of recovery economic growth], Krasnodar, 2011, 150 p., EDN QUYISX.
5. Ponomareva N. V. Organizatsiia ekonomicheskikh vnutrikhoziaistvennykh otnoshenii v agrofirmah: teoreticheskie osnovy, praktika realizatsii, uchet [Organization of internal economic relations in agricultural firms: theoretical foundations, practice, accounting], Orel, 2004, 23 p., EDN ZNPCVX.
6. Oborin M. S. Povyshenie effektivnosti upravleniia sel'skokhoziaistvennymi uslugami na osnove vnedreniia tsifrovyykh tekhnologii [Improving the efficiency of management of agricultural services based on digital technologies], *Ars Administrandi (Iskusstvo upravleniia)* [Ars Administrandi (The Art of Management)], 2019, Vol. 11, No. 2, pp. 220–236, EDN HNZGNA.
7. Mitin S. G., Shamin A. E., Provalenova N. V., Sysoev G. V., Naumov S. S., Klimova A. V. Vliianie demograficheskoi situatsii na sel'skikh territoriiakh na vosproizvodstvo chelovecheskogo kapitala v agrarnom sektore ekonomiki [Impact of the demographic situation in rural areas on the reproduction of human capital in the agricultural sector], *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: Politics, Economics, Law], 2023, No. 7 (120), pp. 74–85, EDN LJQJFI.
8. Pakhomova A. I., Buriakov S. A., Vasenev S. L., Gornostaeva Z. V., Kornienko M. V. Localization of the urban workforce reproduction of the modern city, *Asian Social Science*, 2014, Vol. 10, No. 15, pp. 255–260, EDN UFWQRT.
9. Komov I. V., Iakovenko N. V. Issledovanie territorial'noi organizatsii proizvoditel'nykh sil regiona: teoreticheskii aspekt [Study of the territorial organization of productive forces of the region: theoretical aspect], *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual Problems of Humanities and Natural Sciences], 2015, No. 12-8, pp. 45–47, EDN VHHNWJ.
10. Bespartochnyi B. D., Spitsyna A. O., Iukhnevich O. A. Vliianie sotsial'no-ekonomicheskikh faktorov na effektivnost' sel'skokhoziaistvennykh predpriatii [Influence of socio-economic factors on the efficiency of agricultural enterprises], *Mezhdunarodnyi sel'skokhoziaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], 2025, No. 6 (408), pp. 748–752, EDN HFIHUP.
11. Smirnova V. V. Globalizatsiia v agrarnom proizvodstve Rossii [Globalization in agricultural production of Russia], *Vek globalizatsii* [Age of Globalization], 2023, No. 1 (45), pp. 119–127, EDN AXPDDQ.
12. Zdorovets Iu. I. Ekonomicheskaiia effektivnost' deiatel'nosti sel'skokhoziaistvennykh organizatsii [Economic efficiency of agricultural organizations], *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khoziaistve* [Economics, Labor, Management in Agriculture], 2025, No. 10-1 (128), pp. 203–210, EDN BNVKCW.
13. Goncharov V. D., Kibirov Kh. G. Integratsiia malykh i srednikh khoziaistv s agrokholdingami [Integration of small and medium farms with agroholdings], *Ekonomika sel'skokhoziaistvennykh i pererabatyvaiushchikh predpriatii* [Economics of Agricultural and Processing Enterprises], 2024, No. 7, pp. 63–69, EDN UHQJUC.
14. Semin A. N., Drokin V. V., Zhuravlev A. S. Mnogoukladnost' sel'skoi ekonomiki kak mekhanizm territorial'nogo razvitiia i faktor obespecheniia prodovol'stvennoi, ekonomicheskoi, ekologicheskoi i sotsial'noi bezopasnosti [Multistructural rural economy as a mechanism of territorial development and a factor of food, economic, ecological and social security], *Ekonomika sel'skokhoziaistvennykh i pererabatyvaiushchikh predpriatii* [Economics of Agricultural and Processing Enterprises], 2023, No. 7, pp. 2–11, EDN IJPPKF.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

15. Silaeva L. P. Prostranstvennaia organizatsiia sel'skogo khoziaistva kak osnova ratsional'nogo razmeshcheniia i spetsializatsii [Spatial organization of agriculture as a basis for rational placement and specialization], *Izvestiia Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS], 2025, vol. 27, No. 2, pp. 163–172, EDN VGEFXX.

16. Suslov S. A., Zavivaev N. S., Generalov I. G., Cheremukhin A. D. Rol' informatsionnykh tekhnologii v povyshenii konkurentosposobnosti regional'nykh rynkov [The role of information technologies in increasing the competitiveness of regional markets], *Diskussii* [Discussion], 2015, No. 8 (60), pp. 45–49, EDN UMHC0J.

17. Kot E. M., Radionova S. V., Petriakova S. V., Mal'kova Iu. V., Pil'nikova I. F., Gorbunova O. S. Ustoichivoe funktsionirovanie agropromyshlennogo kompleksa Rossii i Sverdlovskoi oblasti [Sustainable functioning of the agro-industrial complex of Russia and Sverdlovsk region], *Rossiiskii nauchnyi vestnik* [Russian Scientific Bulletin], 2025, No. 5, pp. 94–98, EDN OVBQZK.

18. Shestakov R. B., Iakovlev N. A. Dinamika institutsional'nykh preobrazovaniy v agrobiznese [Dynamics of institutional transformations in agribusiness], *Vestnik tekhnosfernoi bezopasnosti i sel'skogo razvitiia* [Bulletin of Technosphere Safety and Rural Development], 2025, No. 2 (41), pp. 47–49, EDN FIFXVN.

19. Kapitonov I. A., Voloshin V. I., Filosofova T. G., Syrtsov D. N. Development of experience in the application of technologies in the field of alternative energy: world experience, Russian practice, *Renewable Energy*, 2021, vol. 165, pp. 773–782, EDN JRCWWV.

20. Klimentova E. A., Dubovitskii A. A. Institutsional'nye predposylki sovershenstvovaniia regulirovaniia ustoichivogo razvitiia sel'skogo khoziaistva [Institutional prerequisites for improving regulation of sustainable agricultural development], *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Works of the Free Economic Society of Russia], 2024, vol. 250, No. 6, pp. 276–299, EDN MPIBDP.

The article was submitted 19.11.2025; approved after reviewing 24.12.2025; accepted for publication 25.12.2025.

Information about the authors:

E. V. Gubanova – Ph. D. (Economy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting and Management, SPIN-code: 8710-5253;

V. L. Zazimko – Ph. D. (Economy), Associate Professor of the Audit Department, SPIN-code: 9156-7085;

Yu. Yu. Gazizyanova – Ph. D. (Economy), Associate Professor of the Department of Economic Security, Accounting and Analysis, SPIN-code: 5118-1332.

The authors' declared contributions:

Gubanova E. V. – formulating the main research concept.

Zazimko V. L. – preparation of the article text.

Gazizyanova Yu. Yu. – critical analysis and revision of the text.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Научная статья

УДК: 338.43:332.1(470.322)

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-94-108

EDN TQFNXX



Развитие ресурсного потенциала сельского хозяйства региона: от диагностики достаточности к адресным траекториям трансформации

Анна Александровна Иванова

Финансовый университет при Правительстве РФ, Липецкий филиал, Липецк, Россия

aaivanova@fa.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4283-5164>

Аннотация

Введение. Пространственная неоднородность ресурсной базы сельского хозяйства, износ основных фондов и сокращение сельхозугодий ограничивают экстенсивный рост аграрного производства. Цель исследования состоит в разработке теоретических положений и методического инструментария оценки и развития ресурсного потенциала именно сельского хозяйства региона на основе критерия достаточности, позволяющего перейти от унифицированных мер поддержки к адресной политике развития сельскохозяйственного производства.

Материалы и методы. Методологическую основу составили теория устойчивого развития, теория ограничений Э. Голдратта и ресурсно-ориентированный подход Дж. Барни. Использованы эконометрическое моделирование модифицированных производственных функций Кобба–Дугласа, корреляционно-регрессионный анализ, оптимизация методом обобщённого приведённого градиента и экспертная процедура Дельфи. Информационную базу сформировали данные Росстата и Министерства сельского хозяйства Липецкой области по 18 муниципальным районам за 2010–2024 гг.

Результаты. Обоснован критерий достаточности ресурсов как первичное условие устойчивого функционирования сельского хозяйства. Разработана двухуровневая методика оценки, позволяющая выявлять структурные дисбалансы ресурсной базы сельского хозяйства и разграничивать необходимость экстенсивного наращивания ресурсов либо интенсификации их использования в сельскохозяйственном производстве. Предложен дифференцированно-критериальный подход к типологизации муниципальных образований по уровню развития ресурсного потенциала сельского хозяйства.

Обсуждение. Установлено, что для сельского хозяйства Липецкой области ключевыми ограничениями выступают социально-демографические и инфраструктурные ресурсы; выявлен случай Лебедянского района, где при сравнительно сбалансированной ресурсной базе сельского хозяйства наблюдается низкая эффективность её использования. Это указывает на необходимость адресных управленческих решений, ориентированных именно на повышение результативности сельскохозяйственного производства.

Заключение. Выделены семь типологических кластеров и разработаны адресные траектории развития сельского хозяйства для каждого типа территорий. Реализация базового сценария к 2030 г. обеспечит рост производства продукции сельского хозяйства, увеличение инвестиций в аграрный сектор и стабилизацию занятости на сельских территориях, что подтверждает эффективность предложенного подхода к развитию ресурсного потенциала сельского хозяйства региона.

Ключевые слова: адресные траектории развития, критерий достаточности, Липецкая область, производственная функция, ресурсный потенциал, сельское хозяйство, типологизация муниципальных образований, трансформационная модель





Для цитирования: Иванова А. А. Развитие ресурсного потенциала сельского хозяйства региона: от диагностики достаточности к адресным траекториям трансформации // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 94–108. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-94-108. EDN TQFNXK.

Development of the Resource Potential of Regional Agriculture: from Sufficiency Diagnostics to Targeted Transformation Trajectories

Anna A. Ivanova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Lipetsk Branch, Lipetsk, Russia
aaivanova@fa.ru

Abstract

Introduction. The spatial heterogeneity of the resource base of agriculture, the depreciation of fixed assets and the reduction of farmland limit the extensive growth of agricultural production. The purpose of the study is to develop theoretical provisions and methodological tools for assessing and developing the resource potential of the region's agriculture based on the sufficiency criterion, which makes it possible to switch from unified support measures to targeted policies for the development of agricultural production.

Materials and Methods. The methodological basis was the theory of sustainable development, the theory of restrictions by E. Goldratt and the resource-oriented approach of J. Barney. Econometric modeling of modified Cobb-Douglas production functions, correlation and regression analysis, optimization using the generalized reduced gradient method and the Delphi expert procedure were used. The information base was formed by data from Rosstat and the Ministry of Agriculture of the Lipetsk Region for 18 municipal districts for 2010–2024.

Results. The criterion of resource sufficiency is justified as the primary condition for the sustainable functioning of agriculture. A two-level assessment methodology has been developed to identify structural imbalances in the agricultural resource base and delineate the need for extensive resource growth or intensification of their use in agricultural production. A differentiated-criteria approach to typologizing municipalities by the level of development of the resource potential of agriculture is proposed.

Discussion. It was established that socio-demographic and infrastructure resources are key restrictions for agriculture in the Lipetsk region; the case of Lebedyansky district was revealed, where with a relatively balanced resource base of agriculture, low efficiency of its use is observed. This indicates the need for targeted management decisions aimed specifically at increasing the efficiency of agricultural production.

Conclusion. Seven typological clusters were identified and targeted trajectories of agricultural development for each type of territory were developed. The implementation of the baseline scenario by 2030 will ensure an increase in agricultural production, an increase in investment in the agricultural sector and stabilization of employment in rural areas, which confirms the effectiveness of the proposed approach to the development of the resource potential of agriculture in the region.

Keywords: targeted development trajectories, sufficiency criterion, Lipetsk region, production function, resource potential, agriculture, typology of municipalities, transformation model

For citation: Ivanova A. A. Development of the resource potential of regional agriculture: from sufficiency diagnostics to targeted transformation trajectories // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 94–108. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-94-108. EDN TQFNXK.

Введение

Введение. Сельское хозяйство Российской Федерации на протяжении последних двух десятилетий демонстрирует противоречивую динамику. С одной стороны, в рамках политики импортозамещения достигнуты значительные успехи: индекс производства

продукции растениеводства в 2024 году к уровню 2005 года составил 156 %; животноводства – 148 %¹. С другой стороны, эти достижения сопровождаются нарастанием системных ограничений экстенсивного роста, которые носят не временный конъюнктурный, а долговременный структурный характер.

Обратимся к ключевым статистическим индикаторам. Согласно официальным данным, за последние два десятилетия площадь сельскохозяйственных угодий в России сократилась более чем на 2 млн га, при этом ввод новых земель в оборот не превышает 0,5 % от выбывающих. Степень износа основных фондов в сельском хозяйстве достигла 43,6 %, тогда как коэффициент обновления техники составляет лишь 4,2 % – это втрое ниже нормативного уровня (12–15 %), необходимого для простого воспроизводства машинно-тракторного парка. Наиболее тревожным сигналом является то, что прирост валовой сельскохозяйственной продукции в последние годы достигается на фоне снижения инвестиционной активности: по данным Банка России, инвестиции в основной капитал сельского хозяйства в 2025 году сократились на 3,6 %, при этом индекс физического объёма продукции составил 96,8 %. Это означает, что увеличение выпуска обеспечивается преимущественно за счёт более интенсивного использования существующих мощностей, а не их экстенсивного расширения или качественного обновления.

Указанные негативные тенденции проявляются крайне неравномерно в территориальном разрезе. Межрегиональная дифференциация по доле сельскохозяйственных угодий колеблется от 0,1 % в Ненецком автономном округе до 87,4 % в Ставропольском крае, а по доле занятых в сельском хозяйстве – от 0,5 % в Магаданской области до 19,8 % в Чеченской Республике. Однако даже внутри регионов, лидирующих по выпуску продукции сельского хозяйства, сохраняется глубокая пространственная неоднородность. При использовании усреднённых показателей она маскирует реальные диспропорции именно в обеспеченности сельскохозяйственного производства земельными, трудовыми, инфраструктурными и инвестиционными ресурсами, что затрудняет разработку адресной политики развития сельского хозяйства.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды, посвящённые теории производственных функций, экономического роста и ресурсного подхода к анализу развития хозяйственных систем, в том числе работы Ч. Кобба и П. Дугласа, Р. Солоу, Дж. Барни [1; 2; 3]. Существенное значение для осмысления закономерностей развития сельского хозяйства, аграрной политики, устойчивости сельских территорий и функционирования агропромышленного комплекса имеют исследования И. Н. Буздалова, В. В. Милосердова, А. А. Никонова [4; 6; 7], А. В. Петрикова,

И. Г. Ушачева, А. Н. Семина [8; 9; 10]. Вопросы воспроизводства, формирования, оценки и эффективности использования ресурсного потенциала сельского хозяйства нашли отражение в работах О. Ю. Анциферовой, А. П. Зинченко, А. В. Миненко [12; 14; 16], А. П. Потапова, Б. И. Смагина, А. В. Улезько [18; 22; 23], Д. Б. Эпштейна, А. Э. Юзефовича, А. О. Храмченковой [24; 25; 26]. Отдельные аспекты методического обеспечения оценки ресурсного потенциала, анализа структурных изменений, шкалирования и типологии сельских территорий раскрыты в исследованиях Е. И. Громова, М. Л. Нечаевой [13; 17], а также в работах, посвящённых эффективности использования производственных ресурсов и пространственному развитию сельских территорий [22; 27; 29].

Несмотря на значительный теоретический задел, проблемы комплексной диагностики уровня ресурсного потенциала сельского хозяйства, оценки достаточности ресурсов относительно достижения стратегических ориентиров и разработки адресных траекторий развития сельскохозяйственного производства в условиях структурных дисбалансов, технологической модернизации и пространственной неоднородности территорий России остаются недостаточно изученными. Существующие подходы нередко фиксируют наличие ресурсов безотносительно к потребностям сельского хозяйства либо оценивают эффективность их использования без проверки достаточности ресурсной базы для устойчивого развития сельскохозяйственных отраслей.

Целью данной работы является разработка теоретических положений и практических рекомендаций по развитию ресурсного потенциала сельского хозяйства региона на основе обеспечения достаточности и эффективности его использования. Тем самым исследование ориентировано не на абстрактную оценку территориального развития, а на формирование инструментария управления ресурсами именно сельского хозяйства и повышения результативности сельскохозяйственного производства на муниципальном уровне.

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическую основу исследования составил синтез трёх фундаментальных теоретических конструкций. Во-первых, это теория устойчивого развития, закреплённая в решениях Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.), которая требует баланса между экономической эффективностью, социальной инклюзивностью и экологической устойчивостью. Во-вторых, теория

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

ограничений Э. Голдратта², согласно которой любая система имеет «узкое место» – ресурс или условие, лимитирующее её выход на целевые показатели; устранение этого ограничения даёт наибольший прирост результата. В-третьих, ресурсно-ориентированный подход Дж. Барни [2], который смещает фокус с поиска идеальных внешних условий на выявление и усиление внутренних, уникальных для территории комбинаций ресурсов, превращая их в устойчивые конкурентные преимущества. Методологический базис исследования дополнили системный, дифференцированный (реализуемый через типологизацию территорий), комплексный и процессный подходы.

Методический инструментарий включал общенаучные методы (анализ, синтез, индукция, дедукция), эмпирические (монографический, экономико-статистический, экспертные оценки) и экономико-математические методы. Центральное место в исследовании заняли корреляционный и регрессионный анализ для построения производственных функций, метод наименьших квадратов (OLS), оптимизационные методы (включая метод обобщённого приведённого градиента – GRG), а также *t*-критерий Стьюдента и *F*-критерий Фишера для оценки статистической значимости полученных результатов. Расчёты выполнены с использованием программных продуктов Python (библиотеки *pandas*, *statsmodels*, *scipy.optimize*), Microsoft Excel (надстройки «Анализ данных» и «Поиск решения»), а также справочно-правовых систем «Консультант Плюс» и «Гарант».

Информационно-статистическая база исследования сформирована на основе комплексного анализа нормативно-правовых документов, регулирующих аграрный сектор и развитие сельских территорий (включая Федеральный закон № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства», Доктрину продовольственной безопасности РФ, Государственную программу «Комплексное развитие сельских территорий»), официальных статистических данных Федеральной службы государственной статистики по России и Липецкой области, отраслевых отчётов Министерства экономического развития РФ, Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства сельского хозяйства Липецкой области, корпоративной отчётности сельскохозяйственных предприятий региона, материалов периодической печати, а также авторских расчётов и результатов полевых исследований, относящихся к развитию сельского хозяйства.

В качестве полигона для апробации разработанного методического инструментария выбрана Липецкая область. Этот выбор обусловлен тем, что регион является одним из лидеров агропромышленного производства в ЦФО, а сельское хозяйство здесь выступает не вспомогательной, а системообразующей отраслью региональной экономики. Соответственно, Липецкая область представляет собой репрезентативную территорию для оценки достаточности ресурсного потенциала именно сельского хозяйства, выявления внутренних различий в развитии сельскохозяйственного производства и обоснования адресных решений для муниципальных образований.

Для оценки параметров производственных функций использовались панельные данные по 18 муниципальным районам Липецкой области за период 2010–2024 гг. (всего 270 наблюдений). Выбор временного горизонта обусловлен, с одной стороны, доступностью сопоставимых статистических данных, а с другой – необходимостью охватить полный экономический цикл, включая периоды роста (2010–2014 гг., 2017–2021 гг.), спадов (2015 г., 2022 г.) и восстановления (2023–2024 гг.).

Результаты

Теоретическое обоснование критерия достаточности ресурсов

Первый и наиболее значимый результат исследования заключается в теоретическом обосновании критерия достаточности ресурсов как системообразующего элемента методологии оценки и развития ресурсного потенциала сельского хозяйства. В отличие от подходов, применимых к экономике региона в целом, предложенный критерий ориентирован на отраслевую специфику сельского хозяйства, где дефицит хотя бы одного ключевого ресурса непосредственно ограничивает производство сельскохозяйственной продукции и устойчивость аграрного воспроизводства.

Аргументация строится следующим образом. Наличие фиксирует факт присутствия ресурса, но не отвечает на вопрос, достаточно ли его объёма для запуска и поддержания цикла сельскохозяйственного производства. Доступность характеризует возможность вовлечения ресурса в хозяйственный оборот, однако для сельского хозяйства принципиально важно не просто наличие доступа, а соответствие объёма и качества ресурсов биотехнологическим, сезонным и пространственным особенностям аграрного производства.

Под достаточностью ресурсного потенциала сельского хозяйства в рамках данного исследования

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

понимается комплексное, многоуровневое состояние ресурсного потенциала, при котором количественные и качественные параметры всех его составляющих соответствуют требованиям, необходимым для гарантированного обеспечения текущего функционирования и, в перспективе, долгосрочной конкурентоспособности сельского хозяйства в условиях внутренних и внешних вызовов. Критерий достаточности будет считаться выполненным, если объём наличных ресурсов соответствует нормативной потребности, необходимой для достижения плановых (целевых) объёмов производства продукции, рассчитанных исходя из рациональных норм потребления, утверждённых Минздравом РФ.

Важно подчеркнуть динамический характер предложенного критерия. Достаточность не является статичным показателем, а эволюционирует по мере развития ресурсной базы сельского хозяйства. В связи с этим предложена трехуровневая система целевых ориентиров: (1) базовый уровень (функционирование) – обеспечение минимально необходимых условий для ведения сельхозпроизводства; (2) уровень сбалансированного развития – рациональное использование и воспроизводство ресурсов; (3) перспективный уровень (устойчивость) – долгосрочная конкурентоспособность и стабильность. Каждому уровню соответствует свой набор критериев: от наличия и плодородия на базовом уровне до оптимальности, устойчивости, воспроизводимости и инновационности на перспективном уровне.

Методика двухуровневой комплексной оценки достаточности ресурсного потенциала

Разработанная методика базируется на прямом сопоставлении имеющихся ресурсов сельского хозяйства (земельных, трудовых, материально-технических) с их нормативной потребностью для обеспечения целевого объёма производства сельскохозяйственной продукции. Это позволяет количественно диагностировать структурные дисбалансы ресурсной базы сельского хозяйства и дифференцировать пути их устранения: интенсификацию использования имеющихся ресурсов либо экстенсивное наращивание дефицитных ресурсов, критически значимых для сельскохозяйственного производства.

Методика включает девять последовательных этапов: (1) идентификация результативных признаков (валовой сбор зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, картофеля, овощей, плодов и ягод; производство молока, мяса, яиц); (2) анализ типов ресурсов и выделение базовых факторов производства (основные фонды, фонд оплаты труда, посевные

площади, внесение удобрений, наличие тракторов и комбайнов, расход кормов, плотность дорог) и влияющих факторов (экономических, инфраструктурных, социально-демографических, природно-экологических); (3) построение производственных функций степенного мультипликативного типа для каждого вида продукции; (4) расчёт индикаторов эффективности использования ресурсов и частных критериев достаточности; (5) диагностика ресурсного дефицита с фиксацией интегрального критерия с учётом порога 80 % (правило Парето); (6) моделирование связи дефицитных ресурсов с интегральными факторами; (7) оптимизация целевых значений дефицитных ресурсов методом обобщённого приведённого градиента; (8) разработка адресных мероприятий; (9) организация системы мониторинга.

Апробация методики на материалах Липецкой области позволила получить следующие результаты. При общем высоком уровне самообеспеченности региона (производство мяса – 176 % от потребности, молока – 108 %, яиц – 174 %) на муниципальном уровне выявлена глубокая дифференциация. Критический дефицит зафиксирован по плодово-ягодной продукции: фактическое производство ниже нормативного во всех 18 муниципальных районах, за исключением Лебедянского. По овощам дефицит выявлен в восьми районах, по молоку – в пяти, по мясу и яйцам – в отдельных территориях.

Принципиально важным результатом апробации стало разграничение характера необходимых изменений. Для ликвидации дефицита овощей в большинстве проблемных районов требуется интенсификация использования имеющихся ресурсов, то есть повышение эффективности производства без дополнительного вовлечения ресурсов. Напротив, для обеспечения населения плодами и ягодами необходимы меры экстенсивного характера – наращивание площадей многолетних насаждений, увеличение парка специализированной техники и, что особенно важно, значительное увеличение численности занятых в данной подотрасли. Например, в Воловском районе фактическая обеспеченность трудовыми ресурсами для производства плодов и ягод составляет лишь 4,4 % от нормативной потребности.

Дифференцированно-критериальный подход к типологизации муниципальных образований

Полученные результаты оценки достаточности и эффективности легли в основу дифференцированно-критериального подхода к типологизации муниципальных образований. В рамках этого подхода используются две независимые шкалы, каждая

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

из которых интерпретируется применительно к сельскому хозяйству. Первая – интегральная дефицитность ресурсов, характеризующая, насколько ресурсная база муниципалитета достаточна для развития сельского хозяйства; вторая – эффективность использования ресурсов в сельскохозяйственном производстве.

Вторая шкала – эффективность использования ресурсов – оценивается через сопоставление фактического объёма производства продукции сельского хозяйства с расчётным уровнем, потенциально до-

стижимым при данном объёме ресурсов и сложившейся технологической базе. Благодаря этому типологизация отражает не общую социально-экономическую успешность территории, а именно различия в развитии сельского хозяйства и в результативности использования аграрных ресурсов.

Пересечение двух шкал позволяет выделить семь типологических групп муниципальных образований (табл. 1), каждая из которых характеризуется уникальным сочетанием возможностей и ограничений.

Таблица 1. Типология муниципальных образований Липецкой области по уровню достаточности ресурсного потенциала сельского хозяйства и эффективности использования ресурсов сельскохозяйственного производства

Table 1. Typology of municipalities of the Lipetsk region in terms of the sufficiency of the resource potential of agriculture and the efficiency of the use of agricultural resources

Тип территории / Territory Type	Эффективность использования ресурсов / Resource Utilization Efficiency	Муниципальные районы / Municipal Districts	Характер ограничений / Nature of Constraints
1	2	3	4
Бездефицитный / Non-deficit	Низкая / Low	Лебедянский / Lebedyansky District	Системные управленческие и технологические барьеры при полной ресурсной обеспеченности / Systemic managerial and technological barriers persist despite full resource endowment
Низкодефицитный / Low-deficit	Достаточная / Adequate	Воловский, Измалковский / Volovsky District, Izmalkovsky District	Незначительный дисбаланс по 1–2 ресурсам, высокий адаптивный потенциал / A minor imbalance in one or two resources is accompanied by high adaptive capacity
Монодефицитный / Single-deficit	Низкая / Low	Данковский, Добровский, Становлянский / Dankovsky District, Dobrovsky District, Stanovlyansky District	Критический дефицит одного ресурса блокирует развитие всей системы / A critical shortage of a single resource constrains the development of the system as a whole
Дуодефицитный / Dual-deficit	Достаточная / Adequate	Долгоруковский / Dolgorukovsky District	Дефицит двух ресурсов компенсируется эффективным управлением / Deficits in two resources are offset by effective governance and management practices
Дуодефицитный / Dual-deficit	Низкая / Low	Краснинский, Лев-Толстовский / Krasninsky District, Lev-Tolstovsky District	Дефицит двух ресурсов в сочетании с низкой эффективностью требует комплексной модернизации / Deficits in two resources, combined with low efficiency, necessitate comprehensive modernization

1	2	3	4
Полидефицитный / Multi-deficit	Достаточная / Adequate	Грязинский, Добринский, Задонский, Усманский, Хлевенский, Чаплыгинский / Gryazinsky District, Dobrinsky District, Zadonsky District, Usmansky District, Khlevensky District, Chaplyginsky District	Комплексный дефицит компенсируется уникальными компетенциями и адап- тивностью / A complex set of resource deficits is mitigated by distinctive compe- tencies and adaptive capacity
Полидефицитный / Multi-deficit	Низкая / Low	Елецкий, Липецкий, Тербунский / Yeletsky District, Lipetsky District, Terbunsky District	Наиболее сложная ситуация, требую- щая структурной перестройки и соци- альной реабилитации / The most chal- lenging situation, requiring structural transformation and social rehabilitation measures

Источник: составлено автором

Установлено, что 50 % районов Липецкой области (9 из 18) являются полидефицитными, причём наиболее острый дефицит приходится на социально-демографические ресурсы (Z3) и инфраструктурные ресурсы (Z2). Для сельского хозяйства региона это означает ограничение возможностей расширения производства, обновления технологической базы и закрепления кадров на сельских территориях. Следовательно, ключевые барьеры развития сельского хозяйства лежат не только в плоскости финансирования, но и в состоянии социальной и производственной среды, обеспечивающей функционирование аграрного сектора.

Трансформационная модель и адресные траектории развития

На основе проведённой типологизации разработана трансформационная модель развития ресурсного потенциала сельского хозяйства региона, представляющая собой замкнутый адаптивный цикл из четырёх блоков: диагностика достаточности ресурсов сельского хозяйства, типологизация территорий по условиям ведения сельскохозяйственного производства, выбор адресных мер воздействия и мониторинг результатов. Тем самым модель ориентирована на управление развитием сельского хозяйства, а не только на фиксацию территориальных различий.

Для каждого из семи выделенных типов территорий разработана адресная траектория развития, отличающаяся по целевым ориентирам, приоритетным направлениям и инструментам реализации

(табл. 2). Названия траекторий и набор рекомендуемых мер увязаны именно с задачами развития сельского хозяйства: повышением продуктивности земли, обновлением материально-технической базы, снижением кадрового дефицита, укреплением инфраструктуры сельскохозяйственного производства и стимулированием инвестиционной активности в аграрном секторе.

Прогнозные индикаторы реализации

Заключительным этапом исследования стала прогнозная оценка потенциальных результатов реализации предложенных траекторий. Прогноз построен на комбинации трёх методов: экстраполяции трендов, экспертной корректировки и сценарного моделирования. При этом оценивались не абстрактные макроэкономические эффекты, а прогнозные изменения ключевых показателей развития сельского хозяйства: объёма производства сельскохозяйственной продукции, инвестиций в аграрный сектор и занятости на сельских территориях.

По базовому (основному) сценарию к 2030 году ожидаются следующие результаты (табл. 3). Совокупный рост производства продукции сельского хозяйства по Липецкой области составит 20,7 % – с 106,9 млрд руб. в 2024 году до 129,0 млрд руб. в 2030 году. Прирост инвестиций в основной капитал сельского хозяйства ожидается на уровне 21,5 % (с 45,4 до 55,1 млрд руб.). Численность занятых в сельском хозяйстве стабилизируется с небольшим приростом 2,3 % (с 106,9 до 109,4 тыс. человек).

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Таблица 2. Адресные траектории развития сельского хозяйства муниципальных образований

Липецкой области

Table 2. Targeted trajectories of agricultural development of municipalities of the Lipetsk region

Тип территории / Territory Type	Траектория развития / Development Trajectory	Ключевые меры / Key Measures	Ожидаемый результат / Expected Outcome
Бездефицитный, низкая эффективность / Non-deficit, low efficiency	Активизация и технологический трансферт / Activation and technological transfer	Цифровые платформы управления, трансфер технологий из НОЦ, экс- портно-ориентированные кластеры / Digital management platforms, technol- ogy transfer from research and educa- tion centers, export-oriented clusters	Качественный скачок произ- водительности, превращение в «локомотив роста» / A substantial increase in productivity and transformation into a «growth locomotive»
Низкодефицит- ный, достаточная эффективность / Low-deficit, ade- quate efficiency	Нишевая специализация и кооперативная устойчивость / Niche specialization and cooperative resilience	Кооперативные структуры, высоко- маржинальные ниши (органика, локальные бренды), агротуризм / Cooperative structures, high-margin niches (organic products, local brands), agritourism	Формирование устойчивых поставщиков уникальной продукции / The emergence of stable suppliers of distinc- tive products
Монодефицитный, низкая эффектив- ность / Single- deficit, low effi- ciency	Интенсивное развитие через преодоление «узкого места» / Intensive development through overcoming the «bottleneck»	Целевые программы ликвидации единственного критического дефицита, массовое обучение кадров / Targeted programs aimed at eliminating the single critical deficit, large-scale workforce training	Снятие главного ограниче- ния, резкий рост эффектив- ности / Removal of the principal constraint and a sharp increase in efficiency
Дуодефицитный, достаточная эффективность / Dual-deficit, ade- quate efficiency	Адаптивная специализация на основе ГЧП / Adaptive specialization based on public-private partnership	Развитие производств, устойчивых к дефицитам, инфраструктурные гарантии региона, отраслевые консорциумы / Development of production systems resilient to resource deficits, regional infrastructure guarantees, sectoral consortia	Закрепление конкурентных позиций в нишах / Consolidation of competitive positions in specialized market niches
Дуодефицитный, низкая эффективность / Dual-deficit, low efficiency	Комплексная модернизация и снижение ресурсной зависимости / Comprehensive modernization and reduction of resource dependence	Синхронизированная модернизация технологий и инфраструктуры, ресурсосберегающие технологии / Synchronized modernization of technology and infrastructure, resource-saving technologies	Переход в состояние устойчивого развития / Transition to a state of sustainable development
Полидефицитный, достаточная эффективность / Multi-deficit, adequate efficiency	Диверсификация и кластерное развитие / Diversification and cluster-based development	Несельскохозяйственные виды деятельности, перерабатывающие кластеры, специальные режимы для инвесторов / Non-agricultural activities, processing clusters, special regulatory regimes for investors	Трансформация в многоотраслевой агрозональный узел / Transformation into a diversified agro-economic hub
Полидефицитный, низкая эффективность / Multi-deficit, low efficiency	Структурная перестройка и социально- экономическая реабилитация / Structural transformation and socio-economic rehabilitation	Программы соцподдержки и переобучения, экологизация производства, адресная господдержка / Social support and retraining programs, greening of production, targeted state support	Предотвращение деградации, сохранение ресурсной базы / Prevention of degradation and preservation of the resource base

Источник: составлено автором.

Тип траектории / Trajectory Type	Муниципальные районы / Municipal Districts	Рост производства, % / Output Growth, %	Рост инвестиций, % / Investment Growth, %	Рост занятости, % / Employment Growth, %	Основной фактор роста / Principal Growth Factor
1	Лебедянский / Lebedyansky District	15	30	5	Цифровизация, экспорт / Digitalization and export orientation
2	Воловский, Измалковский / Volovsky District, Izmailkovsky District	11	15	5–6	Нишевая специализация / Niche specialization
3	Данковский, Добровский, Становлянский / Dankovsky District, Dobrovsky District, Stanovlyansky District	20	25–35	-3...-4	Ликвидация «узких мест» / Elimination of structural bottlenecks
4	Долгоруковский / Dolgorukovsky District	25	45	18	ГЧП, специализированные культуры / Public-private partnership and specialized crops
5	Краснинский, Лев-Толстовский / Krasninsky District, Lev-Tolstovsky District	17	30	-5	Ресурсосбережение / Resource conservation
6	Грязинский, Добринский, Задонский, Усманский, Хлевенский, Чаплыгинский / Gryazinsky District, Dobrinsky District, Zadonsky District, Usmansky District, Khlevensky District, Chaplyginsky District	30	30	4–6	Диверсификация, кластеры / Diversification and cluster development
7	Елецкий, Липецкий, Тербунский / Yeletsky District, Lipetsky District, Terbunsky District	7	7	-2	Социальная стабилизация / Social stabilization
Итого по области / Regional total	–	20,7	21,5	+2,3	–

102

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Наибольший мультипликативный эффект прогнозируется для полидефицитных территорий с достаточной эффективностью (тип 6 – Грязинский, Добринский, Задонский, Усманский, Хлевенский, Чаплыгинский районы). При росте инвестиций на 30 % рост производства в этой группе составит также 30 %, что даёт коэффициент эластичности выпуска по инвестициям, равный 1,0. Эти территории обеспечат 54 % всего областного прироста производства (12,1 из 22,1 млрд руб.). Максимальный относительный рост инвестиций (45 %) потребуется для дуодефицитной территории с достаточной эффективностью (тип 4 – Долгоруковский район), что обеспечит рост занятости на 18 % – единственный случай значительного расширения рабочих мест за пределами кластерных территорий. Для кризисных полидефицитных территорий с низкой эффективностью (тип 7 – Елецкий, Липецкий, Тербунский районы) прогнозируется умеренный рост производства на 7 % с приоритетом социальной стабилизации и экологизации, что отражает исчерпание потенциала экстенсивного роста в данных районах.

Обсуждение

Полученные результаты вносят вклад в развитие теории и методологии оценки ресурсного потенциала именно сельского хозяйства. В отличие от традиционных подходов, которые либо сводят ресурсный потенциал сельского хозяйства к перечню или стоимости ресурсов^{3,4} [26], либо оценивают эффективность безотносительно к исходной обеспеченности ресурсами сельскохозяйственного производства [22; 27], предложенный критерий достаточности задаёт минимально необходимый пороговый уровень ресурсной обеспеченности как первичное условие устойчивого функционирования сельского хозяйства. Это позволяет разграничить ситуации, когда низкий объём производства сельскохозяйственной продукции обусловлен объективным дефицитом ресурсов, и ситуации, когда тот же результат является следствием неэффективного использования уже имеющегося потенциала сельского хозяйства.

С теоретической точки зрения предложенный подход развивает теорию ограничений Э. Голдратта² применительно к пространственным системам сельского хозяйства. Если в классическом варианте теория ограничений ориентирована преимущественно на локализацию узкого места внутри производственной системы, то в данном исследовании показано, что для сельского хозяйства региона ограничение может иметь не только технологиче-

скую, но и инфраструктурную, кадровую, природно-экологическую и институциональную природу. Это особенно важно для муниципальных районов, где результативность сельского хозяйства определяется сочетанием земельных, трудовых, материально-технических и социальных ресурсов.

Эмпирические результаты исследования подтверждают и конкретизируют выводы, полученные в работах других авторов по проблемам пространственной неоднородности сельского хозяйства и сельских территорий. Вместе с тем настоящее исследование развивает эти выводы в отраслевом разрезе, поскольку показывает, что для сельского хозяйства решающим является не просто уровень обеспеченности территории ресурсами, а их достаточность для производства конкретных видов сельскохозяйственной продукции.

Разработанная трансформационная модель имеет практическую значимость для органов регионального и муниципального управления, отвечающих за развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Она позволяет принимать решения не по усреднённым показателям развития муниципальных образований, а по параметрам, отражающим состояние и эффективность использования ресурсной базы сельского хозяйства. Тем самым повышается адресность поддержки именно сельскохозяйственного производства.

Сравнение полученных прогнозных показателей с действующими региональными программами развития сельского хозяйства показывает, что предложенный базовый сценарий (рост производства продукции сельского хозяйства на 20,7 % к 2030 году) является реалистичным при условии последовательной реализации адресных мер по укреплению ресурсной базы аграрного сектора. Особенно важно, что сценарий учитывает не только финансовые, но и кадровые, инфраструктурные и технологические ограничения сельского хозяйства.

Сопоставление прогнозных параметров с действующими стратегическими документами показывает, что предложенный базовый сценарий применим прежде всего как инструмент планирования развития сельского хозяйства региона. Его значение состоит в том, что он позволяет увязать распределение мер поддержки не с усреднёнными муниципальными показателями, а с потребностями сельскохозяйственного производства и состоянием ресурсной базы аграрного сектора.

Вместе с тем исследование имеет ряд ограничений, которые открывают направления для даль-

Проведённое исследование направлено на решение научной задачи развития ресурсного потенциала сельского хозяйства региона на основе обеспечения его достаточности и эффективности использования. В отличие от более общих работ по региональному развитию, в данной статье внимание сосредоточено именно на сельском хозяйстве как базовой отрасли, для которой критически важны состав, качество, сбалансированность и воспроизводимость ресурсов.

В теоретическом плане обоснован критерий достаточности ресурсов как системообразующий элемент методологии оценки и развития ресурсного потенциала сельского хозяйства. В отличие от традиционных подходов, оперирующих категориями «наличие», «доступность» и «эффективность», доказана методическая первичность критерия достаточности, задающего минимально необходимый пороговый уровень ресурсной обеспеченности. Разработанная трехуровневая иерархическая система (базовый уровень, уровень сбалансированного развития, перспективный уровень устойчивости) позволила представить достаточность как динамический конструкт, эволюционирующий по мере развития отрасли.

В методическом плане разработана и апробирована на примере Липецкой области методика двухуровневой комплексной оценки достаточности ресурсного потенциала сельского хозяйства, синтезирующая производственно-функциональное моде-

лирование и оптимизационные процедуры. Методика позволяет оценивать, насколько имеющаяся ресурсная база обеспечивает производство продукции сельского хозяйства, и тем самым служит прикладным инструментом управления развитием сельскохозяйственного производства.

В ответ на выявленную пространственную неоднородность предложен дифференцированно-критериальный подход к типологизации муниципальных образований, базирующийся на двух измеримых критериях: интегральной дефицитности ресурсов и эффективности их использования. Его прикладная ценность состоит в том, что он ориентирован не на общую классификацию территорий, а на выбор траекторий развития именно сельского хозяйства в каждом муниципальном образовании.

Разработана трансформационная модель развития ресурсного потенциала сельского хозяйства региона, реализующая предложенный подход в формате замкнутого адаптивного управленческого цикла «диагностика → типологизация → управленческие решения → мониторинг и корректировка». Операционализация подхода обеспечила перевод теоретических критериев в измеримые индикаторы – индексы достаточности ресурсов и эффективности их использования.

Практическая реализация модели воплощена в инструментарии адресного развития – системе из семи типовых траекторий, детерминированных положением муниципального образования в матрице «достаточность ресурсов / эффективность использования». Каждая траектория ориентирована на решение конкретных задач развития сельского хозяйства: укрепление земельно-производственной базы, снижение кадрового дефицита, модернизацию материально-технического обеспечения, развитие инфраструктуры и повышение инвестиционной привлекательности аграрного сектора.

Совокупность полученных научных результатов создаёт целостную научно-практическую платформу для развития ресурсного потенциала именно сельского хозяйства, ориентированную на преодоление пространственной неоднородности аграрного сектора, повышение эффективности сельскохозяйственного производства и формирование более адресной политики развития сельских территорий как среды функционирования сельского хозяйства.



Примечания:

- ¹ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: стат. сб. Москва, 2024. 1081 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 23.08.2025).
- ² Теория ограничений Голдратта с пояснениями [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.arbconsulting.ru/posts/teoriya-ogranichenij/> (дата обращения: 15.04.2025).
- ³ Федеральный закон от 06.10.2003 № 131–ФЗ (ред. от 06.02.2019) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 23.12.2024).
- ⁴ Указ Президента РФ от 28.04.2008 N 607 (ред. от 09.05.2018) «Об оценке эффективности деятельности органов местного самоуправления городских округов и муниципальных районов» // Собрание законодательства 176 Российской Федерации от 5 мая 2008 г. № 18 ст. 2003 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rk.gov.ru/> (дата обращения: 15.12.2024).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Barney J. B. Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of Management. 1991. Vol. 17. P. 99–120.
2. Cobb C. W., Douglas P. H. A Theory of Production // American Economic Review. 1928. Vol. 18. P. 139–165.
3. Solow R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics. 1956. Vol. 70. No. 1. P. 65–94.
4. Буздалов И. Н. Методологические аспекты устойчивости сельского развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 6. С. 2–4. EDN YTXSMD.
5. Кузнецов В. В. Проблемы повышения конкурентоспособности сельского хозяйства России в условиях импортозамещения // Островские чтения. 2015. № 1. С. 235–239. EDN UYESRB
6. Милосердов В. В. Продовольственный кризис: причины и последствия // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2011. № 8. С. 4–8. EDN OCBQFL
7. Никонов А. А. Спираль многовековой драмы: аграрная наука и политика России (XVIII–XX вв.). Москва : Энциклопедия российских деревень, 1995. 574 с. ISBN 5-88367-002-4. EDN TOWVDP.
8. Петриков А. В. Стратегические направления совершенствования аграрной политики России в условиях санкционного давления // Научные труды Вольного экономического общества России. DOI 10.38197/2072-2060-2022-235-3-122-133. EDN EATOKW.
9. Семин А. Н., Третьяков А. П., Хуан Ф. О применении терминов «сельские территории», «сельская местность» в документах органов исполнительной власти // Теория и практика мировой науки. 2021. № 1. С. 39–44. EDN ZAOOFA.
10. Ушаев И. Г. Сельские территории России: состояние и приоритеты развития // Представительная власть – XXI век: законодательство, комментарии, проблемы. 2021. № 1–2 (184–185). С. 5–12. DOI 10.54449/20739532_2021_1-2_5. EDN YOGCHQ.
11. Ушаев И. Г. Научное обеспечение стратегии социально-экономического развития АПК России // АПК: экономика, управление. 2011. № 3. С. 11–24. EDN NULFCN.
12. Анциферова О. Ю., Колотова А. С. Оценка производственного ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций Российской Федерации // Продовольственная политика и безопасность. 2025. Т. 12. № 2. С. 435–450. DOI 10.18334/ppib.12.2.123072. EDN KZIVRY.
13. Громов Е. И., Китаев Ю. А., Власкин Н. В. Анализ развития социальной инфраструктуры сельских территорий Ленинградской области // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 9. С. 121–126. DOI 10.32651/259-121. EDN ZXWGLE.
14. Зинченко А. П. Воспроизводство производственного потенциала сельского хозяйства и аграрная политика России // Устойчивое развитие агропродовольственного сектора как важнейший фактор социально-экономической стабильности России. Москва, 2006. С. 23–29.
15. Клейнер Г. Б. Производственные функции: теория, методы, применение. Москва : Финансы и статистика, 1986. 238 с.
16. Миненко А. В., Гриценко Г. М. Мониторинг эффективности использования ресурсного потенциала сельхозпредприятий // АПК: экономика, управление. 2006. № 9. С. 42–44. EDN HUHORJ.

17. Нечаева М. Л. Разработка теоретико-методологических подходов к систематизации проблем развития сельского хозяйства и их оценка // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 12. С. 57–64. EDN LCDRWN.
18. Потапов А. П. Анализ динамики структурных изменений в ресурсном потенциале аграрного производства России // Островские чтения. 2024. № 1. С. 148–151. EDN HBREXU.
19. Потапов А. П. Оценка эффективности использования ресурсов в аграрном производстве России // Закономерности развития региональных агропродовольственных систем. Саратов, 2017. С. 28–33. EDN ZOWWKV.
20. Потапов А. П. Ресурсный потенциал аграрного производства России: проблемы формирования и перспективы использования. Саратов, 2012. 152 с. ISBN 978-5-91879-209-4. EDN QVKOXP.
21. Смагин Б. И. Методика количественной оценки ресурсного потенциала аграрной сферы производства // Приоритетные направления регионального развития. Курган, 2022. С. 205–209. EDN OJCCWK.
22. Смагин Б. И., Акиндинов В. В. Эффективность использования ресурсного потенциала в аграрном производстве. Мичуринск, 2007. 150 с. EDN QSHBDT.
23. Улезько А. В. Стратегия и тактика использования ресурсного потенциала сельскохозяйственных предприятий. Воронеж, 2004. 224 с. ISBN 5-89981-336-9. EDN QQHUCD.
24. Эштейн Д. Б., Хокман Г. Ресурсный потенциал и эффективность сельхозпредприятий // АПК: экономика, управление. 2008. № 1. С. 57–61. EDN UORFB.
25. Юзефович А. Э. Аграрный ресурсный потенциал: формирование и использование. Киев : Наукова думка, 1987. 176 с.
26. Храмченкова А. О., Иванюга Т. В. Ресурсный потенциал аграрной сферы регионального АПК и эффективность его использования // Труды КубГАУ. 2023. № 108. С. 46–54. DOI 10.21515/1999-1703-108-46-54. EDN XTIWRJ.
27. Эффективность использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве / под ред. П. Ф. Парамонова. Краснодар, 2014. 244 с. ISBN 978-5-94672-695-5.
28. Наумов И. В., Седельников В. М., Аверина Л. М. Эволюция теорий пространственного развития: принципиальные особенности и современные задачи исследований // Журнал экономической теории. 2020. Т. 17. № 2. С. 383–398. DOI 10.31063/2073-6517/2020.17-2.12. EDN TXJTCS.
29. Семенова Е. И. Типология сельских территорий // Никоновские чтения. 2025. № 30. С. 98–102. EDN LIVYSX.

Дата поступления статьи в редакцию 10.02.2026, одобрена после рецензирования 04.03.2026;
принята к публикации 05.03.2026.

Информация об авторе:

А. А. Иванова – старший преподаватель кафедры «Менеджмент и общегуманитарные дисциплины» Липецкого филиала ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», соискатель ученой степени кандидата экономических наук, Spin-код: 9184-0366.

REFERENCES

1. Barney J. B. Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, 1991, Vol. 17, pp. 99–120.
2. Cobb C. W., Douglas P. H. A Theory of Production, *American Economic Review*, 1928, Vol. 18, pp. 139–165.
3. Solow R. M., A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 1956, Vol. 70, No. 1, pp. 65–94.
4. Buzdalov I. N. Metodologicheskie aspekty ustoychivosti sel'skogo razvitiya [Methodological aspects of sustainable rural development], *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of agricultural and processing enterprises], 2017, No. 6, pp. 2–4, EDN YTXSMD.
5. Kuznetsov V. V. Problemy povysheniya konkurentosposobnosti sel'skogo khozyaystva Rossii v usloviyakh importozameshcheniya [Problems of increasing competitiveness of Russian agriculture under import substitution conditions], *Ostrovskie chteniya* [Ostrovsky readings], 2015, No. 1, pp. 235–239, EDN UYESRB.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

6. Miloserdov V. V. Prodoval'stvennyy krizis: prichiny i posledstviya [Food crisis: causes and consequences], *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of agricultural and processing enterprises], 2011, No. 8, pp. 4–8, EDN OCBQFL.
7. Nikonov A. A. Spiral' mnogovekovoy dramy: agrarnaya nauka i politika Rossii (XVIII–XX vv.) [Spiral of a centuries-old drama: agrarian science and policy of Russia (18th–20th centuries)], Moscow, Entsiklopediya Rossiyskikh dereven', 1995, 574 p., ISBN 5-88367-002-4, EDN TOWVDP.
8. Petrikov A. V. Strategicheskie napravleniya sovershenstvovaniya agrarnoy politiki Rossii v usloviyakh sanktsionnogo davleniya [Strategic directions for improving agrarian policy of Russia under sanctions pressure], *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], DOI 10.38197/2072-2060-2022-235-3-122-133, EDN EATOKW.
9. Semin A. N., Tret'yakov A. P., Khuan F. O primeneniі terminov «sel'skie territorii», «sel'skaya mestnost'» v dokumentakh organov ispolnitel'noy vlasti [On the application of the terms “rural territories”, “rural areas” in executive authority documents], *Teoriya i praktika mirovoy nauki* [Theory and practice of world science], 2021, No. 1, pp. 39–44, EDN ZAOOFA.
10. Ushachev I. G. Sel'skie territorii Rossii: sostoyanie i priority razvitiya [Rural territories of Russia: state and development priorities], *Predstavitel'naya vlast' – XXI vek: zakonodatel'stvo, kommentarii, problemy* [Representative power – 21st century: legislation, commentary, problems], 2021, No. 1–2 (184–185), pp. 5–12, DOI 10.54449/20739532_2021_1-2_5, EDN YOGCHQ.
11. Ushachev I. G. Nauchnoe obespechenie strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya APK Rossii [Scientific support of the strategy of socio-economic development of the agro-industrial complex of Russia], *APK: ekonomika, upravlenie* [Agro-industrial complex: economics, management], 2011, No. 3, pp. 11–24, EDN NULFCN.
12. Antsiferova O. Yu., Kolotova A. S. Otsenka proizvodstvennogo resursnogo potentsiala sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy Rossiyskoy Federatsii [Assessment of production resource potential of agricultural organizations of the Russian Federation], *Prodoval'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food policy and security], 2025, Vol. 12, No. 2, pp. 435–450, DOI 10.18334/ppib.12.2.123072, EDN KZIVRY.
13. Gromov E. I., Kitaev Yu. A., Vlaskin N. V. Analiz razvitiya sotsial'noy infrastruktury sel'skikh territoriy Leningradskoy oblasti [Analysis of development of social infrastructure of rural territories of the Leningrad region], *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], 2025, No. 9, pp. 121–126, DOI 10.32651/259-121, EDN ZXWGLE.
14. Zinchenko A. P. Vosproizvodstvo proizvodstvennogo potentsiala sel'skogo khozyaystva i agrarnaya politika Rossii [Reproduction of production potential of agriculture and agrarian policy of Russia], *Ustoychivoe razvitie agroprodoval'stvennogo sektora kak vazhneyshiy faktor sotsial'no-ekonomicheskoy stabil'nosti Rossii* [Sustainable development of the agro-food sector as a key factor of socio-economic stability of Russia], Moscow, 2006, pp. 23–29.
15. Kleiner G. B. Proizvodstvennye funktsii: teoriya, metody, primeneniye [Production functions: theory, methods, application], Moscow, Finansy i statistika, 1986, 238 p.
16. Minenko A. V., Gritsenko G. M. Monitoring effektivnosti ispol'zovaniya resursnogo potentsiala sel'khozpredpriyatiy [Monitoring efficiency of resource potential use of agricultural enterprises], *APK: ekonomika, upravlenie* [Agro-industrial complex: economics, management], 2006, No. 9, pp. 42–44, EDN HUHORJ.
17. Nechaeva M. L. Razrabotka teoretiko-metodologicheskikh podkhodov k sistematizatsii problem razvitiya sel'skogo khozyaystva i ikh otsenka [Development of theoretical and methodological approaches to systematization of agricultural development problems and their assessment], *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], 2025, No. 12, pp. 57–64, EDN LCDRWN.
18. Potapov A. P. Analiz dinamiki strukturnykh izmeneniy v resursnom potentsiale agrarnogo proizvodstva Rossii [Analysis of dynamics of structural changes in resource potential of agrarian production in Russia], *Ostrovskie chteniya* [Ostrovsky readings], 2024, No. 1, pp. 148–151, EDN HBREXU.
19. Potapov A. P. Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya resursov v agrarnom proizvodstve Rossii [Assessment of efficiency of resource use in agrarian production of Russia], *Zakonomernosti razvitiya regional'nykh agroprodoval'stvennykh sistem* [Patterns of development of regional agro-food systems], Saratov, 2017, pp. 28–33, EDN ZOWWKV.

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

20. Potapov A. P. Resursnyy potentsial agrarnogo proizvodstva Rossii: problemy formirovaniya i perspektivy ispol'zovaniya [Resource potential of agrarian production of Russia: problems of formation and prospects of use], Saratov, 2012, 152 p., ISBN 978-5-91879-209-4, EDN QVKOXP.
21. Smagin B. I. Metodika kolichestvennoy otsenki resursnogo potentsiala agrarnoy sfery proizvodstva [Methodology for quantitative assessment of resource potential of agrarian production sphere], *Prioritetnye napravleniya regional'nogo razvitiya* [Priority directions of regional development], Kurgan, 2022, pp. 205–209, EDN OJCCWK.
22. Smagin B. I., Akindinov V. V. Effektivnost' ispol'zovaniya resursnogo potentsiala v agrarnom proizvodstve [Efficiency of resource potential use in agrarian production], Michurinsk, 2007, 150 p., EDN QSHBDT.
23. Ulez'ko A. V. Strategiya i taktika ispol'zovaniya resursnogo potentsiala sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy [Strategy and tactics of resource potential use of agricultural enterprises], Voronezh, 2004, 224 p., ISBN 5-89981-336-9, EDN QQHUCD.
24. Epshteyn D. B., Khokman G. Resursnyy potentsial i effektivnost' sel'khozpredpriyatiy [Resource potential and efficiency of agricultural enterprises], *APK: ekonomika, upravlenie* [Agro-industrial complex: economics, management], 2008, No. 1, pp. 57–61, EDN IJORFB.
25. Yuzefovich A. E. Agrarnyy resursnyy potentsial: formirovanie i ispol'zovanie [Agrarian resource potential: formation and use], Kiev, Naukova dumka, 1987, 176 p.
26. Khranchenkova A. O., Ivanyuga T. V. Resursnyy potentsial agrarnoy sfery regional'nogo APK i effektivnost' ego ispol'zovaniya [Resource potential of regional agro-industrial complex agrarian sphere and efficiency of its use], *Trudy KubGAU* [Proceedings of Kuban State Agrarian University], 2023, No. 108, pp. 46–54, DOI 10.21515/1999-1703-108-46-54, EDN XTIWRJ.
27. Effektivnost' ispol'zovaniya proizvodstvennykh resursov v sel'skom khozyaystve [Efficiency of production resource use in agriculture], In P. F. Paramonov ed., Krasnodar, 2014, 244 p., ISBN 978-5-94672-695-5.
28. Naumov I. V., Sedel'nikov V. M., Averina L. M. Evolyutsiya teoriy prostranstvennogo razvitiya: printsipial'nye osobennosti i sovremennye zadachi issledovaniy [Evolution of theories of spatial development: fundamental features and modern research tasks], *Zhurnal ekonomicheskoy teorii* [Journal of economic theory], 2020, Vol. 17, No. 2, pp. 383–398, DOI 10.31063/2073-6517/2020.17-2.12, EDN TXJTCB.
29. Semenova E. I. Tipologiya sel'skikh territoriy [Typology of rural territories], *Nikonovskie chteniya* [Nikonov readings], 2025, No. 30, pp. 98–102, EDN LIVYSX.

The article was submitted 10.02.2026; approved after reviewing 04.03.2026; accepted for publication 05.03.2026.

Information about the author

Ivanova A. A. – Senior Lecturer, Department of Management and General Humanitarian Disciplines, Lipetsk Branch of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Financial University under the Government of the Russian Federation», applicant for the degree of candidate of economic sciences, Spin-code: 9184-0366.

Научная статья

УДК 338

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-109-122

EDN ZXZANI



Институциональные преобразования в агропромышленном комплексе: теоретико-методологические основы и направления исследований

Анастасия Олеговна Кузьмина

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

berry.06@list.ru

Аннотация

Введение. Статья посвящена теоретико-методологическому пониманию институциональных преобразований в агропромышленном комплексе как системного фактора устойчивого развития аграрной экономики в современных условиях. Актуальность исследования обусловлена усложнением задач развития АПК, усилением внедрения интеграционных и цифровых процессов, а также сохраняющейся фрагментарностью институциональной среды, затрудняющей согласование интересов субъектов агропродовольственной системы.

Материалы и методы. Исследование носит теоретико-методологический характер. В качестве материалов использованы труды по институциональной и аграрной экономике, государственному регулированию, кооперации, интеграции, устойчивому развитию сельских территорий и цифровизации АПК.

Результаты. Уточнено содержание категории «институциональные преобразования в АПК» как многоуровневого процесса трансформации формальных и неформальных институтов. Выделены ключевые структурные компоненты институциональной архитектуры АПК, обоснованы уровни реализации преобразований и предложены методологические принципы анализа их результативности. Систематизированы основные направления исследований и выявлены существующие методологические лакуны. Обоснована необходимость оценки преобразований по экономическим, организационно-управленческим, социальным и инновационно-адаптационным критериям.

Обсуждение. Представлено, что институциональные преобразования в АПК носят противоречивый характер, сочетая эффекты повышения эффективности с рисками усиления концентрации ресурсов, ограничения доступа малых форм хозяйствования к ресурсам развития и ослабления социальной устойчивости сельских территорий. Доказано, что результативность преобразований определяется согласованностью формальных и неформальных институтов на макро-, мезо- и микроуровнях.

Заключение. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к анализу институциональных преобразований в АПК, учитывающего взаимосвязь формальных и неформальных институтов, многоуровневую координацию и совокупность экономических, социальных, организационных и инновационно-адаптационных критериев оценки их результативности. Полученные положения формируют теоретико-методологическую основу дальнейших исследований и совершенствования институциональной среды агропромышленного комплекса в условиях современных структурных, технологических, институциональных и социальных вызовов аграрного развития страны.

Ключевые слова: аграрная политика, агропромышленный комплекс, государственное регулирование, институциональная среда, институциональные преобразования, кооперация, многоуровневое управление, сельские территории, устойчивое развитие, цифровизация АПК



Для цитирования: Кузьмина А. О. Институциональные преобразования в агропромышленном комплексе: теоретико-методологические основы и направления исследований // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 109–122. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-109-122. EDN ZXZANI.

Institutional transformations in the agro-industrial complex: theoretical and methodological foundations and research directions

Anastasia O. Kuzmina

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

berry.06@list.ru

Abstract

Introduction. The article is devoted to the theoretical and methodological understanding of institutional transformations in the agro-industrial complex as a systemic factor in the sustainable development of the agrarian economy in modern conditions. The relevance of the research is due to the increasing complexity of the tasks of agro-industrial complex development, the increased introduction of integration and digital processes, as well as the continuing fragmentation of the institutional environment, which makes it difficult to coordinate the interests of the subjects of the agro-food system.

Materials and methods. The research is theoretical and methodological in nature. The materials used are works on institutional and agrarian economics, state regulation, cooperation, integration, sustainable rural development and digitalization of the agro-industrial complex.

Results. The content of the category «institutional transformations in agriculture» as a multilevel process of transformation of formal and informal institutions is clarified. The key structural components of the institutional architecture of the agroindustrial complex are identified, the levels of implementation of transformations are substantiated, and methodological principles for analyzing their effectiveness are proposed. The main research directions are systematized and existing methodological gaps are identified. The necessity of assessing transformations according to economic, organizational, managerial, social, and innovative adaptation criteria is substantiated.

Discussion. It is presented that institutional transformations in the agro-industrial complex are contradictory, combining the effects of increased efficiency with the risks of increased concentration of resources, limiting access of small business entities to development resources and weakening the social stability of rural areas. It is proved that the effectiveness of transformations is determined by the consistency of formal and informal institutions at the macro, meso and micro levels.

Conclusion. The conclusion is made about the need for an integrated approach to the analysis of institutional transformations in the agro-industrial complex, taking into account the interrelation of formal and informal institutions, multilevel coordination and a set of economic, social, organizational and innovative adaptation criteria for assessing their effectiveness. The obtained provisions form the theoretical and methodological basis for further research and improvement of the institutional environment of the agro-industrial complex in the context of modern structural, technological, institutional and social challenges of the agricultural development of the country.

Keywords: agrarian policy, agro-industrial complex, state regulation, institutional environment, institutional transformations, cooperation, multilevel management, rural areas, sustainable development, digitalization of agriculture

For citation: Kuzmina A. O. Institutional transformations in the agro-industrial complex: theoretical and methodological foundations and research directions // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 109–122. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-109-122. EDN ZXZAH1.

Введение

Агропромышленный комплекс занимает стратегическое место в национальной экономике, обеспечивая продовольственную безопасность страны, устойчивость экономических межотраслевых свя-

зей, занятость сельского населения и развитие сельских территорий. В современных условиях развитие АПК определяется не только ресурсно-технологическими параметрами, уровнем государственной поддержки и конъюнктурой агропродовольственного рынка.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

вольственных рынков, но и качеством институциональной среды, задающей правила доступа к ресурсам, механизмы координации интересов, формы хозяйственного взаимодействия и модели распределения экономических результатов. В этой связи проблема институциональных преобразований в АПК приобретает системный характер, поскольку затрагивает отношения собственности, формы организации хозяйствования, механизмы государственного регулирования, кооперации, интеграции, инновационного развития и социального воспроизводства сельских территорий.

Актуальность исследования обусловлена нарастающим несоответствием между усложнением задач по развитию АПК и сохраняющейся фрагментарностью его институциональной организации. Современный этап развития агропромышленного комплекса характеризуется одновременным усилением интеграционных процессов, расширением цифровых механизмов управления, изменением инструментов государственной поддержки, ростом требований к устойчивости агропродовольственных цепочек и повышением значимости адаптации к внешним факторам нестабильности. Вместе с тем сохраняются институциональные ограничения, проявляющиеся в разном доступе различных категорий хозяйствующих субъектов к финансовым, инфраструктурным и информационным ресурсам, в несогласованности решений, принимаемых на различных уровнях управления, в противоречии между экономической эффективностью укрупнения агробизнеса и задачами социально сбалансированного развития сельских территорий. Это свидетельствует о том, что институциональные преобразования в АПК должны рассматриваться не как совокупность отдельных реформ, а как комплексный процесс изменения институциональной архитектуры агропродовольственной системы.

Несмотря на большое количество экономических исследований, посвященных аграрным реформам, земельным отношениям, государственному регулированию, кооперации, интеграции, развитию малых форм хозяйствования и цифровизации аграрной сферы, в научной литературе сохраняется методологическая разнородность подходов к анализу институциональных изменений в АПК. Более полно исследованы отдельные функциональные и отраслевые аспекты преобразований, тогда как вопросы их системной взаимосвязи, многоуровневого характера, соотношения формальных и неформальных

институтов, а также критериев оценки результативности остаются дискуссионными.

Недостаточная разработанность целостной теоретико-методологической концепции институциональных преобразований в АПК обуславливает необходимость дальнейшего научного осмысления данной проблемы.

Гипотеза исследования состоит в том, что устойчивое и сбалансированное развитие агропромышленного комплекса возможно при условии системных институциональных преобразований, охватывающих отношения собственности, механизмы государственного регулирования, формы хозяйственного взаимодействия, социальные и локальные институты, а также институты инновационного и цифрового развития; при этом результативность таких преобразований определяется не изолированным совершенствованием отдельных инструментов аграрной политики, а степенью согласованности формальных и неформальных институтов на макро-, мезо- и микроуровнях функционирования АПК.

Цель исследования заключается в развитии теоретико-методологических положений, раскрывающих сущность, структуру, уровни реализации и критерии результативности институциональных преобразований в агропромышленном комплексе.

В соответствии с поставленной целью в исследовании решены следующие задачи: обобщены основные научные подходы к исследованию институциональных изменений в аграрной сфере; определена степень разработанности проблемы институциональных преобразований в АПК и выявлены существующие исследовательские «пробелы»; уточнено содержание категории «институциональные преобразования в АПК»; выявлены основные структурные компоненты и уровни реализации институциональных преобразований; обоснованы методологические принципы их анализа и предложен подход к комплексной оценке их результативности; определены ключевые противоречия институциональной трансформации агропромышленного комплекса в современных условиях.

В теоретическом и прикладном отношении исследование ориентировано на формирование целостной методологической основы анализа институциональных преобразований в АПК, необходимой для дальнейшего совершенствования научных подходов к развитию аграрной политики, механизмов координации субъектов агропродовольственной системы и инструментов обеспечения устойчивого

развития сельского хозяйства и сельских территорий в современных условиях хозяйствования.

Материалы и методы

Исследование носит теоретико-методологический характер и направлено на выявление сущности, структуры и логики институциональных преобразований в агропромышленном комплексе. В связи с этим в качестве материала исследования использованы научные труды в области институциональной экономики [1; 2; 3 и др.], аграрной экономики [4; 5; 6 и др.], государственного регулирования [7; 8; 9 и др.], кооперации и агропромышленной интеграции [10; 11; 12 и др.], устойчивого развития сельских территорий [13; 14; 15; 16 и др.], а также работы, посвященные проблемам инновационной и цифровой трансформации АПК [17; 18; 19; 20 и др.].

В исследовании затронуты научные подходы, раскрывающие содержание институтов, механизмы институциональных изменений, особенности аграрных реформ, трансформацию отношений собственности, эволюцию форм хозяйствования и специфику координации интересов субъектов агропродовольственной системы. Использование данного круга источников позволило рассмотреть исследуемую проблему в междисциплинарном контексте и выявить степень ее научной разработанности.

Методологическую основу изыскания составили положения институционального и неинституционального подходов, позволяющие анализировать агропромышленный комплекс как систему формальных и неформальных институтов, регулирующих поведение хозяйствующих субъектов, механизмы распределения ресурсов и способы координации экономических интересов.

Важное значение имели также положения системного подхода, в рамках которого АПК рассматривается как сложная, иерархически организованная и функционально взаимосвязанная социально-экономическая система, а институциональные преобразования – как процесс изменения ее внутренней архитектуры. Для раскрытия долгосрочных последствий институциональных изменений использован воспроизводственный подход, ориентированный на анализ не только текущих экономических эффектов, но и устойчивости развития агропродовольственной системы, сбалансированности ее структурных элементов и способности к адаптации в изменяющихся условиях.

В процессе исследования применялись общенаучные и специальные методы. Методы анализа и

синтеза использовались для обобщения научных представлений об институтах, институциональной среде и механизмах институциональных преобразований в АПК. Метод научной абстракции позволил выделить сущностные характеристики институциональных преобразований, отвлекаясь от частных и ситуационных проявлений отдельных реформ и организационных изменений. Историко-логический метод применялся при рассмотрении эволюции научных подходов к исследованию аграрных преобразований, трансформации отношений собственности, кооперации и интеграции.

Сравнительный метод использован для сопоставления существующих научных трактовок и выявления различий в оценке направлений, эффектов и ограничений институциональных изменений в агропромышленном комплексе.

Систематизация научных источников осуществлялась с применением метода классификации и типологизации, что позволило выделить основные направления исследования институциональных преобразований в АПК, определить степень разработанности отдельных аспектов проблемы и выявить существующие методологические разрывы. Метод структурно-функционального анализа использован для обоснования основных компонентов институциональной архитектуры АПК, включая институты собственности, координации, государственного регулирования, социального взаимодействия, инновационного и цифрового развития. На основе проблемно-логического анализа были выявлены ключевые противоречия институциональных преобразований, связанные с соотношением формальных и неформальных институтов, экономической эффективности и социальной устойчивости, интеграции и конкурентности среды, технологической модернизации и институциональной доступности ресурсов развития.

Результаты

Проблематика институциональных преобразований в агропромышленном комплексе занимает важное место в современной экономической науке, находясь на пересечении институциональной теории, аграрной экономики, теории государственного регулирования, региональной экономики и концепций устойчивого развития. Междисциплинарный характер рассматриваемой научной проблемы предопределяет многообразие исследовательских подходов к ее раскрытию, что одновременно усложняет формирование целостной теоретико-методологической характеристики, позволяющей

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

раскрыть закономерности институциональной динамики АПК как сложной многоуровневой социально-экономической системы.

Теоретическая база исследования институциональных преобразований была сформирована в рамках классического институционализма и неoinституциональной теории [1; 2; 3 и др.]. В трудах представителей институционального направления были заложены исходные представления об институтах как о системе устойчивых норм, правил, ограничений и форм коллективного действия, регулирующих поведение экономических субъектов. Неoinституциональный подход существенно расширил аналитические возможности изучения институциональной среды за счет акцента на формальных и неформальных институтах, транзакционных издержках, контрактных отношениях, механизмах координации и институциональных изменениях. Применительно к АПК данные положения имеют особую значимость, поскольку позволяют рассматривать его не только как совокупность взаимосвязанных отраслей, но и как систему отношений собственности, обмена, распределения, управления и согласования интересов.

В аграрно-экономической литературе наибольшее развитие получили исследования, посвященные реформированию отношений собственности, трансформации земельных отношений, эволюции организационно-правовых форм хозяйствования, государственному регулированию аграрной сферы, кооперации и агропромышленной интеграции [9; 10; 11 и др.]. Значительное внимание уделяется анализу институциональных условий функционирования крупных агроформирований, фермерских хозяйств, кооперативных структур, а также механизмов государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. В рамках этих исследований раскрыто, что результаты развития АПК в значительной степени зависят не только от ресурсной обеспеченности и технологического уровня производства, но и от качества институциональной среды, определяющей доступ субъектов к земле, капиталу, инфраструктуре, рынкам сбыта и мерам государственной поддержки.

Большое количество научных работ связано с исследованием земельно-имущественных отношений как базового элемента институциональной структуры аграрной экономики. В этих исследованиях раскрыто, что характер распределения и использования земельных ресурсов, специфика прав собственности, устойчивость арендных отношений

и институциональные гарантии хозяйствующих субъектов оказывают прямое влияние на инвестиционную активность, воспроизводственные процессы и устойчивость аграрного производства. Вместе с тем в научной литературе отсутствует единообразие в оценке долгосрочных последствий институциональной трансформации отношений собственности. Наряду с положительными эффектами диверсификации форм хозяйствования и расширения экономической самостоятельности субъектов подчеркиваются риски чрезмерной концентрации ресурсов, усиления структурных диспропорций и ослабления социально-экономической основы сельских территорий.

Значимое место в научной дискуссии занимает проблематика кооперации и интеграции в АПК [9; 10; 11 и др.]. Исследователями доказано, что кооперационные механизмы способствуют снижению транзакционных издержек, повышению устойчивости малых и средних форм хозяйствования, расширению их доступа к рынкам, кредитным ресурсам и материально-технической базе.

Одновременно в исследованиях агропромышленной интеграции раскрываются преимущества вертикальной и горизонтальной координации, обеспечивающей целостность агропродовольственных цепочек, повышение управляемости хозяйственных процессов и экономии на масштабе. Однако вопрос о допустимых границах интеграции и концентрации в АПК остается дискуссионным, поскольку экономическая эффективность крупных интегрированных структур не всегда сочетается с задачами поддержания конкурентной среды, развития сельской кооперации и сохранения социальной устойчивости сельских территорий.

Еще одно важное направление научных исследований посвящено государственному регулированию агропромышленного комплекса [4; 6; 7 и др.]. В работах данного профиля рассматриваются инструменты бюджетной поддержки, кредитно-финансового обеспечения, налогового стимулирования, страхования, регулирования аграрных рынков и внешнеэкономических связей. В научных работах ученых данного направления обоснована определяющая роль государства в формировании институциональных условий развития АПК, особенно в части выравнивания межотраслевых диспропорций, поддержания инвестиционной активности, стимулирования модернизации и обеспечения продовольственной безопасности. Вместе с тем в ряде исследований государственное регулирование

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

анализируется преимущественно через применение только отдельных мер и инструментов, тогда как институциональная согласованность различных уровней управления, их координация и влияние на долгосрочную устойчивость агропромышленного комплекса исследованы недостаточно полно.

Можно резюмировать, что в последние годы в научной литературе усилилось внимание к проблемам инновационного развития и цифровизации АПК [17; 18; 19; 20 и др.]. Однако большинство публикаций в данном сегменте сосредоточено на технико-экономических, организационных и управленческих аспектах модернизации. При этом институциональная сущность цифровой трансформации агропромышленного комплекса, связанная с изменением правил доступа к информации, перераспределением функций между участниками агропродовольственной системы, трансформацией механизмов координации и контроля, раскрыта фрагментарно. Недостаточно разработанными остаются и вопросы институционального обеспечения инновационной активности субъектов АПК, включая формирование стимулов, институтов до-

верия, механизмов взаимодействия науки, бизнеса и государства.

Проведенный анализ научных исследований позволил выявить, что степень разработанности проблемы институциональных преобразований в АПК является значительной, однако неравномерной. Наиболее проработаны отдельные функциональные и отраслевые аспекты институциональной динамики: реформирование собственности, государственное регулирование, кооперация, интеграция, поддержка малых форм хозяйствования, развитие сельских территорий. В то же время значительно слабее разработаны и проработаны методологические вопросы системного анализа институциональных преобразований, их многоуровневой природы, взаимосвязи формальных и неформальных институтов, а также критериев оценки их результативности с позиций экономической, социальной и организационной устойчивости АПК.

На основании анализа научных изысканий предложена авторская систематизация основных направлений исследования институциональных преобразований в АПК (табл. 1).

Таблица 1. Основные направления исследований институциональных преобразований в АПК
 Table 1. The main research directions of institutional transformations in the agro-industrial complex

Направление исследований / The direction of research	Предмет научного исследования / The subject of scientific research	Основные научные результаты / Main scientific results	Нерешенные и дискуссионные вопросы / Unresolved and debatable issues
1	2	3	4
Теория институтов и институциональных изменений / Theory of institutions and institutional change	Сущность институтов, формальные и неформальные правила, механизмы институциональной динамики / The essence of institutions, formal and informal rules, mechanisms of institutional dynamics	Сформирован общий теоретический аппарат анализа институтов, транзакционных издержек и механизмов координации / A general theoretical framework for analyzing institutions, transaction costs, and coordination mechanisms has been developed	Не раскрыта специфика институциональных изменений применительно к АПК как межотраслевой системе / The specifics of institutional changes in relation to the agro-industrial complex as an intersectoral system have not been sufficiently disclosed
Аграрные реформы и трансформация отношений собственности / Agrarian reforms and transformation of property relations	Земельные отношения, приватизация, многоукладность, формы хозяйствования / Land relations, privatization, multiplicity, forms of management	Выявлено влияние институциональных преобразований собственности на мотивацию, инвестиции и структуру аграрного производства / The influence of institutional transformations of ownership on motivation, investments and the structure of agricultural production is revealed	Нет единого подхода к оценке долгосрочных последствий трансформации собственности для устойчивости АПК / A unified approach to assessing the long-term effects of property transformation on the sustainability of the agro-industrial complex has not been developed

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Продолжение таблицы 1 / Continuation of table 1

1	2	3	4
Государственное регулирование АПК / State regulation of agriculture	Механизмы господдержки, кредитование, налогообложение, аграрная политика / State support mechanisms, lending, taxation, agricultural policy	Обоснована ключевая роль государства в формировании институциональной среды и поддержке аграрного воспроизводства / The key role of the state in the formation of the institutional environment and support of agricultural reproduction is substantiated	Ограничены исследования по согласованности институтов регулирования на федеральном, региональном и локальном уровнях / The consistency of regulatory institutions at the federal, regional and local levels has been studied in detail
Кооперация и агропромышленная интеграция / Co-operation and agro-industrial integration	Сельскохозяйственная кооперация, вертикальная интеграция, агрохолдинги, цепочки создания стоимости / Agricultural cooperation, vertical integration, agricultural holdings, value chains	Доказана роль интеграции и кооперации в снижении транзакционных издержек и укреплении рыночных позиций субъектов / The role of integration and cooperation in reducing transaction costs and strengthening market positions of subjects is proved	Не изучен баланс между эффективностью интеграции и рисками усиления рыночной концентрации / The balance between the effectiveness of integration and the risks of increased market concentration has not been sufficiently studied
Малые формы хозяйствования и семейные фермы / Small-scale farming and family farms	Устойчивость малых хозяйств, доступ к ресурсам, институциональная поддержка / Sustainability of small farms, access to resources, institutional support	Определены ограничения развития малых форм хозяйствования, связанные с финансированием, рынками и инфраструктурой / The limitations of the development of small business forms related to financing, markets and infrastructure have been identified	Не раскрыты механизмы их включения в интегрированные агропродовольственные системы / The mechanisms of their inclusion in integrated agri-food systems are not sufficiently disclosed
Устойчивое развитие сельских территорий / Sustainable rural development	Социальные институты, занятость, качество жизни, демографическая устойчивость / Social institutions, employment, quality of life, demographic sustainability	Показана связь аграрного развития с социально-экономическим состоянием сельских территорий / The connection of agricultural development with the socio-economic condition of rural areas is shown	Не исследована взаимосвязь институциональных преобразований в АПК и воспроизводства сельского социума / The interrelation of institutional transformations in agriculture and reproduction of rural society has not been sufficiently investigated
Инновации и цифровизация в АПК / Innovation and digitalization in agriculture	Технологическая модернизация, цифровое управление, инновационная инфраструктура / Technological modernization, digital management, innovative infrastructure	Выявлена роль цифровизации в повышении эффективности аграрного производства и управления / The role of digitalization in increasing the efficiency of agricultural production and management is revealed	Фрагментарно раскрыта институциональная природа цифровой трансформации и ее последствия для перераспределения функций и экономической власти / The institutional nature of digital transformation and its consequences for the redistribution of functions and economic power are fragmentally revealed

1	2	3	4
Неформальные институты и локальные практики / Informal institutions and local practices	Доверие, традиции, неформальные нормы, хозяйственная культура / Trust, traditions, informal norms, economic culture	Подтверждено влияние неформальных факторов на результативность формальных реформ / The influence of informal factors on the effectiveness of formal reforms has been confirmed	Не разработаны подходы к оценке влияния неформальных институтов на развитие АПК / Insufficiently developed approaches to assessing the impact of informal institutions on the development of agriculture
Многоуровневое институциональное управление / Multilevel institutional management	Взаимодействие макро-, мезо- и микроуровней, институциональная координация / Interaction of macro, meso and micro levels, institutional coordination	Сформированы отдельные подходы к анализу вертикали управления в аграрной сфере / Separate approaches to the analysis of the vertical of management in the agricultural sector have been formed	Отсутствует целостная модель многоуровневых институциональных преобразований в АПК / There is no holistic model of multi-level institutional transformations in the agro-industrial complex

Источник: авторская разработка на основании списка источников

Систематизация научных исследований создает фундаментальную основу для анализа отдельных аспектов институциональных преобразований в агропромышленном комплексе, однако не обеспечивает в полной мере целостного понимания их содержания, структуры и механизмов реализации, так как результаты современных аграрных научных исследований преимущественно отражают либо отраслевые аспекты институциональных изменений, либо изучают отдельные инструменты регулирования, формы хозяйствования и направления модернизации. При этом сохраняется методологический дефицит в части комплексного рассмотрения институциональных преобразований как взаимосвязанного процесса изменения правил, норм, механизмов координации и согласования интересов субъектов АПК.

Недостаточная степень разработанности проблемы проявляется в следующих ключевых аспектах:

- отсутствует единый подход к трактовке категории «институциональные преобразования в АПК», что затрудняет сопоставимость научных результатов и выработку общих критериев анализа;

- институциональные изменения сравнительно редко рассматриваются одновременно на макро-, мезо- и микроуровнях, хотя именно их взаимосвязь определяет реальную траекторию развития агропромышленного комплекса;

- ограниченно исследована роль неформальных институтов, включая хозяйственные практики, доверие, традиции и локальные нормы взаимодействия, которые в аграрной сфере нередко определяют фактическую результативность формальных реформ;

- требует раскрытие противоречий между экономической эффективностью укрупнения агробизнеса и задачами социально ориентированного развития сельских территорий;

- сохраняется дефицит методологических разработок, позволяющих оценивать результативность институциональных преобразований не только с позиций экономического эффекта, но и с точки зрения устойчивости, инклюзивности и воспроизводственной сбалансированности развития АПК.

Можно резюмировать, что степень разработанности проблемы институциональных преобразований в агропромышленном комплексе следует оценивать как значительную по объему накопленных знаний, но недостаточную в части формирования целостной теоретико-методологической концепции. Это предопределяет необходимость дальнейших исследований, направленных на уточнение сущности институциональных преобразований в АПК, выявление их структурных компонентов, уровней реализации, внутренних противоречий и критериев результативности.

В этой связи в рамках настоящего исследования институциональные преобразования в агропромышленном комплексе предлагается понимать как системный процесс изменения формальных и неформальных институтов, регулирующих отношения собственности, хозяйствования, распределения ресурсов, межсубъектного взаимодействия, государственного воздействия и воспроизводства социально-экономических связей в агропродовольственной системе. В отличие от узких трактовок, сводящих

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

институциональные преобразования преимущественно к реформам нормативно-правовой базы или организационно-экономическим изменениям, предложенный подход позволяет рассматривать их как многослойную трансформацию всей институциональной архитектуры АПК.

Уточнение сущности институциональных преобразований позволяет выделить их основные структурные компоненты, в частности, институты:

- собственности и распоряжения ресурсами, прежде всего землей, капиталом, инфраструктурой и результатами хозяйственной деятельности;

- координации и хозяйственного взаимодействия, включающие контрактные отношения, кооперацию, интеграцию, механизмы вертикального и горизонтального согласования интересов;

- государственного регулирования, определяющие правила распределения поддержки, доступ к финансовым инструментам, параметры контроля, стимулирования и ответственности;

- социальные и локальные, выражающиеся в устойчивых практиках доверия, хозяйственной культуре, неформальных нормах взаимодействия, влияющих на фактическую результативность формальных преобразований;

- инновационного и цифрового развития, обеспечивающие модернизацию механизмов управления, информационного обмена и технологической координации.

Принципиально важным научным результатом является вывод о многоуровневом характере институциональных преобразований в АПК, которые реализуются на макроуровне – через государственную аграрную политику, систему правового регулирования и общенациональные механизмы поддержки, а на мезоуровне – через региональные и отраслевые институты управления, территориальные формы организации агробизнеса, инфраструктурные и кооперационные механизмы. На микроуровне – через трансформацию поведения конкретных хозяйствующих субъектов, их контрактных отношений, организационных моделей, стратегий адаптации и воспроизводства. Именно несогласованность этих уровней во многих случаях снижает эффективность институциональных преобразований и приводит к воспроизводству структурных дисбалансов в АПК.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что институциональные преобразования в АПК имеют противоречивый характер. С одной стороны, они направлены на повышение эффектив-

ности производства, снижение транзакционных издержек, стимулирование инвестиционной активности, развитие интеграционных связей и внедрение инноваций. С другой стороны, при отсутствии институционального баланса они могут сопровождаться усилением концентрации ресурсов, асимметрией рыночной власти, вытеснением малых форм хозяйствования, ослаблением кооперационных начал и углублением социально-экономической дифференциации сельских территорий. Следовательно, оценка институциональных преобразований не может ограничиваться только экономическими показателями производительности или рентабельности; она должна учитывать более широкий воспроизводственный контекст.

В методологическом отношении анализ институциональных преобразований в АПК должен базироваться на ряде принципов. К числу таких принципов, по нашему мнению, относятся:

- системность – предполагающая рассмотрение АПК как целостной совокупности взаимосвязанных институтов;

- многоуровневость – отражающая необходимость анализа взаимосвязи макро-, мезо- и микроуровней;

- историзм – позволяющий учитывать преемственность институтов и инерционность их изменения;

- согласованность формальных и неформальных институтов, поскольку именно их взаимодействие определяет фактическую реализуемость реформ;

- воспроизводственный подход – ориентирующий исследование не только на текущую эффективность, но и на долгосрочную устойчивость агропродовольственной системы;

- инклюзивность – предполагающая оценку преобразований с точки зрения вовлеченности различных групп субъектов хозяйствования и их доступа к ресурсам развития.

Как логическое следствие нами предложено рассматривать результативность институциональных преобразований в АПК по нескольким взаимосвязанным критериальным блокам.

Первый блок образуют экономические критерии, характеризующие влияние институтов на эффективность использования ресурсов, инвестиционную активность, устойчивость хозяйствования и снижение транзакционных издержек.

Второй блок составляют организационно-управленческие критерии, отражающие степень со-

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

гласованности участников агропродовольственной системы, качество координации, предсказуемость правил и устойчивость хозяйственных связей.

Третий блок включает социальные критерии, связанные с развитием занятости, сохранением сельского образа жизни, устойчивостью сельских территорий и качеством воспроизводства человеческого капитала.

Четвертый блок образуют инновационно-адаптационные критерии, показывающие способность институциональной среды обеспечивать модернизацию, цифровую трансформацию и адаптацию АПК к внешним вызовам. Такой подход позволяет перейти от узкоэкономического понимания эффективности институциональных преобразований к их комплексной оценке.

Институциональные преобразования в АПК следует трактовать не как линейную последова-

тельность реформ, а как процесс реконфигурации институциональной архитектуры, в котором изменяются не только отдельные правила и механизмы регулирования, но и сами способы координации интересов государства, бизнеса, кооперативных структур, малых форм хозяйствования и сельских сообществ. В этом контексте ключевое значение приобретает не столько наличие формальных институтов, сколько степень их реальной встроенности в хозяйственную практику и способность обеспечивать устойчивое, социально сбалансированное и технологически ориентированное развитие агропромышленного комплекса.

Обсуждение

Для систематизации ключевых аспектов обсуждения были выделены основные противоречия институциональных преобразований в АПК и направления их возможного научного разрешения.

Таблица 2. Ключевые противоречия институциональных преобразований в АПК и направления их научной интерпретации

Table 2. The key contradictions of institutional transformations in agriculture and the directions of their scientific interpretation

Ключевое противоречие / The key contradiction	Содержание противоречия / The content of the contradiction	Научное значение для анализа АПК / Scientific significance for the analysis of agriculture	Направление методологического разрешения / The direction of methodological resolution
1	2	3	4
Формальные институты – неформальные практики / Formal institutions – informal practices	Нормативно закрепленные правила часто не согласованы с фактическими механизмами хозяйственного поведения / Normative rules often differ from the actual mechanisms of economic behavior	Объясняет различия в результативности одних и тех же реформ в разных условиях / The differences in the effectiveness of the same reforms under different conditions are explained	Анализ согласованности правовых, организационных и поведенческих институтов / Analysis of the coherence of legal, organizational, and behavioral institutions
Экономическая эффективность – социальная устойчивость / Economic efficiency – social sustainability	Укрупнение и интеграция повышают производи- тельность, но могут ослаблять позиции малых хозяйств и сельских территорий / Enlargement and integration increase productivity, but may weaken the position of small farms and rural areas	Позволяет оценивать преобразования не только по критерию рентабельно- сти, но и по воспроизвод- ственным последствиям / It allows you to evaluate transformations not only by the criterion of profitability, but also by the reproductive consequences	Использование комплексных критериев оценки институциональных преобразований / Using comprehensive criteria for assessing institutional transformations

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Окончание таблицы 1 / End of table 1

1	2	3	4
Централизация управления – региональная и локальная специфика / Centralization of management – regional and local specifics	Унифицированные решения не всегда учитывают неоднородность условий аграрного развития / Unified solutions do not always take into account the heterogeneity of agricultural development conditions	Показывает пределы универсальных моделей аграрной политики / Shows the limits of universal models of agricultural policy	Многоуровневый подход к анализу институтов и механизмов координации / A multi-level approach to the analysis of institutions and coordination mechanisms
Интеграция – конкурентность среды / Integration – competitiveness of the environment	Вертикальная и горизонтальная интеграция повышает координацию, но способна усилить рыночную концентрацию / Vertical and horizontal integration increases coordination, but it can enhance market concentration	Выявляет риски асимметрии экономической власти в агропродовольственных цепочках / The risks of asymmetry of economic power in agri-food chains are revealed	Баланс анализа кооперационных эффектов и рисков институциональной монополизации / The balance of analysis of cooperative effects and risks of institutional monopolization
Технологическая модернизация – институциональная доступность / Technological modernization – institutional accessibility	Новые технологии и цифровые платформы повышают эффективность, но неравномерно доступны различным субъектам / New technologies and digital platforms increase efficiency, but are unevenly available to different actors	Позволяет выявить институциональные ограничения модернизации / Allows you to see the institutional limitations of modernization	Анализ доступа к данным, инфраструктуре, финансированию и мерам поддержки / Analysis of access to data, infrastructure, financing and support measures
Краткосрочный экономический эффект – долгосрочная воспроизводственная устойчивость / Short-term economic effect – long-term reproductive stability	Быстрый рост отдельных сегментов АПК не всегда означает устойчивое развитие агропродовольственной системы в целом / The rapid growth of individual segments of the agro-industrial complex does not always mean the sustainable development of the agro-food system as a whole	Смещает акцент с текущих результатов на долгосрочные последствия / The focus is shifting from current results to long-term consequences	Применение воспроизводственного и стратегического подходов / Application of reproductive and strategic approaches

Источник: авторская разработка на основании списка источников

Представленные противоречия показывают, что институциональные преобразования в АПК не могут рассматриваться как линейный процесс последовательного совершенствования хозяйственной системы. Их содержание определяется столкновением разнонаправленных интересов, различием целевых установок субъектов, неравномерностью распределения ресурсов и неоднородностью территориальных условий. Именно поэтому обсуждение результатов приводит к выводу о необходимости

перехода от узкосекторального анализа институциональных изменений к исследованию институциональной архитектуры АПК как пространства взаимодействия государства, бизнеса, кооперативных форм, малых производителей и сельских сообществ.

Заключение

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие обобщающие положения. Во-первых, институциональные преобразования в АПК представляют собой системную и многоуров-

В-четвертых, научное осмысление институциональных преобразований требует комплексного методологического подхода, сочетающего институциональный, воспроизводственный и многоуровневый анализ.

Такой подход расширяет традиционные представления об институциональных изменениях в АПК и позволяет рассматривать их как важнейший фактор устойчивости, сбалансированности и долгосрочной результативности аграрного развития.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

15. Касимов А. А., Проваленова Н. В. Взаимосвязь развития аграрного производства и сельских территорий // Современная экономика: проблемы и решения. 2024. № 3 (171). С. 37–46. EDN KYSHKN.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

16. Трубилин А. И., Мельников А. Б., Тюпаков К. Э., Полутина Т. Н. Устойчивое развитие АПК и сельских территорий России в современных геоэкономических условиях // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 115. С. 5–12. EDN XHLWDK.
17. Шибанов К. С., Лосев А. Н. Анализ предпосылок использования методов бережливого производства // Экономика и предпринимательство. 2019. № 7 (108). С. 199–201. EDN LHKBQN.
18. Виниченко В. А., Жильцов С. А., Суслов С. А. Конкуренция как имманентная характеристика эффективности предприятия // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 10 (57). С. 418–419. EDN XNJFPV.
19. Завиваев Н. С., Шамин Е. А. Реструктуризация и развитие рынка инфокоммуникационных услуг в условиях конкурентной среды // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2015. № 1 (10). С. 47–49. EDN TQIKAB.
20. Антипов А. В., Игумнов Д. А., Сартаков М. В., Попович А. Э. Современные методологии разработки отраслевого программного обеспечения // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. 2018. С. 10–13. EDN XSYVLV.

Дата поступления статьи в редакцию 03.02.2026; одобрена после рецензирования 05.03.2026;
принята к публикации 06.03.2026.

Информация об авторе:

А. О. Кузьмина – к.э.н., доцент кафедры «Государственное и муниципальное управление», Spin-код: 3260-8825.

REFERENCES

1. Kovalenko Iu. N., Ulez'ko A. V. Metodologicheskie aspekty strukturizatsii institutsional'noi sredy agroprodovol'stvennogo kompleksa [Methodological aspects of structuring the institutional environment of the agri-food complex], *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Agrarian University], 2024, vol. 17, No. 2 (81), pp. 126–135, EDN FEFNSM.
2. Shanin S. A. Teoreticheskie podkhody k identifikatsii institutsional'nykh interesov v sel'skokhoziaistvennom zemlepol'zovanii [Theoretical approaches to identification of institutional interests in agricultural land use], *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khoziaistve* [Economics, Labor, Management in Agriculture], 2025, No. 10-2 (129), pp. 133–141, EDN LFKCAG.
3. Kulov A. R., Sandu I. S., Bondarenko T. G., Ryzhenkova N. E. Instituty razvitiia i ikh rol' v stanovlenii tekhnologicheskogo uklada v APK [Development institutions and their role in the formation of technological paradigm in AIC], *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: Economics, Management], 2025, No. 9, pp. 39–48, EDN NEUCAB.
4. Mitin S. G., Shamin A. E., Provalenova N. V., Sysoev G. V., Naumov S. S., Klimova A. V. Vliianie demograficheskoi situatsii na sel'skikh territoriiakh na vosproizvodstvo chelovecheskogo kapitala v agrarnom sektore ekonomiki [Impact of the demographic situation in rural areas on the reproduction of human capital in the agricultural sector], *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: Politics, Economics, Law], 2023, No. 7 (120), pp. 74–85, EDN LJQJFI.
5. Ponomareva N. V. Organizatsiia ekonomicheskikh vnutrikhoziaistvennykh otnoshenii v agrofirmah: teoreticheskie osnovy, praktika realizatsii, uchet [Organization of internal economic relations in agricultural firms: theoretical foundations, practice, accounting], Orel, 2004, 23 p., EDN ZNPCVX.
6. Sheresheva M. Iu., Oborin M. S., Shimuk O. V. Razrabotka napravlenii diversifikatsii sel'skoi ekonomiki v regionakh Rossii s uchetom potentsiala malykh gorodov [Development of directions for diversification of rural economy in Russian regions considering small towns potential], *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Perm University Herald. Series: Economics], 2017, vol. 12, No. 4, pp. 632–648, EDN ZXFQEL.
7. Denisova Zh. A. Organizatsionnaia kul'tura organov gosudarstvennoi vlasti [Organizational culture of public authorities], *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta priborostroeniia i informatiki. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki* [Bulletin of Moscow State University of Instrument Engineering and Informatics. Series: Socio-economic Sciences], 2010, No. 30, pp. 67–75, EDN RULXDP.
8. Kapitonov I. A. Innovatsionno-orientirovannyi energeticheskii bazis formirovaniia natsional'noi konkurentosposobnosti v usloviakh perekhoda k shestomu tekhnologicheskomu ukladu [Innovation-oriented energy basis of competitiveness in conditions of transition to the sixth technological paradigm],

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

national competitiveness formation in transition to the sixth technological paradigm], *Vestnik ekonomicheskoi integratsii* [Bulletin of Economic Integration], 2012, No. 2, pp. 58–62, EDN PBRIBR.

9. Iakovenko N. V., Shilov Iu. M. Model' razvitiia agroturizma – «maloe semeinoe khoziaistvo» [Model of agritourism development – «small family farm»], *Ekonomika. Upravlenie. Pravo* [Economics. Management. Law], 2010, No. 5, pp. 35–37.

10. Mesiats A. A., Murav'eva M. V. Obzorno-teoreticheskie i pravovye aspekty problematiki izucheniia sel'skokhoziaistvennykh proizvodstvennykh kooperativov [Review-theoretical and legal aspects of studying agricultural production cooperatives], *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khoziaistve* [Economics, Labor, Management in Agriculture], 2025, No. 12 (131), pp. 125–139, EDN XODKOS.

11. Pisareva E. A. Sel'skokhoziaistvennaia kooperatsiia v Nizhegorodskoi oblasti: tekushchee sostoianie, problemy i perspektivy razvitiia [Agricultural cooperation in the Nizhny Novgorod region: current state, problems and prospects], *Innovatsii i investitsii* [Innovations and Investments], 2025, No. 5, pp. 512–514, EDN JGKFAS.

12. Zazimko V. L., Sedykh N. V. Analiz sostoiianiia i problemy ustoichivogo razvitiia sel'skikh territorii Krasnodarskogo kraia [Analysis of the state and problems of sustainable development of rural areas of Krasnodar Krai], *Regional'naia ekonomika: teoriia i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice], 2019, vol. 17, No. 7 (466), pp. 1316–1334, EDN ECHVFD.

13. Zazimko V. L., Zima E. Iu. Monitoring struktury kapitala sel'skokhoziaistvennykh organizatsii kak osnova minimizatsii finansovogo riska [Monitoring of capital structure of agricultural organizations as a basis for financial risk minimization], *V mire nauchnykh otkrytii* [In the World of Scientific Discoveries], 2013, No. 11-9 (47), pp. 99–106, EDN RWWGVV.

14. Tret'iak V. P., Sagina O. A. Importozameshchenie v kontekste razvitiia tekhnologicheskikh ukladov [Import substitution in the context of technological paradigms development], *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2016, No. 10-2 (75), pp. 459–464, EDN WXRKCF.

15. Kasimov A. A., Provalenova N. V. Vzaimosviaz' razvitiia agrarnogo proizvodstva i sel'skikh territorii [Interrelation of agricultural production and rural territories development], *Sovremennaiia ekonomika: problemy i resheniia* [Modern Economy: Problems and Solutions], 2024, No. 3 (171), pp. 37–46, EDN KYSHKN.

16. Trubilin A. I., Mel'nikov A. B., Tiupakov K. E., Polutina T. N. Ustoichivoe razvitie APK i sel'skikh territorii Rossii v sovremennykh geoeconomicheskikh usloviakh [Sustainable development of AIC and rural areas of Russia in modern geo-economic conditions], *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of Kuban State Agrarian University], 2024, No. 115, pp. 5–12, EDN XHLWDK.

17. Shibanov K. S., Losev A. N. Analiz predposylok ispol'zovaniia metodov berezhlivogo proizvodstva [Analysis of prerequisites for using lean production methods], *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], 2019, No. 7 (108), pp. 199–201, EDN LHKBN.

18. Vinichenko V. A., Zhil'tsov S. A., Suslov S. A. Konkurentsiiia kak immanentnaia kharakteristika effektivnosti predpriiatiia [Competition as an immanent characteristic of enterprise efficiency], *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii* [Competitiveness in the Global World: Economics, Science, Technology], 2017, No. 10 (57), pp. 418–419, EDN XNJFPV.

19. Zavivaev N. S., Shamin E. A. Restrukturizatsiia i razvitie rynka infokommunikatsionnykh uslug v usloviakh konkurentnoi sredy [Restructuring and development of the infocommunication services market in a competitive environment], *Azimut nauchnykh issledovani: ekonomika i upravlenie* [Azimuth of Scientific Research: Economics and Management], 2015, No. 1 (10), pp. 47–49, EDN TQIKAB.

20. Antipov A. V., Igumnov D. A., Sartakov M. V., Popovich A. E. Sovremennye metodologii razrabotki ot-raslevogo programmogo obespecheniia [Modern methodologies for development of industry-specific software], *Sovremennye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii, nauke i promyshlennosti* [Modern Information Technologies in Education, Science and Industry], 2018, pp. 10–13, EDN XSYVLV.

The article was submitted 03.02.2026; approved after reviewing 05.03.2026; accepted for publication 06.03.2026.

Information about the author:

A. O. Kuzmina – Ph. D. (Economy), Associate Professor of the Department of State and Municipal Management, Spin-code: 3260-8825.

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-123-133

EDN ZWNETP



Специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики и перспективные направления развития производства сельскохозяйственной продукции в них

Надежда Владимировна Овчинникова^{1✉}, Иван Георгиевич Генералов²

^{1, 2} Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Россия

¹ fedorova.nadez@yandex.ru ✉

² ivan.generalov.91@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2195-8640>

Аннотация

Введение. Малые формы хозяйствования аграрного сектора экономики имеют важное значение для народного хозяйства страны, о чём свидетельствует сложившаяся структура производства сельскохозяйственной продукции в разрезе категорий хозяйств (около трети валового производства) и что обуславливает актуальность данной темы исследования. В рамках данного исследования целью является определение специфических особенностей функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики и выявление перспективных направлений развития производства сельскохозяйственной продукции в них.

Материалы и методы. Материалами для данного исследования послужили работы, связанные с оценкой состояния и тенденций развития малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики, региональными особенностями их развития, спецификой сельскохозяйственного производства и разработкой инструментов развития малых форм хозяйствования. Авторами использовалась нотация моделирования бизнес-процессов «Процедура», реализуемая в программном продукте Microsoft Visio.

Результаты. В процессе исследования авторами на основе критического анализа ряда источников по данной теме исследования были выделены специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики, которые были объединены в четыре группы: производственно-технологические, организационно-управленческие, институциональные, а также рыночные и сбытовые.

Обсуждение. Авторами выявлены основные направления развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области (перепрофилирование производства; выстраивание технологических цепочек с крупным бизнесом, кооперация; аграрная контрактация; выстраивание дополнительных профилей деятельности) и разработана схема их реализации.

Заключение. Предложенные авторами направления развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области ориентированы на реализацию комплексного подхода к их поддержке.

Ключевые слова: аграрный сектор экономики, малые формы хозяйствования, направления развития, сельское хозяйство, сельскохозяйственная продукция, сельскохозяйственное производство, специфика производства

Для цитирования: Овчинникова Н. В., Генералов И. Г. Специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики и перспективные направления развития производства сельскохозяйственной продукции в них // Вестник НГИЭИ. 2026. № 4 (179). С. 123–133. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-123-133. EDN ZWNETP.

© Овчинникова Н. В., Генералов И. Г., 2026



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Specific features of the functioning of small forms of farming in the agricultural sector of the economy and promising directions for the development of agricultural production in them

Nadezhda V. Ovchinnikova^{1✉}, Ivan G. Generalov²

^{1,2} Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Knyaginino, Russia

¹ fedorova.nadez@yandex.ru✉

² ivan.generalov.91@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2195-8640>

Abstract

Introduction. Small forms of economic management of the agricultural sector of the economy are important for the national economy of the country, as evidenced by the existing structure of agricultural production in terms of categories of farms (about a third of gross production), and which determines the relevance of this research topic. Within the framework of this study, the goal is to determine the specific features of the functioning of small forms of farming in the agricultural sector of the economy and to identify promising areas for the development of agricultural production in them.

Materials and methods. The materials for this study were works related to the assessment of the state and trends in the development of small forms of farming in the agricultural sector of the economy, regional features of their development, the specifics of agricultural production and the development of tools for the development of small forms of farming. The authors used the «Procedure» business process modeling notation implemented in the Microsoft Visio software product.

Results. In the process of research, the authors, based on a critical analysis of a number of sources on this topic, identified the specific features of the functioning of small forms of farming in the agricultural sector of the economy, which were combined into four groups: production and technological, organizational and managerial, institutional, as well as market and marketing.

Discussion. The authors identified the main directions of development of agricultural production in small forms of management of the Nizhny Novgorod region (re-profiling of production; building technological chains with big business, cooperation; agricultural contracting; building additional profiles of activities) and developed a scheme for their implementation.

Conclusion. The directions proposed by the authors for the development of agricultural production in small forms of management of the Nizhny Novgorod region are focused on the implementation of an integrated approach to their support.

Keywords: agricultural sector of the economy, small business, directions of development, agriculture, agricultural products, agricultural production, specifics of production

For citation: Ovchinnikova N. V., Generalov I. G. Specific features of the functioning of small forms of farming in the agricultural sector of the economy and promising directions for the development of agricultural production in them // Bulletin NGIEI. 2026. № 4 (179). P. 123–133. DOI: 10.24412/2227-9407-2026-4-123-133. EDN ZWNETP.

Введение

В современных экономических условиях всё большую значимость для развития производства сельскохозяйственной продукции приобретают малые формы хозяйствования, к которым следуют относить личные подсобные и крестьянские (фермерские) хозяйства и иные хозяйствующие субъекты. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики в Российской Федерации, в этих категориях хозяйств формируется 99 % производства мёда, 85,5 % настрига шерсти, 75,6 % валового сбора картофеля, 39,1 % надоя молока 31,4 %

валового сбора зерна и 18,7 % выращенного скота и птицы на убой (в живом весе). Также практика сельскохозяйственного производства показывает, что малые формы хозяйствования являются более гибкими, чем крупные сельхозтоваропроизводители, т. к. им проще диверсифицировать свою деятельность, а значит, и нивелировать санкционное давление, что позитивно сказывается на продовольственной безопасности страны.

Несмотря на это, малые формы хозяйствования аграрного сектора экономики имеют свои, присущие только им специфические особенности

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

функционирования, которые, с одной стороны, выступают барьерами их развития (учет которых необходим при разработке адресных мер государственной поддержки), а с другой – являются важным конкурентным преимуществом. Вышеотмеченные тенденции развития малых форм хозяйствования предопределяют актуальность исследования вопросов, связанных с особенностями их функционирования, а также необходимость формирования перспективных направлений, способствующих росту производства сельскохозяйственной продукции, и соответствующих инструментов их реализации.

Целью данного исследования является определение специфического характера функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики и обоснование перспективных направлений развития сельхозпроизводства в них (применительно к условиям Нижегородской области).

Материалы и методы

В ходе выявления специфических особенностей функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики авторами был проведен критический анализ ряда научных исследований по данной теме. Во-первых, следует отметить работы, связанные с оценкой состояния и тенденций развития данных категорий хозяйств, а именно А. Н. Адуковой [1], (детально описано современное состояние хозяйств населения). А. Г. Малова и В. И. Савкина [2], (выявлены точки роста малых форм хозяйствования в аграрном секторе экономики Российской Федерации), И. А. Минакова [3], А. С. Сайгаданова, В. И. Калюка, Т. А. Запрудской, Е. В. Горбачёва, В. С. Пыла [4], О. Я. Старковой [5] (определены основные тенденции развития малых форм хозяйствования на федеральном уровне).

Внимание региональным особенностям развития малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики уделено в работах И. А. Минакова и А. Ю. Сытова [6] (опыт Тамбовской области), А. В. Миненко и М. В. Селиверстова [7] (опыт Республики Хакасия), А. А. Никитиной, Э. Р. Мухаметзяновой и др. [8] (опыт Республики Башкортостан), А. В. Печёнкина [9] (опыт Владимирской области), Н. В. Решетниковой и М. Е. Кадомцевой [10] (опыт Саратовской области).

Проблемы развития непосредственно сельскохозяйственного производства, в том числе и в рассматриваемых категориях хозяйств, описаны в работах А. Н. Адуковой и М. Ю. Козоры [11] (рассмотрены особенности сельскохозяйственного про-

изводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах), Н. В. Калеева и Н. Н. Кучина [12] (отраслевые особенности производства молока), Е. А. Котелевской, М. И. Тумановой и К. В. Дещенко [13] (вопросы переработки продукции животноводства), С. А. Суслова и О. Н. Филипповой [14] (отраслевые особенности возделывания зерновых культур), И. М. Чупиной и Н. Н. Симачковой [15] (производство экологически чистой продукции).

Немаловажное значение имеют и исследования, связанные с разработкой инструментов развития малых форм хозяйствования. В частности, Р. Х. Адуков [16] приводит аргументированные доводы развития контрактации, В. Д. Гончаров [17] – некооперативных форм рыночной интеграции малых форм хозяйствования, Ж. Н. Моисеенко [18] – совершенствования кооперативных связей, Е. Е. Тюрин [19], В. А. Брыков [19], М. А. Мартояс [19] и В. П. Черданцев [20] акцентируют внимание на механизме государственной поддержки.

При формировании схемы реализации направлений развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области авторами использовалась нотация моделирования бизнес-процессов «Процедура» в программном продукте Microsoft Visio.

Результаты

Малые формы хозяйствования формируют около трети валового производства сельскохозяйственной продукции и имеют ряд специфических особенностей функционирования, предопределяющих для них особые формы развития с учетом специфики их функционирования: имеются ограничения, связанные с масштабами производства, сложности выхода на рынки сбыта сельскохозяйственной продукции и приобретения необходимых ресурсов (малые формы хозяйствования ввиду своих размеров не могут закупать семена высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур крупными партиями, а приобретение их в небольших объемах значительно дороже либо невозможно; сложность приобретения высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных заключается в проблемах их транспортировки до ферм и отсутствии компетенций у глав малых форм хозяйствования по их подбору и содержанию), недостаточная техническая оснащённость и неэффективное использование своего потенциала развития, мелкоконтурность земледелия, поликомпетентность хозяйствующего субъекта, что делает малые формы

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

хозяйствования более уязвимыми к внешним рискам, но в то же время обеспечивает им гибкость, возможность быстрой адаптации к рыночным изменениям.

Отдельной особенностью функционирования характеризуется процесс получения государственной поддержки малыми формами хозяйствования. Среди 6 видов поддержек (грант на реализацию проектов КФХ «Агростартап», гранты на развитие начинающего фермера; семейных ферм; материально-технической базы сельскохозяйственных потребительских кооперативов; сельского туризма; субсидии на возмещение части затрат, понесённых в текущем финансовом году СПоК) отмечаем следующие особенности получения: необходимость взятия кредита 60 % от стоимости проекта, условия трудоустройства сотрудников на определенный срок, опыт трехлетнего функционирования в качестве крестьянско-фермерского хозяйства.

Данные особенности способствуют тому, что поддержку может получить ограниченное количество производителей сельскохозяйственной продукции, особенно на начальном этапе функционирования.

В современных исследованиях и практике государственного регулирования недостаточно учтены специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики. Существующие подходы, как правило, носят универсальный характер и ориентированы преимущественно на крупные агропромышленные организации, что не позволяет в полной мере способствовать развитию малых форм хозяйств. В связи с этим выделены группы особенностей функционирования малых форм хозяйствования (производственно-технологические, организационно-управленческие, институциональные, рыночные и бытовые), представленные в таблице 1.

Таблица 1. Специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики

Table 1. Specific features of the functioning of small businesses in the agricultural sector

Группы специфических особенностей, присущих малым формам хозяйствования / Groups of specific features inherent in small forms of business	Специфические особенности, присущие малым формам хозяйствования / Specific features of small business units	Характеристика / Characteristic
1	2	3
Производственно-технологические / Production and technological	Мелкоконтурность земледелия / Small-scale agriculture	Ограниченная площадь земельных участков, затрудняющая применение энергонасыщенной сельскохозяйственной техники / Limited land area, which makes it difficult to use energy-saturated agricultural machinery
	Слабое техническое оснащение сельскохозяйственного производства / Poor technical equipment of agricultural production	Высокие издержки на внедрение высокопроизводительной сельскохозяйственной техники / High costs of introducing high-performance agricultural machinery
	Ограниченная доступность ресурсов / Limited resource availability	Сложности с приобретением семян высокоурожайных сортов картофеля (например, Немчиновская 57, Московская 39 и др.), зерна (например, Асия, Ласунок и др.) и овощей, а также высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных из-за малых объемов закупок / Difficulties with the acquisition of seeds of high-yielding varieties of potatoes (for example, Nemchinovskaya 57, Moskovskaya 39, etc.), grain (for example, Asia, Lasunok, etc.) and vegetables, as well as highly productive breeds of farm animals due to small volumes of purchases

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Окончание таблицы 1 / End of table 1

1	2	3
Организационно-управленческие / Organizational and management	Поликомпетентность хозяйствующего субъекта / Business entity polycompetency	Работник в данных категориях хозяйств совмещает несколько функций и должен знать сущность технологических процессов и уметь вести предпринимательскую деятельность / An employee in these categories of farms combines several functions and must know the essence of technological processes and be able to conduct entrepreneurial activity
	Недоиспользование производственного потенциала / Underutilization of production capacity	Отсутствие механизмов реализации производственного потенциала в полной мере / Lack of mechanisms to realize the full potential of production
Институциональные / Institutional	Нормативно-правовые ограничения \деятельности / Regulatory Constraints	Ограничение в обороте капитала и количестве трудоустроенных сотрудников ввиду установленных законодательными актами рамок / Limitation in the turnover of capital, the number of employed employees, due to the framework established by legislative acts
	Ограниченность поддержки на начальном этапе функционирования / Limited start-up support	Программы государственной поддержки не дифференцированы по агроклиматическим зонам и профилю производства (не носят адресный характер); существуют жесткие формальные критерии / State support programs are not differentiated by agroclimatic zones and production profile (not targeted); there are strict formal criteria
Рыночные и сбытовые / Market and sales	Производство премиальной продукции / Production of premium products	Больше возможностей для развития производства сельскохозяйственной продукции, относящейся к премиальному сегменту (органически чистой продукции, альтернативных видов животноводства), не требующих больших объемов производства / More opportunities to develop the production of agricultural products belonging to the premium segment (organically clean products, alternative types of animal husbandry) that do not require large production volumes
	Ограниченные каналы сбыта / Restricted distribution channels	Отсутствие прямых каналов сбыта; реализация малых объемов продукции, не соответствующих требованиям сети ритейла / No direct distribution channels; sales of small volumes of products that do not meet the requirements of the retail network

Источник: составлено авторам

Учет специфических особенностей функционирования определяет барьеры развития производства малых форм хозяйствования, а также позволяет сформировать прикладной инструментарий, который может быть напрямую использован при разработке региональных программ развития и траекторий развития отдельных хозяйств.

Сформированные нами специфические особенности функционирования малых форм хозяйствования будут служить основой для формирования основных направлений развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области.

Обсуждение

Главной задачей развития малых форм хозяйствования является создание устойчивой и конкурентоспособной среды для эффективного функционирования аграриев. В качестве перспективных для малых форм хозяйствования предлагается использовать 4 основных направления развития производства сельскохозяйственной продукции (перепрофилирование производства; выстраивание технологических цепочек с крупным бизнесом, кооперация; аграрная контрактация; выстраивание дополнительных профилей деятельности), преимущества и недостатки которых приведены в таблице 2.

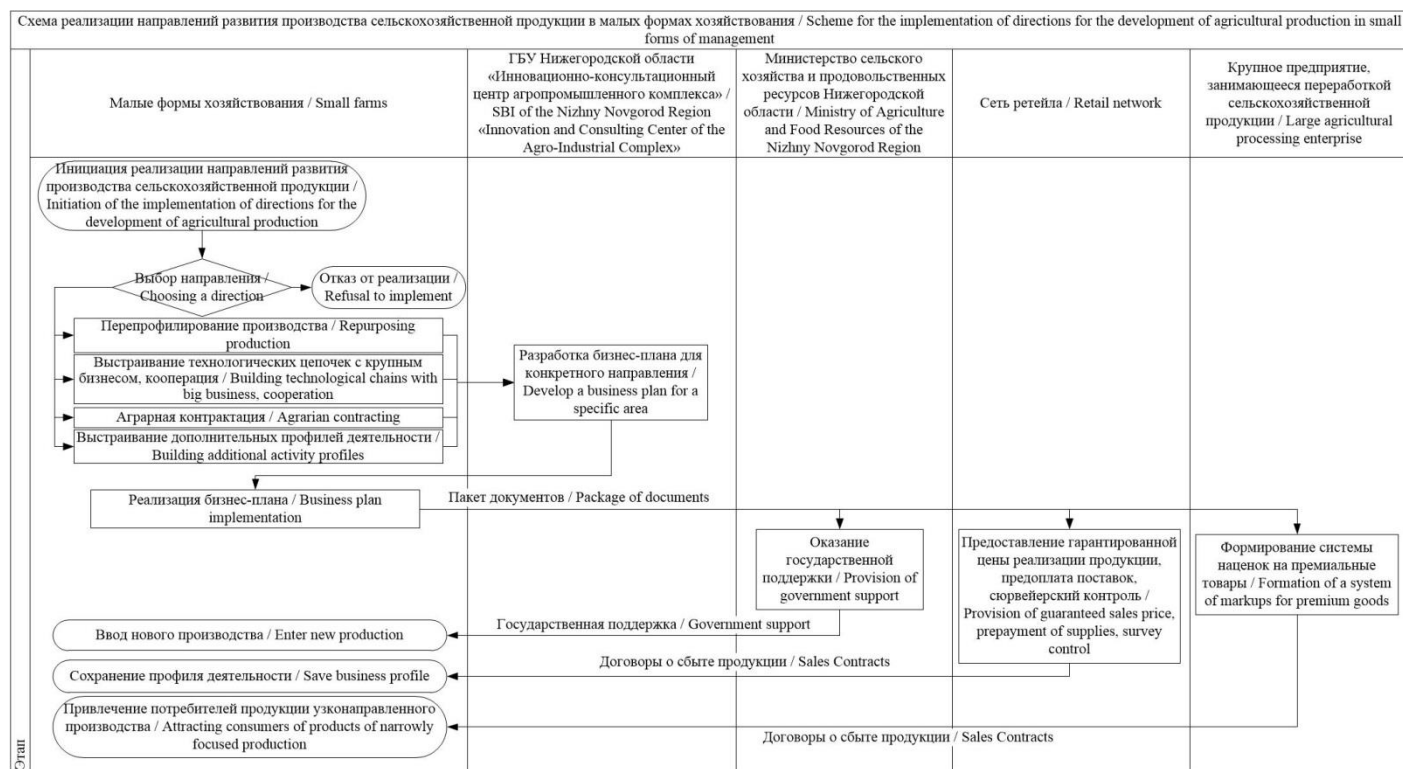
REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS

Таблица 2. Основные направления развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области
 Table 2. The main directions of development of agricultural production in small forms of management of the Nizhny Novgorod region

Направление / Direction	Преимущества / Advantages	Недостатки / Shortcomings
Перепрофилирование производства / Repurposing production	- расширение круга потребителей сельскохозяйственной продукции / expanding the range of consumers of agricultural products; - создание востребованной сельскохозяйственной продукции / creation of demanded agricultural products; - субсидирование развития производства необходимой Нижегородской области сельскохозяйственной продукции / subsidizing the development of production of agricultural products that are not required by the Nizhny Novgorod region	- высокие риски при освоении производства новой сельскохозяйственной продукции / high risks in the development of new agricultural products; - необходимо наличие свободных финансовых и материальных ресурсов / availability of free financial and material resources is required
Выстраивание технологических цепочек с крупным бизнесом, кооперация / Building technological chains with big business, cooperation	- организованный совместный сбыт сельскохозяйственной продукции / organized joint sale of agricultural products; - высокий уровень наценки на сельскохозяйственную продукцию премиального сегмента / high margins on premium agricultural products; - обеспечение импортозамещения высококачественной сельскохозяйственной продукции премиального сегмента / ensuring import substitution of high-quality agricultural products of the premium segment	- узконаправленное производство сельскохозяйственной продукции / narrowly focused agricultural production; - ограниченность масштабов валового производства сельскохозяйственной продукции / limited gross agricultural output
Аграрная контрактация / Agrarian contracting	- сбыт сельскохозяйственной продукции по гарантированным ценам / sale of agricultural products at guaranteed prices; - предоставление поддержки производителям с.-х. продукции (предоплата поставок, авансирование инвестиционных проектов, агрономическая поддержка, сурвейский контроль) / providing support to agricultural producers (prepayment of supplies, advance payment of investment projects, agricultural support, survey control)	- пассивная позиция сельхозтоваропроизводителя, ожидание внимания сетевого ретейла / passive position of agricultural producer, waiting attention network retail
Выстраивание дополнительных профилей деятельности / Building additional activity profiles	- малозатратные изменения в функционировании малых форм хозяйствования аграрного сектора экономики / low-cost changes in the functioning of small forms of farming in the agricultural sector of the economy; - получение дополнительных доходов за счёт расширения реализуемых видов деятельности, связанных с сельскохозяйственным производством / obtaining additional income by expanding the types of activities implemented related to agricultural production; - обеспечение занятости работников вне производственного цикла / ensuring employment of employees outside the production cycle	- отсутствие опыта работы в рамках аграрной контрактации / lack of experience in the framework of agrarian contracting; - сложность выхода на новые сельскохозяйственные рынки / difficulty in entering new agricultural markets; - рост издержек на сертификацию и лицензирование новых видов сельскохозяйственной деятельности / increase in costs for certification and licensing of new types of agricultural activities

Источник: составлено авторами

влияющие на развитие, а также существующие барьеры развития, в том числе связанные с предоставлением и реализацией государственной поддержки, так и вопросы, связанные с планированием оптимальных параметров производства и использованием потенциала развития (рисунок 1).



Источник: составлено авторами с использованием источника¹

Функции, реализуемые консультационным блоком, предполагается возложить на ГБУ Нижегородской области «Инновационно-консультационный центр агропромышленного комплекса», который будет реализовать те функции, которые ему вверены уже сейчас, в том числе и связанные с сопровождением, общим консультированием и помощью в подготовке необходимой документации.

Задачей данных направлений развития производства в малых формах хозяйствования является создание устойчивой и конкурентоспособной среды для эффективного функционирования аграриев. Реализация данных направлений позволит ускорить принятие организационно-управленческих решений, направленных на обеспечение роста сельскохо-

зяйственного производства в данных категориях хозяйств.

Заключение

Сформированные нами направления развития производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования Нижегородской области (перепрофилирование производства; выстраивание технологических цепочек с крупным бизнесом, кооперация; аграрная контрактация; выстраивание дополнительных профилей деятельности) ориентированы на реализацию комплексного под-

хода к их поддержке. Практическое применение данных направлений позволит увеличить объем производства сельскохозяйственной продукции в малых формах хозяйствования региона.

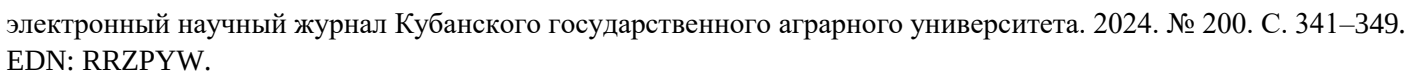
В дальнейшем следует разработать действенный организационно-экономический механизм, учитывающий обозначенные авторами перспективные направления развития малых форм хозяйствования, что приведет к устранению сдерживающих их барьеров.

Примечания:

¹ Министерство сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcx-ppov.ru> (дата обращения 16.01.2026 г.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Адукова А. Н. Хозяйства населения: состояние и роль в современных условиях // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 10 (92). С. 99–109. EDN: ITOKEW.
2. Малов А. Г., Савкин В. И. Современное состояние и точки роста малых форм хозяйствования в аграрном секторе экономики России // Вестник аграрной науки. 2022. № 4 (97). С. 103–111. EDN: OOSNMC.
3. Минаков И. А. Состояние и тенденции развития малых форм хозяйствования в аграрной экономике // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 10. С. 63–68. EDN: WCECOI.
4. Сайганов А. С., Калюк В. И., Запрудская Т. А., Горбачева Е. В., Пыл В. С. Современное состояние функционирования малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве Российской Федерации // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси. 2022. № 50. С. 240–250. EDN: XEPMGP.
5. Старкова О. Я. Развитие малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2021. № 7 (210). С. 93–100. EDN: FTDFMT.
6. Минаков И. А., Сытова А. Ю. Развитие малых форм хозяйствования в аграрной экономике Тамбовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2025. № 4 (83). С. 185–190. EDN: DUUNCW.
7. Миненко А. В., Селиверстов М. В. Инструменты и проблемы государственной поддержки и развития малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве Республики Хакасия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 3-1 (97). С. 76–79. EDN: SNZSIK.
8. Никитина А. А., Мухаметзянова Э. Р., Юлдыбаев Б. Р., Княгинина Г. В., Нурлыгаянова А. М. Региональный ресурсный потенциал малых форм хозяйствования в сфере сельского хозяйства Республики Башкортостан // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2021. № 1 (65). С. 20. EDN: EDPCPB.
9. Печенкин А. В. Тенденции и перспективы развития малых форм хозяйствования в АПК Владимирской области // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 6 (50). С. 381–385. EDN: IWIGEF.
10. Решетникова Н. В., Кадомцева М. Е. Проблемы и перспективы развития малых форм хозяйствования мясопродуктового подкомплекса (на примере Саратовской области) // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова. 2025. № 4. С. 331–339. EDN: KFMXOU.
11. Адукова А. Н., Казора М. Ю. Вклад крестьянских (фермерских) хозяйств в обеспечение продовольственной безопасности России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 11. С. 75–80. EDN: AECXDO.
12. Калеев Н. В., Кучин Н. Н. Формирование интеграционных отношений производителей молока и молокоперерабатывающих организаций на основе моделирования сырьевых зон // Фундаментальные исследования. 2015. № 10-2. С. 372–377. EDN: ULEKYZ.
13. Котелевская Е. А., Туманова М. И., Дещенко К. В. К вопросу совершенствования переработки побочных продуктов животноводства в условиях малых форм хозяйствования АПК // Политематический сетевой



- Дата поступления статьи в редакцию 10.02.2026; одобрена после рецензирования 04.03.2026;
принята к публикации 05.03.2026.

Н. В. Овчинникова – старший преподаватель кафедры «Сервис», Spin-код: 4673-3491;
И. Г. Генералов – д.э.н., профессор кафедры «Сервис», Spin-код: 3763-1273.

Овчинникова Н. В. – сбор и обработка материалов, подготовка текста статьи.
Генералов И. Г. – анализ и дополнение текста статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

1. Abrjandina V. V. Razvitie mal'kh form hoz'jajstvovanija na osnove organizacii sel'skogo turizma [Development of small forms of management based on the organization of rural tourism], *Agrarnaja nauka [Agrarian science]*, 2015, No. 6. pp. 27–29. EDN: TZEXDP.

1. Adukova A. N. Hozyajstva naseleniya: sostoyanie i rol' v sovremennyh usloviyah [Households: state and role in modern conditions], *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve* [Economy, labor, management in agriculture], 2022, No. 10 (92), pp. 99–109, EDN: ITOKEW.

2. Malov A. G., Savkin V. I. Sovremennoe sostoyanie i tochki rosta malyh form hozyajstvovaniya v agrarnom sektore ekonomiki Rossii [The current state and growth points of small forms of farming in the agricultural sector of the Russian economy], *Vestnik agrarnoj nauki* [Bulletin of Agrarian Science], 2022, No. 4 (97), pp. 103–111, EDN: OOSNMC.

3. Minakov I. A. Sostoyanie i tendencii razvitiya malyh form hozyajstvovaniya v agrarnoj ekonomike [State and trends in the development of small business in the agricultural economy], *Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij* [Economics of agricultural and processing enterprises], 2020, No. 10, pp. 63–68, EDN: WCECOL.

4. Sajganov A. S., Kalyuk V. I., Zaprudskaya T. A., Gorbacheva E. V., Pyl V. S. Sovremennoe sostoyanie funkcionirovaniya mal'kh form hozyajstvovaniya v sel'skom hozyajstve Rossijskoj Federacii [The current state of functioning of small forms of farming in agriculture of the Russian Federation], *Ekonomicheskie voprosy razvitiya*

- 132

19. Tyurin E. E., Brykov V. A., Martoyas M. A. Mekhanizmy gosudarstvennoj podderzhki malyh form hozhaystvovaniya v agrarnom sektore [Mechanisms of state support for small forms of farming in the agricultural sector], *Innovacionnaya ekonomika: informaciya, analitika, prognozy* [Innovative economy: information, analytics, forecasts], 2025, No. 7, pp. 195–202. EDN: JPABWU.

20. Cherdancev V. P. Neobhodimost' sovershenstvovaniya form i metodov gosudarstvennoj podderzhki malyh form hozyajstvovaniya v agropromyshlennom komplekse [The need to improve the forms and methods of state support for small business in the agro-industrial complex], *Elektronnoe setevoe izdanie «Mezhdunarodnyj pravovoj kur'er»* [Electronic network publication «International Legal Courier»], 2024, No. 3, pp. 135–138, EDN: NPQCGN.

Information about the authors:

I. G. Generalov – Dr. Sci. (Economy), professor of the chair «Service», Spin-code: 3763-1273.

Contribution of the authors:

Ovchinnikova N. V. – collection and processing of materials, writing of the draft.

Generalov I. G. – analysing and supplementing the text.

The authors declare no conflicts of interests.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Уважаемые коллеги!

Научный журнал «Вестник НГИЭИ» приглашает к сотрудничеству!

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ» публикует статьи
по научным отраслям и группам специальностей:**

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);

**4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение
агропромышленного комплекса (технические науки);**

5.2.3 Региональная и отраслевая экономика (экономические науки).

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

1. Редакция принимает к публикации материалы на русском и английском языке по темам, соответствующим основным научным направлениям журнала. Статьи принимаются в течение года и при условии положительных результатов экспертизы включаются в очередной номер журнала.

2. В журнале публикуются статьи, отличающиеся высокой степенью научной новизны, теоретической и практической значимости. В статье должны быть изложены основные научные результаты исследования, которые должны быть оригинальными, ранее нигде не публиковавшимися. Авторами статей могут быть ученые-исследователи, докторанты, аспиранты, соискатели.

3. Научная структура статьи должна состоять из элементов, отвечающих следующим параметрам:

- постановка научной проблематики исследования (раскрывается актуальность исследования в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами);
- анализ признанных и современных исследований (публикаций), в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор. Выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы;
- формирование целей исследования (постановка задания);
- изложение основного материала публикации с полным обоснованием полученных научных результатов;
- выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления;
- список литературы;
- статья должна быть написана на хорошем английском или русском языке в четком стиле изложения.

4. В структуре основного текста статьи следует четко выделять, с указанием по тексту, следующие составные части (формат IMRAD):

1. Введение (Introduction).
2. Материалы и методы (Materials and Methods).
3. Результаты (Results).
4. Обсуждение (Discussion).
5. Заключение (Conclusions).

5. Авторы предоставляют рукописи статьи с сопроводительным письмом и справкой о подтверждении обучения в аспирантуре (для аспирантов) в редакцию журнала по адресу: 606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица Октябрьская 22а, кабинет 202 и на электронный адрес (ngieipc@gmail.com).

Электронная версия публикации должна состоять из двух файлов. Первый содержит текст статьи с подробной информацией об авторах, второй – сопроводительное письмо. Файлы должны иметь следующие структуру названия:

первый – Фамилия_статья_город (например: Максимов_статья_Мичуринск);

второй (Сопроводительное письмо) – Фамилия_СП_город (например: Максимов_СП_Мичуринск).

Подробные требования к оформлению статей и материалов на сайт представлены в разделе «Правила оформления» официального сайта журнала www.vestnik.ngiei.ru.

Файлы, инфицированные вирусами, не обрабатываются и не принимаются к опубликованию.

6. Поступившие в редакцию материалы регистрируются (в течение 3-х дней, автору (авторам) по электронной почте высылается подтверждение о получении статьи) и рассматриваются редакцией журнала на соответствие выполнения требований по оформлению статьи.

Если статья соответствует правилам оформления, то она проходит двойное слепое рецензирование членами редколлегии и двумя анонимными внешними рецензентами. Средний срок рецензирования составляет 2 месяца.

При рецензировании оцениваются следующие аспекты:

- соответствие тематике журнала;
- последовательность и логичность изложения;
- компактность и наглядность иллюстративного материала;
- использование научных терминов;
- степень структурированности материала статьи;*;
- степень оригинальности и новизны результатов исследований;
- теоретическое и практическое значение работы;
- обоснованность выводов, представленных в статье.

7. Статья принимается или отклоняется на основании заключений рецензентов и решения главного редактора. Для проверки статьи на оригинальность редакция может использовать соответствующие электронные ресурсы.

Уникальность статьи должна быть более 75 % (то есть 75 % материалов статьи ранее не должны были быть опубликованы). Для предварительной проверки уникальности можно использовать электронный ресурс <http://text.ru>, для проверки статьи на плагиат можно использовать электронный ресурс <http://www.antiplagiat.ru>.

8. Статьи, получившие положительные рецензии и принятые к публикации редакцией, ставятся в очередь публикаций. На усмотрение редколлегии статьи русскоязычных авторов могут быть опубликованы на английском языке, о чем авторы получают своевременное уведомление и присылают в редакцию профессионально переведенные на английский язык статьи.

9. Статьи, не соответствующие условиям публикации и требованиям к оформлению, не рассматриваются.

10. Все поступающие на рассмотрение рукописи статей, соответствующие тематике журнала и прошедшие проверку на плагиат и уникальность, направляются на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию и публикации по тематике рецензируемой статьи.

11. Рецензент оценивает актуальность статьи, ее методологическую обоснованность, научную достоверность, практическую значимость, готовит (при необходимости) замечания и предложения по улучшению качества статьи и делает свой экспертный вывод о возможности (невозможности) публикации статьи на страницах журнала: «рекомендуется», «рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков» или «не рекомендуется».

12. Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, то она направляется автору с предложением учесть рекомендации при подготовке нового варианта статьи. Датой поступления статьи в данном случае считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

13. Авторам статей направляются копии рецензий, а в случае отклонения статьи от публикации – мотивированный отказ (основные причины отклонения статей – отсутствие научной новизны, низкая оригинальность, несоответствие научной сфере журнала).

14. По соответствующему запросу копии рецензий направляются в Министерство образования и науки Российской Федерации.

15. Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение 5 лет.

16. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией.

17. Плата за публикацию рукописей не взимается.

18. Авторское право. Предоставляя статьи и материалы к ней на сайт, автор принимает следующие условия:

- автор передает авторское право на указанную выше статью журналу «Вестник НГИЭИ». Передача авторского права подразумевает передачу эксклюзивного права на воспроизведение, опубликование, распространение и архивирование статьи и материалов к ней в любой форме, включая перепечатку, перевод, фотокопирование, электронную форму (онлайн и офлайн) либо любую другую форму и вступает в силу в случае принятия статьи к публикации. Автор сохраняет за собой право использовать статью в своей научной деятельности, включив опубликованную в журнале статью в научные труды со ссылкой на первоначально опубликованную в журнале версию. Редакция журнала получает право вносить изменения в текст и материалы статьи в соответствии с требованиями к публикации в журнале;

- статья и материалы к ней являются оригинальными, ранее не публиковавшимися. Если статья ранее уже была опубликована, автор обязан уведомить об этом редакцию и предоставить письменное согласие держателя авторских прав на повторную публикацию;

- статья не представлена для публикации в другом издании и не будет опубликована в будущем;

- автор вправе передать статьи и материалы к ней от имени других соавторов.

19. Открытый доступ. Ко всем опубликованным статьям предоставляется бесплатный открытый доступ на сайтах www.vestnik.ngie.ru, www.elibrary.ru, www.cyberleninka.ru непосредственно после опубликования их печатной версии, то есть 12 раз в год.

20. Защита персональных данных. Редакция журнала гарантирует использование персональных данных, которые автор указал о себе на сайте, исключительно для оформления статьи и связи с автором. Данные автора не будут переданы третьим лицам.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПУБЛИКУЕМЫХ СТАТЕЙ

Форматирование основного текста

1. Текст должен быть набран в Microsoft Word и сохранен в файле, только с расширением (.rtf или doc.).
2. Формат страницы – А4 (книжный).
3. Поля: верхнее и нижнее – по 10 мм; правое и левое – 12,5 мм.
4. Абзацный отступ – 1,0 см.
5. Абзацный интервал (перед и после) – 0 пт.
6. Шрифт – *Times New Roman*, обычный; размер кегля (символов) – 11 пт.
7. Межстрочный интервал – множитель 1,1.
8. Автоматическая расстановка переносов, с шириной зоны переноса слов – 0,25 см.
9. Номер страницы располагается внизу от центра.

Объем статьи

От 0,35 до 1,0 авторского (учетно-издательского) листа – 14–40 тыс. знаков (с пробелами). Аннотация, ключевые слова, литература в подсчете не учитываются.

Требования и структура публикуемой статьи (согласно ГОСТ Р 7.0.7–2021)

Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:

1. **Шифр специальности**, которой соответствует статья, согласно номенклатуре ВАК.
2. **Тип статьи** – научная статья, обзорная статья, редакционная статья, дискуссионная статья, персоналии, редакторская заметка, рецензия на книгу, рецензия на статью, спектакль и т. п., краткое сообщение (размещается слева).
3. **Индекс универсальной десятичной классификации (УДК)** – слева, обычным шрифтом; индекс УДК должен соответствовать заявленной теме; если тема комплексная, то используются несколько индексов УДК разделенных знаком двоеточия (:).

Для определения УДК можно использовать следующие ссылки:

- <http://teacode.com/online/udc/>
- <http://www.naukapro.ru/metod.htm>.

4. **Заголовок** (название) статьи – по центру, без отступов, первое приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной (кроме собственных имён, общепринятых аббревиатур и т. п.). В конце заглавия статьи точку не ставят. Заголовок должен кратко и четко отражать содержание статьи, ее тематику и результаты проведенного научного исследования.

5. Основные сведения об авторе (по левому краю) содержат:
 - имя, отчество, фамилию автора(ов) (полностью);
 - наименование организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.);
 - адрес организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (город и страна);
 - электронный адрес автора (e-mail);
 - открытый идентификатор учёного (Open Researcher and Contributor ID – ORCID) (при наличии).
 Адрес организации (учреждения), где работает или учится автор, может быть указан в полной форме. Электронный адрес автора приводят без слова «e-mail», после электронного адреса точку не ставят. ORCID приводят в форме электронного адреса в сети «Интернет». В конце ORCID точку не ставят. Наименование организации (учреждения), её адрес, электронный адрес и ORCID автора отделяют друг от друга запятыми.

В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учёбы), указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью надстрочных цифровых обозначений.

Если у статьи несколько авторов, то имена авторов приводят в принятой ими последовательности. Сведения о месте работы (учёбы), электронные адреса, ORCID авторов указывают после имён авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений. Если у авторов одно и то же место работы, учёбы, то эти сведения приводят один раз.

Если авторов более четырёх, на первой полосе статьи допускается приводить имена, отчества в форме инициалов и фамилии авторов. Имена, отчества в полной форме и фамилии, а также электронные адреса, ORCID авторов помещают в этом случае в конце статьи вместе с дополнительными сведениями об авторах. При этом указывают отдельной строкой после сведений о местах работы одного из авторов, ответственного за переписку (Например: *Автор, ответственный за переписку: Иванов Иван Иванович, IvanIvanich@yahoo.fr*).

Автор, ответственный за переписку, и его электронный адрес обозначаются условным изображением конверта (✉).

Сведения об авторе(ах) повторяют на английском языке после заглавия статьи на английском языке. Имя и фамилию автора (авторов) приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, – до двух букв). Например: *Sergey Yu. Petrov*.

6. **Аннотация (Abstract)** (200–250 слов) – краткое содержание статьи. Структура аннотации должна иметь формат IMRAD (Введение. ... Материалы и методы. ... Результаты. ... Обсуждение. ... Заключение. ... (Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion).

7. **Ключевые слова** (словосочетания) должны соответствовать теме статьи и отражать её предметную, терминологическую область. Не используют обобщённые и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты.

Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 3 и больше 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «**Ключевые слова:**» («**Keywords:**»), и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят.

8. **Благодарности (Acknowledgments)** и(или) **Финансирование (Funding)** (при наличии) – в этом разделе упоминаются люди и организации, помогавшие автору(-ам) подготовить статью и(или) оказавшие финансовую поддержку.

9. **Знак охраны авторского права (©)** приводят по ГОСТ Р 7.0.1 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (-ов) или других правообладателей и года публикации статьи.

10. **Основной текст статьи.** Структура статьи должна соответствовать требованиям, указанным на сайте журнала www.vestnik.ngie.i.ru, в разделе «Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей».

Основной текст статьи может быть структурирован и состоять из следующих частей:

- введение;
- текст статьи (с выделением разделов «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение» и др.);
- заключение.

Допускается деление основного текста статьи на тематические рубрики и подрубрики.

Надписи и подписи к иллюстративному материалу приводят на языке текста статьи и, как правило, повторяют на английском языке.

Основной текст статьи в издании может быть только на одном языке. Смешивать в одной статье текст на двух языках не допускается.

11. Если в тексте статьи автор ссылается на данные Интернет-источников, ГОСТы и др. данные, которые не могут быть включены в перечень затекстовых библиографических ссылок (**Список источников**), то ссылки на них располагается после основного текста статьи с предшествующим словом «**Примечания:**» и связывают с текстом знаками выноски. Подобные примечания оформляются согласно ГОСТ Р 7.0.5.

12. **Список источников** – оформляется по ГОСТ Р 7.0.5. «Библиографическая ссылка». Список источников формируется в порядке упоминания в тексте и должен содержать не менее 20 оригинальных источников, представляющих собой научные труды, включенные в глобальные российские и международные базы цитирования (РИНЦ, Web of science, Scopus). **Не допускается включение в список источников ссылок, представляющих собой данные Интернет-сайтов, справочники, ГОСТы, учебники и т. п.** На каждый должна быть ссылка в тексте статьи с указанием страницы заимствования текста (например [2, с. 53]). Порядковый номер источников должен проставляться вручную.

Дополнительно приводят перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице («References») согласно выбранному стилю оформления перечня затекстовых библиографических ссылок, принятому в зарубежных изданиях.

Правила оформления списка литературы и транслитерации представлены на официальном сайте журнала www.vestnik.ngie.i.ru, в разделе «Правила оформления списка литературы и транслитерации».

13. Дополнительные сведения об авторе (авторах) могут содержать:

– полные имена, отчества и фамилии, электронные адреса и ORCID авторов, если они не указаны на первой полосе статьи;

– учёные звания;

– учёные степени;

– другие, кроме ORCID, международные и российские идентификационные номера авторов (Spin-код, ResearcherID (Web of Science), Scopus ID, AuthorID).

Сведения об учёной степени и звании автора могут быть даны в сокращённой форме.

Дополнительные сведения об авторе (авторах) приводят с предшествующими словами «Информация об авторе (авторах)» («Information about the author (authors)») и указывают в конце статьи после «Списка источников» на русском и английском языках.

доктор экономических наук	Dr. Sci. (Economy)	доктор физико-математических наук	Dr. Sci. (Physics and Mathematics)
кандидат экономических наук	Ph. D. (Economy)	доктор политических наук	Dr. Sci. (Political Science)
доктор философских наук	Dr. Sci. (Philosophy)	кандидат политических наук	Ph. D. (Political Science)
кандидат философских наук	Ph. D. (Philosophy))	доктор социологических наук	Ph. D. (Sociology)
доктор юридических наук	Dr. Sci. (Law)	кандидат социологических наук	Dr. Sci. (Sociology)
профессор	professor	кандидат математических наук	Ph. D. (Mathematics)
кандидат психологических наук	Ph. D. (Psychology)	доцент	associate professor
доктор психологических наук	Dr. Sci. (Psychology)	кандидат технических наук	Ph. D. (Engineering)
кандидат педагогических наук	Ph. D. (Pedagogy)	доктор технических наук	Dr. Sci. (Engineering)
доктор педагогических наук	Dr. Sci. (Pedagogy)	доктор медицинских наук	Dr. Sci. (Medicine)

14. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Этим сведениям предшествуют слова «**Вклад авторов:**» («**Contribution of the authors:**»). После фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста и т. д.).

Примеры вкладов соавторов статьи указаны в представленной таблице.

научное руководство	research supervision
общее руководство проектом	managed the research project
формулирование основной концепции исследования	developed the theoretical framework
проведение критического анализа материалов и формирование выводов	critical analysis of materials; formulated conclusions
поиск аналитических материалов в отечественных и зарубежных источниках	search for analytical materials in Russian and international sources
подготовка текста статьи	writing of the draft
проведение анализа и подготовка первоначальных выводов	analysis and preparation of the initial ideas
анализ полученных результатов	analyzed data
концепция и инициация исследования	developed the concept, initiated the research
критический анализ и доработка текста	critical analyzing and editing the text
сбор и обработка материалов	collection and processing of materials
подготовка первоначального варианта текста	preparation of the initial version of the text
написание окончательного варианта текста	writing the final text
осуществление критического анализа и доработка текста	critical analysis and revision of the text
участие в обсуждении материалов статьи	participation in the discussion on topic of the article
анализ и дополнение текста статьи	analyzing and supplementing the text
развитие методологии	methodology development
разработка исследовательского инструментария (анкеты)	devising research tools (questionnaires)
визуализация / представление данных в тексте	visualization / presentation of the data in the text
сбор данных и доказательств	collecting data and evidence
проведение экспериментов	implementation of experiments
подготовка литературного обзора	reviewing the relevant literature
постановка научной проблемы статьи и определение основных направлений ее решения	formulated the problem of the article and defined the main methods of solution
обозначение методологической основы исследования	specified a methodological basis of the study
оформление таблиц с результатами исследования	designed tables with results of the study
создание проекта исследовательской модели	created the draft of research model
статистическая обработка эмпирических данных	performed statistical processing of empirical data
оформление результатов исследования в графиках	put results of the study in diagrams
перевод на английский язык	translation in to English
совместное осуществление анализа научной литературы по проблеме исследования	carried out the analysis of scientific literature in a given field
решение организационных и технических вопросов по подготовке текста	solved organizational and technical questions for the preparation of the text
верстка и форматирование работы	made the layout and the formatting of the article

15. Сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов и детализацию такого конфликта в случае его наличия приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Если в статье приводят данные о вкладе каждого автора, то сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов указывают после них.

Например:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Рисунки, схемы, диаграммы, фотографии

Иллюстрации должны быть представлены в растровом или векторном формате с разрешением не ниже 300 dpi. Они должны допускать редактирование текста и возможность изменения размеров. Иллюстрациям присваивается порядковый номер (например: «Рис. 1. Структура численности ...»). Название рисунка пишется по центру (без абзачного отступа), обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове. Строкой ниже размещается название рисунка на английском языке (Fig. 1. The structure of the number ...). Все надписи внутри рисунка должны дублироваться на английском языке через косую черту. Все графические данные помещаются в текст статьи, а также высылаются дополнительно в виде отдельных файлов. Разнохарактерные иллюстрации необходимо приводить к единому стилю графического исполнения, соблюдая единообразие их оформления. Графики, схемы и диаграммы необходимо оформлять в Microsoft Excel.

Под названием рисунка следует указывать источник происхождения данных рисунка (Источник: составлено автором/составлено автором на основании данных .../разработано автором). Если при разработке рисунков автор использовал Интернет-источники, то ссылки на них располагается после основного текста статьи в виде затекстовых сносок.

Пример оформления рисунка

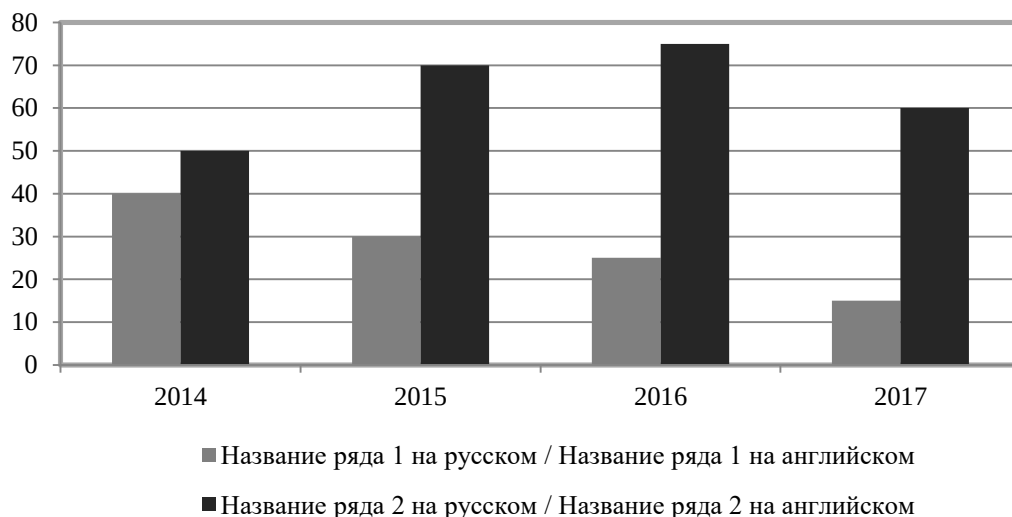


Рис. 1. Название на русском

Fig. 2. Название на английском

Источник: составлено автором на основании данных ...

Таблицы

Название таблицы размещается слева (без абзачного отступа) с указанием ее порядкового номера (например «Таблица 1. Экономическая эффективность ...»). Название таблицы пишется обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове. Строкой ниже размещается название таблицы на английском языке (Table 1. Economic efficiency ...). Весь текст в таблице в каждой ячейке дублируется на английском языке через косую черту.

Под таблицей следует указывать источник происхождения данных рисунка (Источник: составлено автором/составлено автором на основании данных). Если при разработке таблиц автор использовал Интернет-источники, то ссылки на них располагается после основного текста статьи в виде затекстовых сносок.

Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается.

Пример оформления таблицы

Таблица 1. Название на русском

Table 1. Название на английском

Название на русском / Название на английском	Название на русском / Название на английском
Текст на русском / Текст на английском	Текст на русском / Текст на английском
Текст на русском / Текст на английском	Текст на русском / Текст на английском

Источник: составлено автором на основании данных ...

Формулы

Набор формул осуществляется только в текстовом редакторе Microsoft Equation или MathType.

Нумерация формул – сквозная, арабскими цифрами, справа в конце строки, в круглых скобках. Нумеровать нужно только те формулы, на которые есть ссылка в основном тексте статьи.

Размер символов в формуле должен соответствовать 10 размеру основного текста.

Длина формул не должна превышать 80 мм.

Латинские символы набираются курсивом, греческие – прямым шрифтом, кириллица не допускается.

Пример оформления статьи

5.2.3

Научная статья

УДК 331

Методика оценки величины человеческого капитала*Сергей Александрович Суслов^{1✉}, Иван Георгиевич Генералов²*^{1,2}Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Россия¹ nccmail4@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-1189-8023>² ivan.generalov.91@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2195-8640>**Аннотация****Введение.** Статья посвящена количественной оценке величины человеческого капитала специалистов-управленцев в сельскохозяйственных организациях.**Материалы и методы.** Рассматриваются различные определения человеческого капитала, в том числе сформулированные российскими учеными, анализируются общие требования, предъявляемые к методике оценки данного вида ресурса ...**Результаты.** ...**Обсуждение.** ...**Заключение.** ...

(Объем аннотации 200–250 слов).

Ключевые слова: бухгалтерская отчетность, выручка от продажи продукции, животноводство, материальные затраты, нелинейная зависимость, оценка, регрессионная функция, сельскохозяйственные организации, человеческий капитал. (Объем 3–15 слов или словосочетаний).**Благодарности:** ...**Финансирование:** ...**Assessment method value human capital***Sergey A. Suslov^{1✉}, Ivan G. Generalov²*^{1,2}Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino, Russia¹ nccmail4@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0003-1189-8023>² ivan.generalov.91@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2195-8640>**Abstract****Introduction.** This article is devoted to a quantitative assessment of size of the human capital of experts-managers in the agricultural organizations.**Materials and Methods.** Various definitions of the human capital are considered; including stated by Russian scientists, the general requirements shown to a procedure of an assessment of the given type of a resource are analyzed. Major problems of a quantitative assessment of the human capital are studied ...**Results.** ...**Discussion.** ...**Conclusion.** ...**Keywords:** the accounting reporting, the receipt of production, animal industries, material inputs, nonlinear dependence, assessment, regressive function, the agricultural organizations, the human capital.**Acknowledgments:** ...**Funding:** ...**Введение**

Современная экономика характеризуется высокой скоростью изменчивости, что вынуждает руководителей и управленцев сельскохозяйственных организаций быстрее реагировать на изменения во внешней среде. Соответственно, успешность организации и ее финансовые результаты оказываются в тесной зависимости от их уровня знаний [1, с. 10].

...

Материалы и методы

...

Результаты

...

...

Table 1. Climatic data for agronomic districts of Nizhny Novgorod region

Агрономический район / Agronomy district	Сумма положительных температур, °C / The sum of positive temperatures	Продолжительность безморозного периода, дней / The frost-free period, days
Северо-Восточный (I) / North-East	1 800–1 900	120–125
Центральный левобережный (II) / The Central left Bank	1 900–2 000	130–135
Приречный почвозащитный (III) / Riverine soil protective	2 000–2 100	130–135
Пригородный (IV) / Suburban	2 100–2 150	130–135
Центральный правобережный (V) / The Central right Bank	2 150–2 200	135–140
Юго-Западный (VI) / South-West	2 200–2 250	135–140
Юго-Восточный (VII) / South-East	2 250–2 300	135–140

Источник: составлено автором на основании данных ¹

Цель задачи – определить структуру организаций с оптимальными размерами посевных площадей по агрорайонам, обеспечивающую максимум прибыли от продажи продукции.

Обсуждение

...

$$Z = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} R_{jk} X_{jk} \rightarrow \max. \quad (1)$$

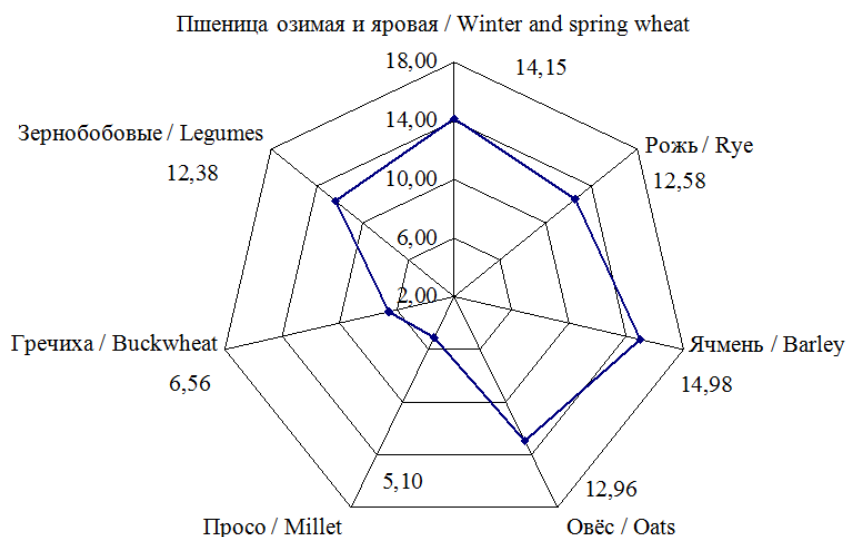


Рис. 1. Средняя урожайность зерновых культур за 1995–2000 год, ц с га
Fig. 1. The average yield of grain crops for the year 1995–2000, centners per ha

Источник: составлено автором на основании данных ¹

Заключение

Вследствие этого при проведении экономических исследований по оптимальным размерам землепользования нужно учитывать весь комплекс факторов, влияющих на функционирование организаций.

...

Примечания:

¹ Министерство сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области. Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcx-nnov.ru/detail2.php?ID=1594> (дата обращения 8 сентября 2017 г.).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бутко И. В., Ефимов И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1 (34). С. 15–20.
2. Крутова Л. И., Счастливая Н. В. Фермерство в системе модернизации аграрного сектора Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 10. С. 37–42.
3. Мирзоев Н., Фейзуллаев Ф., Гаркуша Т. Кооперация крестьянских (фермерских) хозяйств в Дагестане // Экономика сельского хозяйства России. 2013. № 4. С. 7.
4. Galimulina F. F., Zhukovskaya I. V., Komissarova I. P., Shinkevich A. I., Mayorova A. N., Astafyeva I. A., Klimova N. V., Nabiullina K. R. Technology Platforms as an Efficient Tool to Modernize Russia's Economy // International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Vol. 6. № 1. P. 163–168.

5. Шишкин А. Ф., Позднякова Е. И. Рынок зерна как фактор экономической безопасности России // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2009. № 12 (80). С. 116–118.

6. Старкова О. Я., Алабушева М. А. Тенденции развития рынка хлеба в Российской Федерации // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, 2017. № 2 (14). С. 23–27.

...

20. ...

(Список литературы должен составлять не менее 20 оригинальных источников из научных журналов, включенных в глобальные базы цитирования (РИНЦ, Web of science, Scopus)). Рекомендуется включение в литературу иностранных источников.

Информация об авторах:

С. А. Суслов – к.э.н., доцент, Spin-код: 4040-2965;

И. Г. Генералов – к.э.н., доцент кафедры «Сервис», Spin-код: 3763-1273.

Заявленный вклад авторов:

Суслов С. А. – общее руководство проектом, анализ и дополнение текста статьи.

Генералов И. Г. – сбор и обработка материалов, подготовка первоначального варианта текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Butko I. V., Efimov I. A. Koncentracija proizvodstva i optimal'nye razmery sel'skohozjajstvennyh predpriyatij [Concentration of production and optimum sizes of the agricultural enterprises], *Vestnik OrelGAU [Bulletin OrelGAU]*, 2012, No. 1 (34), pp. 15–20.

2. Krutova L. I., Schastlivaya N. V. Fermerstv v sisteme modernizatsii agrarnogo sektora Rossiyskoy Federatsii [Farmers in the modernization of the agrarian sector of the Russian Federation], *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional economy: theory and practice]*, 2013, No. 10, pp. 37–42.

3. Mirzoev N., Feyzullaev F., Garkusha T. Kooperatsiya krest'yanskikh (fermerskikh) hozyaystv v Dagestane [Cooperation peasant (farms) in Dagestan], *Ekonomika sel'skogo hozyaystva Rossii [Economics of agriculture of Russia]*, 2013, No. 4, pp. 7.

4. Galimulina F. F., Zhukovskaya I. V., Komissarova I. P., Shinkevich A. I., Mayorova A. N., Astafyeva I. A., Klimova N. V., Nabiullina K. R. Technology Platforms as an Efficient Tool to Modernize Russia's Economy. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2016, No. 6 (1), pp 163–168.

5. Shishkin A. F., Pozdnyakova E. I. Rinok zerna kak faktor ekonomicheskoy bezopasnosti Rossii [The grain Market as a factor of economic security of Russia], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnie nauki [Bulletin of the Tambov University. Series: Humanitarian Sciences]*. 2009, No. 12 (80), pp. 116–118.

6. Starkova O. Ya., Alabuzheva M. A. Tendentsii razvitiya rinka hleba v Rossiyskoy Federatsii [Tendencies of development of bread market in the Russian Federation], *Aekonomika: ekonomika i sel'skoe hozyaystvo [A-Economica: Economics and agriculture]*, 2017, No. 2 (14). P. 23–27.

...

20. ...

Information about the authors:

S. A. Suslov – Ph. D. (Economy), associate professor, Spin-code: 4040-2965;

I. G. Generalov – Ph. D. (Economy), associate professor of the chair «Service», Spin-code: 3763-1273.

Contribution of the authors:

Suslov S. A. – managed the research project, analyzing and supplementing the text.

Generalov I. G. – collection and processing of materials, preparation of the initial version of the text.

The authors declare no conflicts of interests.

Главному редактору
журнала «Вестник НГИЭИ»
д.э.н., профессору А. Е. Шамину

СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО К НАУЧНОЙ СТАТЬЕ

Направляю (ем) научную статью для опубликования в журнале «Вестник НГИЭИ» (ISSN 2227-9407):

(Ф.И.О. автора (ов))

(название статьи)

(название статьи)

Настоящим письмом *автор(ы)* передает (ют) на неограниченный срок учредителю журнала «Вестник НГИЭИ» неисключительные права на использование научной статьи путем ее воспроизведения, использования научной статьи целиком или фрагментарно в сочетании с любым текстом, фотографиями или рисунками, в том числе, путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на интернет-сайте журнала.

Автор(ы) несет(ут) ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор(ы) подтверждает(ют), что в направляемой научной статье не нарушаются ничьи авторские и смежные права. *Автор(ы)* подтверждает(ют), что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания без уведомления об этом редакции «Вестник НГИЭИ».

Автор(ы) согласен (ы) на обработку в соответствии со ст. 6 Федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ своих персональных данных, а именно: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, место(а) работы и/или обучения, контактная информация по месту работы и/или обучения, в целях опубликования представленной статьи в «Вестник НГИЭИ».

Также удостоверяю (ем), что *автор(ы)* научной статьи ознакомлен(ы) и согласен(ы) с «Перечнем требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Вестник НГИЭИ», утвержденным редакцией, в том числе со следующими:

- авторские права на научную статью принадлежат *автору(ам)* данной статьи;
- авторские права на номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала;
- редакция журнала имеет право предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;
- редакция журнала имеет право производить необходимые уточнения и сокращения;
- вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается, материалы научных статей, направляемые в редакцию, авторам не возвращаются.

Автор(ы) статьи:

(личные подписи всех авторов статьи)

(Ф.И.О. всех авторов статьи)

(Ф.И.О. всех авторов статьи)

(подписи авторов должны быть официально заверены)

ДЛЯ ЗАМЕТОК



НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ
В ОБЛАСТИ БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

НИЖНИЙ НОВГОРОД ПРИНИМАЕТ ВЫЗОВ

НАУЧНЫЕ ГАСТРОЛИ ЛАУРЕАТОВ
ПРЕМИИ «ВЫЗОВ»



НАУКА
В НИЖНЕМ



премиявызов



По вопросам публикации,
консультирования и сотрудничества
обращаться в редакцию журнала по адресу:
Нижегородская обл., г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22а

ISSN 2227-9407



26004>



9 772227 940001