

электронный научно-практический журнал

ELECTRONIC SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

# актуальные вопросы аграрной науки

ISSN: 2411-6483

ACTUAL ISSUES  
OF AGRARIAN SCIENCE

выпуск 1(50)

март

VOLUME 1(50)

MARCH



МОЛОДЁЖНЫЙ 2024





Электронный научно-практический журнал  
**“Актуальные вопросы аграрной  
науки”**

**2024 Выпуск 1 (50)**

Electronic scientific-Practical journal

**“Actual issues of agrarian science”**

**2024 Volume 1 (50)**

Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Регистрационный номер** Эл №ФС77-76761 от 06 сентября 2019 года.

**Учредитель:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

**DOI 10.51215/2411-6483-2024-50**

Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”, 2024, выпуск 1 (50), март.

Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с ноября 2011 г.

**Главный редактор:** Я.М. Иваньо – д.т.н.

**Зам. главного редактора:** М.К. Бураев – д.т.н.

**Ответственный секретарь:** И.В. Наумов – д.т.н.

**Члены редакционного совета:** *ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ:* С.Н. Шуханов, д.т.н.; В.Н. Хабардин, д.т.н.; О.В. Репецкий, д.т.н.

**Иные организации:** *Россия:* Байкальский государственный университет: В.И. Зоркальцев, д.т.н. Иркутский государственный университет путей сообщения Ю.М. Краковский, д.т.н.

*Монголия:* Монгольский государственный аграрный университет: Гомбо Гантулга, к.т.н.

*Республика Узбекистан:* Ташкентский государственный аграрный университет: Ш. Жаникулов, к.т.н.

В журнале публикуются работы авторов по разным тематикам: проблемам развития агроинженерных систем и технологий, математическим и информационным технологиям решения прикладных задач.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер Эл № ФС77 – 76761 от 06 сентября 2019 г.

URL: <http://agronauka.igsha.ru/>

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются. Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции. Любые нарушения авторских прав преследуются по закону. Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией. Рецензии хранятся в редакции не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Статьи проверены с использованием Интернет-сервиса “Антиплагиат”.

Учредитель – ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

**ISSN 2411-6483**

Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”, 2024, issue 1 (50), March.  
It is edited under the decision of the Scientific Council of the Irkutsk State Academy of Agriculture since November, 2011.

**Chief editor:** Ya.M. Ivanyo – Doctor of Technical Sc.

**Deputy chief editor:** M.K. Buraev – Doctor of Technical Sc.

**Executive secretary:** I.V. Naumov – Doctor of Technical Sc.

**The members of the editorial board:** *FSBEI HE Irkutsk SAU:* **S.N. Shukhanov** – Doctor of Technical Sc.; **V.N. Khabardin** – Doctor of Technical Sc.; **O.V. Repetsky** – Doctor of Technical Sc.

**Other organizations:** *Russia:* Baikal State University: **V.I. Zorkaltsev**, Doctor of Technical Sc.

Irkutsk State Transport University IrGUPS: **Yu.M. Krakovsky** – Doctor of Technical Sc.

*Mongolia:* Mongolian State Agrarian University: **Gombo Gantulga**, Candidate of Technical Sc.

*Republic of Uzbekistan:* Tashkent State Agrarian University: **Sh. Zhanikulov**, Candidate of Technical Sc.

In the journal there are articles on different topics, such as: problems of development of agroengineering systems and technologies, mathematical and information technologies for solving applied problems.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.

Certificate El № FS77 – 76761. Registration date: 06.09.2019.

URL: <http://agronauka.igsha.ru/>

The journal is included to the Russian Federation index of scientific quoting of electronic library eLIBRARY.RU.

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board's point of view. Copyright. All rights protected. No part of the Journal materials can be reprinted without permission from the Editors. Reviews are stored in the office of editorial board at least 5 years in the paper and electronic versions and they can be provided on request to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. In addition, the editorial board provides its opinion on the compliance of the scientific work and the possibility of the publication.

Articles are verified with Internet-service “Anti-plagiary”.

The founder – FSBEI HE Irkutsk SAU.

**ISSN 2411-6483**

## СОДЕРЖАНИЕ

### **МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ**

- Бураева Г.М., Шистеев А.В., Бураев М.К.* Применение ремонтно-логистических цепей при техническом сервисе транспортно-технологических машин 8
- Быкова С.М., Цыдыпова О.Н., Очиров В.Д., Алтухов И.В.* Спектральная пропускательная способность томатного и брусничного порошков 19
- Степанов Н.Н., Бричагина А.А., Степанов Н.В.* Анализ бункерного зерна зерноуборочных комбайнов 28
- Чурин А.В., Сукьясов С.В.* Методы измерения коэффициентов несимметрии напряжения в сети 0.38 кВ 36

### **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

- Барсукова М.Н., Краковский Ю.М.* Подготовка специалистов по защите информации в условиях цифровой трансформации образования 45
- Гаврилова Н.Г.* Цифровая трансформация в сельском хозяйстве стран Западной Африки (на примере Кот-д’Ивуар) 54
- Иваньо Я.М., Петрова С.А., Колокольцева И.М.* Пространственно-временная оценка редких потерь урожайности сельскохозяйственных культур 65
- Козлова Л.А.* Цифровые технологии в образовании 74

## CONTENS

### ***MECHANIZATION, ELECTRIFICATION, AGRO-ENGINEERING SYSTEMS***

- Buraeva G.M., Shisteev A.V., Buraev M.K.* Application of repair and technological chains in technical service of transportation and technological machines 8
- Bykova S.M., Tsydypova O.N., Ochirov V.D., Altukhov I.V.* Spectral transmissance of tomato and lingonberry powders 19
- Stepanov N.N., Brichagina A.A., Stepanov N.V.* Analysis of bunker grain of combine harvesters 28
- Churin A.V., Sukyasov S.V.* Methods for measuring voltage asymmetry coefficients in a 0.38 kV network 36

### ***INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING, MANAGEMENT, MATHEMATICAL MODELING***

- Barsukova M.N., Krakovsky Yu.M.* Training information protection specialists in the conditions of digital transformation of education 45
- Gavrilova N.G.* Digital transformation in agriculture in West African countries (on the example Côte d'Ivoire) 54
- Ivanyo Ya.M., Petrova S.A., Kolokoltseva I.M.* Spatio-temporal assessment of rare losses of productivity of agricultural crops 65
- Kozlova L.A.* Digital technologies in education 74



**МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ**  
**MECHANIZATION, ELECTRIFICATION, AGRO-ENGINEERING SYSTEMS**

DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-8-18  
УДК 631.362

Научная статья

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕМОНТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ  
ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
МАШИН**

**Г.М. Бураева, А.В. Шистеев, М.К. Бураев**

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,  
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

**Аннотация.** Технологические возможности предприятий технического сервиса и качество отремонтированных машин можно повысить обоснованием и использованием ремонтных логистических цепей (РЛЦ). Применение РЛЦ определяется стратегией восстановления работоспособности машин на ремонтном предприятии [5], когда необходимо организовать взаимодействие ремонтно-восстановительных потоков с целью избежать или свести к минимуму убытки от необоснованных простоев участков и цехов, избыточных запасов материалов, комплектующих изделий и запасных частей в системе ремонтного производства. Длительность нахождения транспортно-технологических машин на ремонте на предприятиях технического сервиса в числе многих причин имеют место вследствие дезорганизации ремонтных логистических потоков, в результате чего значительно замедляется скорость преобразования ремонтных ресурсов в продукт ремонтного производства. Эффективность логистических систем влияет не только на надежность процессов и технологий восстановления работоспособности машин и их элементов, но, в конечном итоге – на надежность машин на этапе эксплуатации. Установление уровней и объектов управления ремонтными логистическими цепями ведет к упорядочению технологических ремонтных операций и устранению несогласованности между ними. Управляющими элементами являются начальники, мастера, ведущие специалисты ремонтных подразделений предприятия, а также рабочие, выполняющие конкретные производственные задачи в цехах и отделениях непосредственно на рабочих местах. Производственный процесс ремонта машин на предприятии технического сервиса выстраивается вдоль технологической линии, где могут быть отдельные ремонтные участки и участки, объединенные технологически сходными ремонтными операциями. Ремонтные материалы, запасные части и восстановленные детали, другие комплектующие изделия (МКЗ) поступают на ремонтные участки со складов предприятия и представляют собой динамические потоки основного ремонтного производства. Потоки, объединяющие движения материальных ресурсов в энергетическом, ремонтном, инструментальном хозяйстве и подразделениях технического контроля качества выпускаемой ремонтной продукции представляют собой статические потоки.

**Ключевые слова:** технический сервис, ремонт машин, логистика ремонта, ремонтные потоки, управление.

**Для цитирования:** Бураева Г.М., Шистеев А.В., Бураев М.К. Применение ремонтно-логистических цепей при техническом сервисе транспортно-технологических машин. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1(50):8-18. DOI: 10.51215/2411-6483-2024-50-8-18.

## APPLICATION OF REPAIR AND TECHNOLOGICAL CHAINS IN TECHNICAL SERVICE OF TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL MACHINES

**Galina M. Buraeva, Alexey V. Shisteev, Mikhail K. Buraev**  
Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,  
*Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** The technological capabilities of technical service enterprises and the quality of repaired machines can be improved by justifying and using repair supply chains (RSC). The use of RSC is determined by the strategy for restoring the operability of machines at a repair enterprise [5], when it is necessary to organize the interaction of repair and restoration flows in order to avoid or minimize losses from unreasonable downtime of areas and workshops, excess stocks of materials, components and spare parts in the repair production system. The length of time that transport and technological machines are under repair at technical service enterprises, among many reasons, occurs due to the disorganization of repair logistics flows, as a result of which the rate of conversion of repair resources into a repair production product slows down significantly. The efficiency of logistics systems affects not only the reliability of processes and technologies for restoring the functionality of machines and their elements, but, ultimately, the reliability of machines at the operating stage. Establishing levels and objects for managing repair logistics chains leads to streamlining technological repair operations and eliminating inconsistency between them. The managing elements are supervisors, foremen, leading specialists in the repair departments of the enterprise, as well as workers performing specific production tasks in workshops and departments directly at their workplaces. The production process of machine repair at a technical service enterprise is built along a production line, where there may be separate repair areas and areas united by technologically similar repair operations. Repair materials, spare parts and refurbished parts, and other components are supplied to repair areas from the enterprise's warehouses and represent dynamic flows of the main repair production. Flows that combine the movement of material resources in the energy, repair, tool industries and departments of technical quality control of manufactured repair products are static flows.

**Keywords:** technical service, machine repair, repair logistics, repair flows, management.

**For citation:** Buraeva G.M., Shisteev A.V., Buraev M.K. Application of repair and technological chains in technical service of transportation and technological machines. *Electronic scientific-practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1 (50):8-18. DOI: 10.51215/2411-6483-2024-50-8-18.

**Введение.** О необходимости восстановления работоспособности машин как важного фактора воспроизводства машинного парка на селе говорят не только отечественные ученые и практики, но и их зарубежные коллеги. Разница в том, что мировой опыт развития структуры технических услуг в аграрной сфере доказал жизнеспособность специализированного ремонта и обслуживания техники, тогда как на сегодняшний день в России это направление технического сервиса вновь формируется и совершенствуется [7]. Предприятия сельхозмашиностроения, выпускающие новые машины, не

находят адекватной реакции системы технического сервиса на местах. Инфраструктура системы оказания технических услуг не соответствует современным требованиям технического и ремонтного обслуживания, в большинстве разрознена, организационно и методологически не обеспечена. Выполнение сложных ремонтных работ в условиях хозяйственных мастерских заранее обречено на провал в силу известных причин отсутствия технологических и кадровых возможностей их осуществления. “В современной системе технического сервиса должны работать высококвалифицированные профессиональные кадры, владеющие как традиционными знаниями устройства, эксплуатации и ремонта сельскохозяйственной техники, так и новыми, включая высокий уровень компьютерной подготовки...” [9]. К этому нужно добавить требования современного логистического подхода к механизму хозяйствования в ремонтной сфере, связанные с эффективным управлением материальными, информационными, трудовыми, финансовыми, транспортными потоками. Особенностью функционирования предприятия технического сервиса как сложной системы является обеспечение внутреннего порядка и непрерывности работы. Непрерывность работы достигается при слаженном действии элементов системы как единого механизма, при котором обеспечивается оптимальное движение ресурсного потока по всей логистической ремонтной цепи от приемки изделия в ремонт до конечного потребителя [2]. Логистическая ремонтная цепь – это упорядоченное множество взаимодействующих друг с другом технологических звеньев ремонтного логистического процесса, которые проводят (продвигают) материальный поток от одного логистического звена к другому вплоть до передачи готового продукта потребителю [7]. Согласованная работа всех звеньев представляет собой организационно-технологический уровень ремонтного производства и степень использования его потенциала.

**Цель исследования.** Изложить перспективные логистические принципы в развитии технического сервиса машин в АПК.

**Материалы и методы.** Положительный эффект от функционирования предприятий технического сервиса машин как системы с логистической поддержкой производства можно обеспечить с соблюдением следующих принципов: принцип взаимоувязки технологических процессов на различных участках движения материальных ресурсов; принцип учета логистических издержек на протяжении всей ремонтной логистической цепи; принцип адаптивности логистических систем к влиянию множества внешних факторов созданием информационных каналов и организационными мероприятиями; принцип постоянного повышения уровня сервиса для достижения устойчивого положения на рынке; принцип специализации, то есть использование специализированных технических средств по логистическим операциям и функциям [3]. В качестве исходной информации привлечены материалы фактического использования машин и оборудования

в сельскохозяйственных процессах, показатели интенсивности использования и эксплуатационной надежности.

Отмеченные логистические принципы могут быть соблюдены в условиях организации динамических потоков ремонтной продукции, к которым относят потоки ресурсов и операций, циркулирующих внутри системы ремонта и образующих ремонтные технологические процессы и материальные потоки готовых отремонтированных изделий [1, 6]. Скорости перемещения ресурсов в этих потоках превышают скорости статических потоков запасных частей и ремонтных материалов с мест резервирования на рабочие места [4, 5]. Статические потоки материальных ресурсов способствуют формированию и переводу запасных частей и материалов в поток отремонтированных машин на выходе из системы [5]. Организация переработки и формирования ремонтных комплектов на складских и комплекточных пунктах резервирования снижает скорость оборота ресурсов предприятия.

Для достижения цели использованы абстрактно-логический, монографический методы и метод анализа и синтеза.

**Результаты и обсуждение.** Производственный процесс ремонта машин и оборудования на предприятии технического сервиса проходит в нескольких подразделениях (ремонтных цехах или участках), где выполняются отдельные технологические ремонтные операции. Такие ремонтные подразделения могут включать в себя: ремонт двигателей внутреннего сгорания; ремонт элементов трансмиссии, ходовой системы; ремонт дизельной топливной аппаратуры; ремонт компрессоров; ремонт деталей методами сварки и наплавки и т.д. Производственные участки могут объединять в себе технологически сходные ремонтные операции и иметь соответствующие наименования, например, сварочно-наплавочный участок или кузнечно-сварочный участок, участок ремонта коробок перемены передач и ведущих мостов и т.д. [8]. Отдельные участки созданы по группам ремонтно-технологического оборудования и соответствующих им операций - испытательный (контрольно-испытательные и обкаточные стенды), гальванический (установки по химическому и электрохимическому наращиванию деталей), упрочнения (установки по термическому, химико-термическому упрочнению) и т.п. Управляющими элементами этих участков, как показано в таблице 1, являются начальники участков или старшие мастера и др.

Детализация РЛЦ по уровням управления происходит в рамках участков ремонтного цеха или по группам ремонта тех или иных сборочных единиц [1].

**Таблица – Уровни управления ремонтным подразделением как РЛЦ и их характеристика**

**Table 1 – Management levels of the repair department as a repair and logistics chain and their characteristics**

Уровни управления	Объект управления	Управляющий элемент
РЛЦ в целом (предприятие технического сервиса)	Предприятие технического сервиса	Руководство в лице директора предприятия
Видами деятельности	Ремонтный цех	Руководство в лице начальника цеха, ведущие специалисты
Объектами деятельности	Отдельные участки	Начальники участков, мастера
Детальный 1...i	Ремонтные отделения	Бригадиры, ответственные работники
Элементарный (человек, человек + машина)	Рабочий на рабочем месте	Рабочий

Последним уровнем управления является уровень “человек, человек-машина”. Элементами РЛЦ данного уровня управления являются непосредственно рабочие на рабочих местах, выполняющие конкретные технологические операции (например: слесарь, выполняющий разборку двигателя; слесарь-ремонтник дизельной топливной аппаратуры; и т.п.).

Общее число уровней управления зависит от структуры предприятия технического сервиса и решаемых задач по управлению РЛЦ. Между собой уровни связаны входящими и выходящими потоками ресурсов. При этом скорость потоков зависит от времени запаздывания процессов внутри ремонтного контура предприятия.

Уровни управления в значительной мере влияют на скорость и динамику ремонтного процесса (скорость преобразования ремонтных ресурсов) путем упорядочения операций ремонтного технологического процесса и устранения несогласованности выполнения отдельных процессов и операций между отделениями и участками, где ресурсы превращаются в продукт ремонтного производства с установленными характеристиками качества и надежности.

Материальные ресурсы для проведения ремонтных операций на ремонтном предприятии включают в себя: запасные части (новые и отремонтированные элементы, стандартные изделия); средства ремонта и технического обслуживания машин (технологическое оборудование, инструмент, принадлежности и т.п.); расходные материалы (технические жидкости, резинотехнические изделия, фильтры и т.п.); элементы инфраструктуры (здания, сооружения, оснастка).

К трудовым ресурсам относятся: рабочие (квалификация, стаж и т.п.); специалисты (ИТР, логисты и т.д.); занятость рабочих (коэффициенты загрузки по специальностям и уровням квалификации); занятость инженерно-

технических работников (ИТР).

Информационные ресурсы включают: электронные базы данных (большие массивы, большие объемы данных, вспомогательные информационные оболочки, связывающие управление и технологические возможности предприятия); информационно-справочные фонды, в том числе как данные на электронных носителях, так и те, которые хранятся “по-старинке” на бумажных носителях, например, табличные данные, карты, схемы, не оцифрованные тексты рукописей и печатных изданий.

Все действия, направленные на генерирование, преобразование, к актуальному для чтения электронному формату, накопление и систематизацию, хранение, транспортировку и своевременность материальных, а также сопутствующих им потоков, имеющих место при ремонте транспортно-технологических машин, должны выполняться с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью.

В логистической ремонтной цепи выделяют входной, перерабатывающий и выходной элементы, перерабатывающие материальные и другие виды потоков МКЗ на складах, на производственных участках (основное производство), в сбытовом секторе (отправка готовой продукции потребителю) (рис. 1). Каждое звено ремонтной логистической цепи включает свои элементы, которые в совокупности образуют материальную основу логистической поддержки.

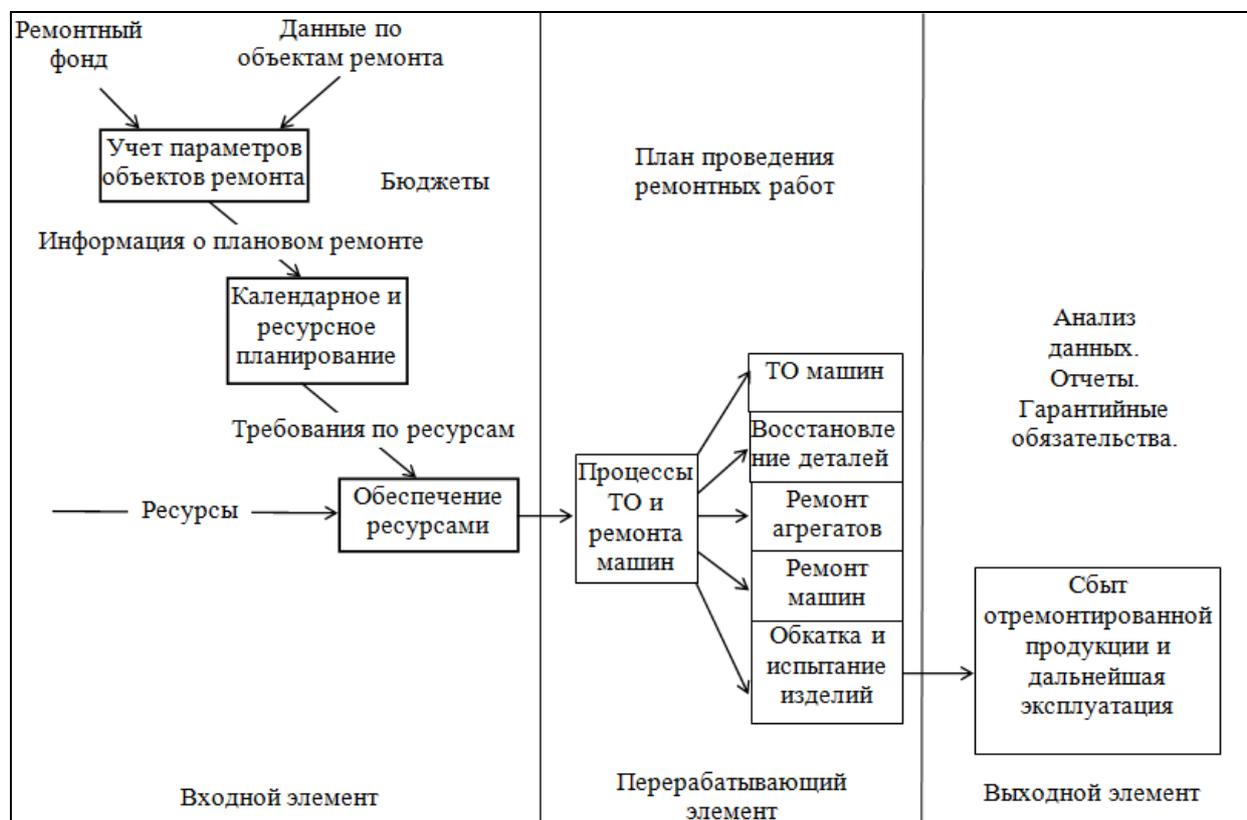


Рисунок 1 – Схема ремонтных процессов на предприятии технического сервиса

Figure 1 – Scheme of repair processes at a technical service enterprise

К ключевым факторам достижения высокой реактивности подсистем технического сервиса и ремонтных логистических цепей в процессе перемещения продукта в ремонтном потоке относятся: время поступления ресурсов; интенсивность потока ресурсов; пропускная способность ремонтного канала; инерционность блока переработки ресурса. Последнее объясняется неустойчивостью структуры РЛЦ, приводящей к временным задержкам (запаздываниям) в каналах материального и информационного потоков (рис. 2). Факторами неустойчивости ремонтного процесса являются: колебания интенсивности поставок ремонтного фонда; колебания спроса на ремонтную продукцию и ее затаривание на складах; несвоевременность снабжения основного производства комплектующими ресурсами; текучесть кадрового состава.



Рисунок 2 – Структура РЛЦ предприятия технического сервиса

Figure 2 – Structure of the repair and logistics chain of a technical service enterprise

Условия, определяющие работоспособность РЛЦ, могут быть представлены в следующем виде [10]:

$$\begin{aligned} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &\geq 0, \\ f_m(x_1, x_2, \dots, x_n) &\geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – параметры элементов РЛС;  $f_1, \dots, f_m$  – функции работоспособности РЛЦ.

Надежность РЛЦ обеспечивается заменой отдельных вышедших из строя элементов, оптимальное количество которых можно определить по выражению

$$\begin{cases} F = \sum_{j=1}^N f_j(m_j) \rightarrow \min; \\ \sum_{j=1}^N q_{ij}(m_j) \leq b_i, i = 1, \dots, r; \\ \prod_{j=1}^N R_j \geq M, m_j = 1, \dots, m_j^{\max}, j = 1, \dots, N \end{cases} \quad (2)$$

где  $F$  – целевая функция;

$N$  – число звеньев в РЛЦ;

$f_j(m_j)$  – функция стоимости  $j$ -го звена, которое содержит  $m_j$  дублирующих элементов;

$q_{ij}(m_j)$  – количество  $i$ -го ресурса, используемого в  $j$ -м звене и необходимое для всех элементов данного звена;

$b_i$  – количество  $i$ -го ресурса;

$r$  – общее число ограниченных ресурсов;

$R_j$  – надежность  $j$ -го звена;

$M$  – минимально допустимая надежность звена в целом;

$m_j^{max}$  – максимально допустимое число дублирующих элементов в звене  $j$ .

Описание работы ремонтного предприятия как производственной логистической системы позволяет на всех уровнях управления выстроить его технологические звенья вдоль перерабатываемого материального потока ремонтных объектов и ресурсов, ориентировать на согласованную и эффективную работу всех звеньев РЛЦ [5].

Надежность  $j$ -го звена рассчитывается по формуле

$$R_j = 1 - (1 - p_j)m_{j+1}, \quad (3)$$

где  $p_j$  – надежность одного элемента РЛЦ, определяемая как вероятность того, что сработает хотя бы один,  $m_{j+1}$  – дублирующие элементы.

Для устойчивого функционирования ремонтного производства необходимо, чтобы его показатели не выходили за пределы рабочей области при наличии возмущающих факторов. Синхронизация потоковых процессов в контуре “поставка МКЗ на производственные участки (основное производство) – отправка готовой продукции на сбыт (потребителю)” обеспечит эксплуатационную надежность РЛЦ.

**Вывод.** Процесс функционирования ремонтного предприятия представляет собой совокупность действий его элементов, подчиненных единой цели – максимальному удовлетворению требований потребителя к качеству ремонта машин и их составных частей. Описание работы ремонтного подразделения как производственной логистической системы позволяет выявить группы общих и частных уровней управления РЛЦ, согласовать работу звеньев технологической цепи при формировании потока ремонтируемого изделия или услуг при помощи и на основе логистических принципов. Это обеспечит адресность ресурсов при разработке управляющих воздействий в случае минимального уровня надежности РЛЦ.

#### Список литературы

1. Аверьянов, И.Н. Использование логистических ремонтных цепей в ремонтном производстве авиационных двигателей и наземных газотурбинных установок / И.Н. Аверьянов // Научный аспект. – Самара: Изд-во ООО “Аспект”, 2013 (3). – С. 139-146.

2. Бураева, Г.М. К совершенствованию системы технического сервиса машин в АПК / Г.М. Бураева, А.В. Шистеев // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: матер. X междунар. научно-практ. конф., Молодежный, 27-28 мая 2021 года. – Молодежный: Иркутский ГАУ, 2021. – С. 71-72. – EDN NOJBLJ.
3. Бураева, Г.М. Логистические принципы ремонтно-технического сервиса транспортно-технологических машин / Г.М. Бураева // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: матер. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти А.А. Ежовского, п. Молодежный, 17-18 ноября 2022 года. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 51-57. – EDN ELYXKS.
4. Бураева, Г.М. Логистика ресурсодвижения в системе агротехнического сервиса / Г.М. Бураева // Инновационно-промышленный салон: матер. III Всеросс. научно-практ. конф. “Ремонт. Восстановление. Реновация”, 28 февраля – 2 марта 2012 г. – Уфа: Изд-во БашГАУ, 2012. – С. 126-131.
5. Гаджинский, А.М. Логистические решения / А.М. Гаджинский. – М.: ТК Велби, 2013. – 122 с.
6. Захаров, А.Н. Маркетинг материально-технических ресурсов в системе агроснабжения / А.Н. Захаров // Маркетинг в России и за рубежом. – №4/2003.
7. Иовлев, Г.А. Развитие отечественного рынка транспортно-технологических машин для агропромышленного комплекса / Г.А. Иовлев, И.И. Голдина // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №1. – С. 51.
8. Максимов, С.Е. Надежность транспортных и технологических машин: формирование и реализация / С.Е. Максимов, А.Н. Лялинов, А.В. Бондаренко // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
9. Шистеев, А.В. К методике оценки надежности логистических систем на предприятиях технического сервиса / М.К. Бураев, А.В. Шистеев, Г.М. Бураева // Вестник ВСГУТУ. – 2021. – № 4 (83). – С. 46-53.
10. Diagnostics of hydraulic density of plunger couple of tractor diesel Bodyakina T., Boloev P., Buraev M., Shisteev A. E3S Web of Conferences. 13. Ser. “13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020”. 2020. p. 05035.

### References

1. Averyanov, I.N. Ispol'zovaniye logisticheskikh remontnykh tsepey v remontnom proizvodstve aviatsionnykh dvigateley i nazemnykh gazoturbinnnykh ustanovok [The use of logistics repair chains in the repair production of aircraft engines and ground-based gas turbine plants]. Samara, 2013 (3), pp. 139-146.
2. Buraeva, G.M., Shisteev A.V. K sovershenstvovaniyu sistemy tekhnicheskogo servisa mashin v APK [Towards improving the system of technical service of machines in the agro-industrial complex]. Irkutsk, 2021, pp. 71-72.
3. Buraeva, G.M. Logisticheskiye printsipy remontno-tekhnicheskogo servisa transportno-tekhnologicheskikh mashin [Logistic principles of repair and technical service of transport and technological machines]. Molodezhny, 2022, pp. 51-57.
4. Buraeva, G.M. Logistika resursodvizheniya v sisteme agrotekhnicheskogo servisa [Logistics of resource movement in the system of agrotechnical services]. Ufa, 2012, pp.126-131.
5. Gadzhinsky, A.M. Logisticheskiye resheniya [Logistic solutions]. Moscow, 2013, 122 p.
6. Zakharov, A.N. Marketing material'no-tekhnicheskikh resursov v sisteme agrosnabzheniya [Marketing of material and technical resources in the agricultural supply system]. Marketing v Rossii i za rubezhomb no. 4 / 2003.
7. Iovlev, G.A., Goldina, I.I. Razvitiye otechestvennogo rynka transportno-tekhnologicheskikh mashin dlya agropromyshlennogo kompleksa [Development of the domestic

market of transport and technological machines for the agro-industrial complex]. Agrarnyj vestnik Urala, 2015, no. 1, p. 51.

8. Maksimov, S.E. et al. Nadezhnost' transportnykh i tekhnologicheskikh mashin: formirovaniye i realizatsiya [Reliability of transport and technological machines: formation and implementation]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2012, no. 3.

9. Shisteev, A.V. et al. K metodike otsenki nadezhnosti logisticheskikh sistem na predpriyatiyakh tekhnicheskogo servisa [On the methodology for assessing the reliability of logistics systems at technical service enterprises]. Vestnik VSGUTU, 2021, no. 4 (83). pp. 46-53.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

### История статьи / Article history

Дата поступления в редакцию / Received: 21.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Received: 28.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### Сведения об авторах

Бураева Галина Михайловна – ассистент кафедры “Технический сервис и общепромышленные дисциплины” инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 83952237431, e-mail: lavaki2009@yandex.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4829-2052>.

Шистеев Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры “Технический сервис и общепромышленные дисциплины” инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 83952237431, e-mail: drive-er@yandex.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8117-1263>.

Бураев Михаил Кондратьевич – доктор технических наук, профессор кафедры “Технический сервис и общепромышленные дисциплины” инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 83952237431, e-mail: buraev@mail.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5028-7511>.

### Information about authors

Galina M. Buraeva – assistant of the department of “Technical service and general technical disciplines” of the Engineering faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237431, e-mail: lavaki2009@yandex.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4829-2052>.

Alexey V. Shisteev – candidate of technical sciences, associate professor of the department of “Technical service and general technical disciplines” of the Engineering faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237431, e-mail: drive-er@yandex.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8117-1263>.

Mikhail K. Buraev – doctor of technical sciences, professor of the department of “Technical service and general technical disciplines” of the Engineering faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237431, e-mail: buraev@mail.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5028-7511>.



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-19-27

УДК 664.854-026.771

Научная статья

## СПЕКТРАЛЬНАЯ ПРОПУСКАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ТОМАТНОГО И БРУСНИЧНОГО ПОРОШКОВ

С.М. Быкова, О.Н. Цыдыпова, В.Д. Очиров, И.В. Алтухов

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,  
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** С целью увеличения продолжительности сроков сохранности сельскохозяйственных и дикорастущих пищевых растительных материалов в настоящее время в нашей стране и в мире разработаны и эффективно используются различные способы и технические средства тепловой обработки и сушки. В пищевой промышленности и сельском хозяйстве для тепловой обработки и сушки пищевых растительных материалов используют такие способы, как конвективная сушка, кондуктивная сушка, терморadiационная сушка инфракрасными лучами, сушка в электрическом поле высокой частоты и сверхвысокой частоты и другие. Кроме этого, применяются комбинированные методы перечисленных способов сушки: кондуктивно-конвективная сушка; радиационно-конвективная сушка; “диэлектрическая” и радиационная сушка и другие. Из существующих способов сушки, обладающих высокой интенсивностью подвода тепловой энергии к обрабатываемому материалу, относится терморadiационная сушка (инфракрасными лучами). При сушке инфракрасными лучами источник излучения выбирают исходя из ряда требований, одним из которых является знание спектральных характеристик обрабатываемого материала. В данной работе представлены результаты исследований спектральной пропускной способности (СПС) сухих томатного и брусничного порошков, позволившие установить селективный характер СПС этих порошков. Для сухого томатного и брусничного порошка видны совпадающие по значению диапазоны длин волн с максимумом и минимумом пропускательной способности. Спектральный анализ порошков в диапазоне спектра 2.5-25 мкм показал, что наибольшие значения пропускательной способности без резко выраженных максимумов приходится на длины волн 4.0-5.5 мкм.

**Ключевые слова:** томатный порошок, брусничный порошок, инфракрасное излучение, пропускательная способность, длина волны.

**Для цитирования:** Быкова С.М., Цыдыпова О.Н., Очиров В.Д., Алтухов И.В. Спектральная пропускательная способность томатного и брусничного порошков. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024;1(50):19-27. DOI: 10.51215/2411-6483-2024-50-19-27.

## SPECTRAL TRANSMISSANCE OF TOMATO AND LINGONBERRY POWDERS

Svetlana M. Bykova, Olesya N. Tsydypova, Vadim D. Ochirov, Igor V. Altukhov

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,  
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

**Abstract.** In order to increase the shelf life of agricultural and wild food plant materials, various methods and technical means of heat treatment and drying have now been developed and effectively used in our country and around the world. In the food industry and agriculture, methods such as convective drying, conductive drying, thermoradiation drying with infrared rays, drying in an electric field of high frequency and ultrahigh frequency, and others are used for heat treatment and drying of food plant materials. In addition, combined methods of the listed drying methods are used: conductive-convective drying; radiation-convective drying; “dielectric” and radiation drying and others. Among the existing drying methods that have a high intensity of supply of thermal energy to the material being processed is thermoradiation drying (infrared rays). When drying with infrared rays, the radiation source is selected based on a number of requirements, one of which is knowledge of the spectral characteristics of the material being processed. This paper presents the results on the spectral transmittance of dry tomato and lingonberry powders. Studies of the spectral ability of dry tomato and lingonberry powders have shown that their transmission spectra are selective. For dry tomato and lingonberry powder, wavelength ranges with a maximum and minimum transmittance are visible that coincide in value. Spectral analysis of powders in the spectral range of 2.5-25 microns showed that the highest transmittance values without pronounced maxima occur at wavelengths of 4.0-5.5 microns.

**Keywords:** tomato powder, lingonberry powder, infrared radiation, transmittance, wavelength.

**For citation:** Bykova S.M., Tsydypova O.N., Ochirov V.D., Altukhov I.V. Spectral transmittance of tomato and lingonberry powders. *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024;1 (50):19-27. DOI: 10.51215/2411-6483-2024-50-19-27.

Инновационное развитие сельскохозяйственного и перерабатывающего производства предполагают применение современных технических средств и технологий [1-4, 7, 10, 12-17]. К одной из современных технологий тепловой обработки и сушки пищевых растительных материалов относится способ инфракрасной сушки. При инфракрасной обработке и сушке коллоидных капиллярно-пористых материалов, к которым относится большинство сельскохозяйственных и дикорастущих пищевых продуктов, важную роль играет знание их поглотительной и пропускательной способности поверхностных слоев [11]. В работе в качестве объекта исследования выбраны томатный и брусничный порошки, используемые в настоящее время авторами в качестве компонентов при приготовлении мучных кондитерских изделий.

**Цель работы** – исследование пропускательной способности сухого томатного и брусничного порошков.

### Задачи исследования:

- получение экспериментальных данных о диапазоне длин волн, в которых сухие растительные порошки обладают максимальным и минимальным коэффициентом пропускания;
- анализ полученных результатов и сравнение их с литературными данными.

**Материалы и методики исследования.** Томатный и брусничный порошки влажностью 10-12% (рис. 1) получены с использованием инфракрасной обработки и сушки. Инфракрасные спектры томатного и брусничного порошков регистрировали на приборе “Bruker IFS-25” в таблетках с KBr (интервал 400-4000 см<sup>-1</sup>) в Байкальском аналитическом центре коллективного пользования Сибирского отделения Российской академии наук. Брусничный жмых, являющийся продуктом переработки ягод брусники в пюре, ягод, протертых с сахаром и ягодных сиропов, для инфракрасной обработки и сушки предоставлен компанией ООО “Дикая Сибирь” [8].



Рисунок 1 – Внешний вид порошков: а) томатный; б) брусничный

Figure 1 – Appearance of powders: a) tomato; b) lingonberry

**Результаты исследований.** Технология получения томатного порошка описана в работе [3], поэтому в этой работе нет необходимости подробного представления данной технологии. Брусничный порошок получен путем инфракрасной обработки и сушки брусничного жмыха с начальной влажностью 27-30% (рис. 2, а) и дальнейшим измельчением сушеной продукции с остаточной влажностью 10-12% (рис. 2, б) до порошкообразного состояния (рис. 1, б) на лабораторной мельнице.

Инфракрасная обработка и сушка свежих томатов и брусничного жмыха проводилась на сушильных шкафах в научно-исследовательской лаборатории “Энергосбережение в электротехнологиях”. Температура нагрева на поверхности высушиваемого материала в период инфракрасной обработки и сушки находилась в пределах 60±2°C.

После получения томатного и брусничного порошков было проведено исследование их спектральной пропускательной способности, результаты которого представлены на рисунках 3 и 4. На рисунках 3 и 4 по оси ординат отражены значения коэффициента пропускания  $D$ , а по оси абсцисс – значения волнового числа  $\bar{\nu}$  в диапазоне 400-4000  $\text{см}^{-1}$  ( $\lambda = 2,5\text{-}25$  мкм).



а) б)  
Рисунок 2 – Внешний вид брусничного жмыха:

а) перед загрузкой в сушильный шкаф; б) после окончания процесса сушки

Figure 2 – Appearance of lingonberry cake:

а) before loading into the drying cabinet; б) after the drying process is completed

Интенсивность инфракрасного нагрева и процесса сушки обеспечивается при значительном углублении зоны максимальной температуры в материал, что зависит от значения пропускательной способности поверхностных слоев материала. Анализ работ и результаты исследований по изучению оптических свойств коллоидных и капиллярно-пористых материалов, полученных академиком Роговым И.А. и академиком Горбатовым А.В., позволили им сделать заключение, что спектры пропускания (отражения) влажных, а также сухих материалов, в целом, сходны в качественном и количественном соотношении. Авторами при исследовании оптических свойств в области 2.5-15 мкм для влажных материалов было выявлено, что уже при толщине слоя 1 мм пропускание не обнаруживается [11].

Из соотношения  $A + D + R = 1$ , где  $A$  – коэффициент поглощения,  $D$  – коэффициент пропускания и  $R$  – коэффициент отражения, полученного из уравнения теплового баланса для тела, участвующего в лучистом теплообмене с другими телами [6], видно, что если значение одного из коэффициентов высокое, то оставшиеся два коэффициента имеют более низкие значения. В момент измерения при взаимодействии с образцом падающий свет с интенсивностью  $I_0$  может частично отражаться на оптических границах раздела ( $I_R$ ), рассеиваться ( $I_S$ ) и поглощаться в образце, оставшаяся часть будет пропускаться ( $I_D$ ) [9].

Исследования спектральной пропускательной способности томатного и брусничного порошков показали, что их спектры пропускания имеют селективный характер. Для томатного и брусничного порошка видны совпадающие по значению диапазоны длин волн с максимумом и минимумом пропускательной способности. При наличии небольшого влагосодержания в материалах в их спектре поглощения наблюдаются резкие полосы поглощения вблизи длин волн 2.92, 6.12, 15.8 мкм и менее интенсивные полосы поглощения вблизи длин волн 0.75, 0.85, 0.98, 1.45, 1.93 и 4.74 мкм [5]. Полученные экспериментальные данные при длине волны 2.907 мкм для томатного порошка и при длине волны 2.915 мкм для брусничного порошка свидетельствуют о наличии минимума пропускания в указанном диапазоне, равным, соответственно, 44.5% и 38.5%, и позволяет судить о максимуме поглощения при этих значениях длин волн для сухих растительных материалов ( $A_{\text{том}} = 35.4\%$ ;  $A_{\text{брус}} = 41.2\%$ ). В общем, минимальная пропускательная способность для томатного порошка приходится на диапазон длин волн 2,5-3,5 мкм, а для брусничного порошка – 2.77-3.5, 5.7, 6.09 и 8.61-10.0 мкм.

Спектральный анализ сухих порошков в исследуемом диапазоне спектра показал, что наибольшие значения пропускательной способности без резко выраженных максимумов приходятся на длины волн 4.0-5.5 мкм. Для брусничного порошка данный спектр длин волн одновременно является максимальным по пропускательной способности во всем исследуемом диапазоне. Для томатного порошка, кроме длин волн 4.0-5.5 мкм, максимум пропускательной способности приходится еще и на длины волн 10.5-12.5 мкм.

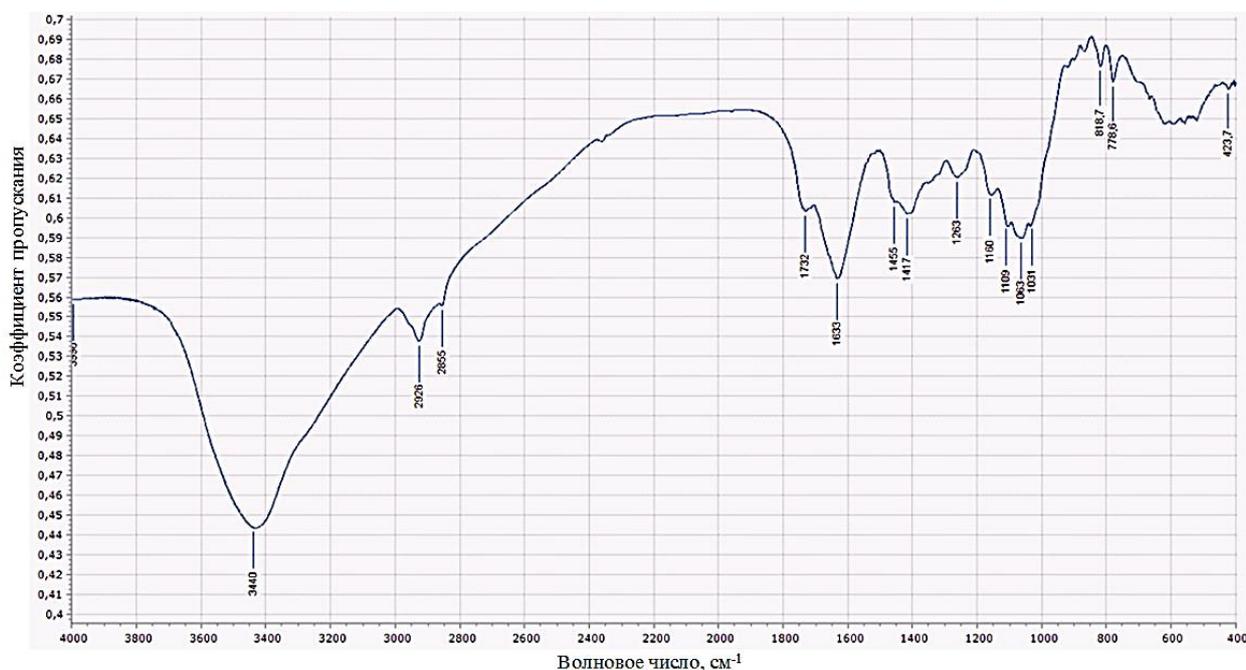


Рисунок 3 – Спектральная пропускательная способность томатного порошка

Figure 3 – Spectral transmittance of tomato powder

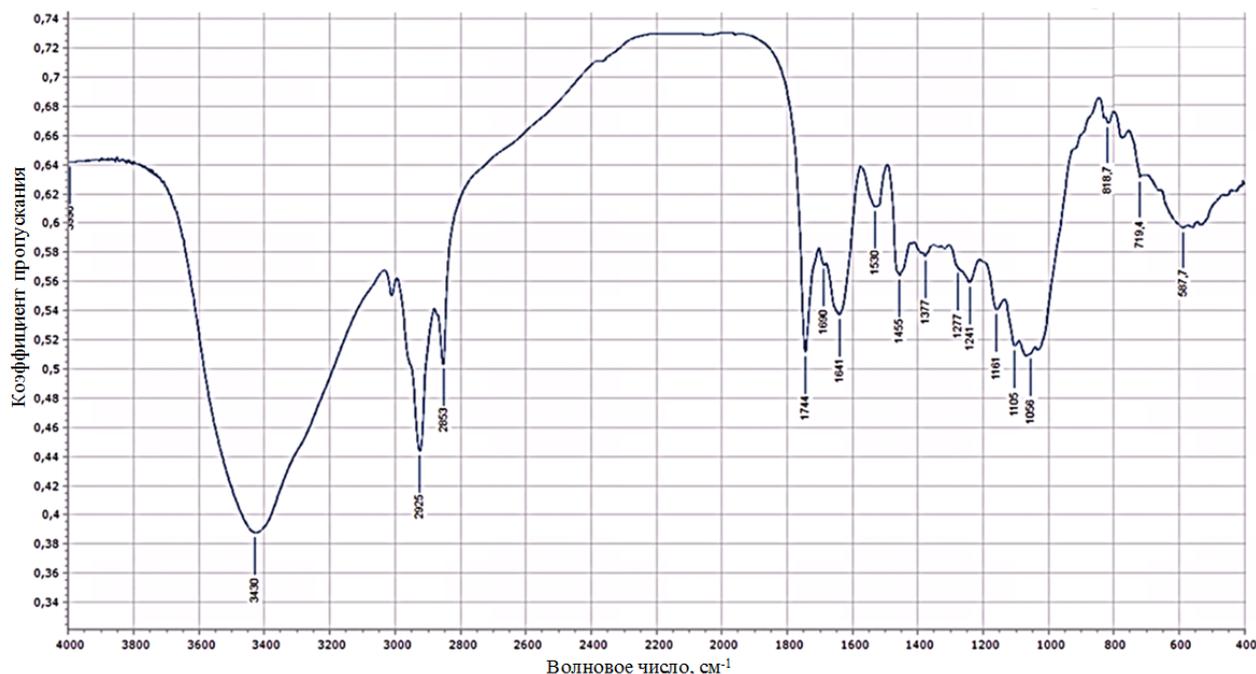


Рисунок 4 – Спектральная пропускательная способность брусничного порошка

Figure 4 – Spectral transmittance of lingonberry powder

**Выводы.** Проведенные исследования по пропускательной способности сухого томатного и брусничного порошков показали четко выраженную селективность к пропусканию инфракрасного излучения в различных областях спектра. Наибольшие значения пропускательной способности для исследуемых материалов без резко выраженных максимумов приходятся на длины волн 4.0-5.5 мкм. В данной работе исследована пропускательная способность сухих порошков влажностью 10-12%. Известно, что на оптические свойства влажных материалов значительное влияние оказывает содержащаяся в ней вода. В связи с чем, для более наглядной картины по спектральному составу исследуемых пищевых продуктов, возникает необходимость дальнейшего изучения пропускательной, а также поглощательной способности свежих томатов и влажного брусничного жмыха. Полученные результаты будут полезны для отрасли пищевой промышленности.

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность ООО “Дикая Сибирь” за предоставленный брусничный жмых и Байкальскому аналитическому центру коллективного пользования Сибирского отделения Российской академии наук за предоставленное оборудование.

#### Список литературы

1. Алтухов, И.В. Перспективы применения томатного порошка в рецептуре песочного печенья / И.В. Алтухов, С.М. Быкова, В.Д. Очиров // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12 (177). – С. 254-259.
2. Алтухов, И.В. Технология инфракрасной сушки сахаросодержащих корнеплодов / И.В. Алтухов, В.Д. Очиров // Engineering problems in agriculture and industry: International

Conference (Ulaanbaatar, 02-04 июня 2010 г.). – Улан-Батор: Изд-во Engineering School of MSUA, 2010. – С. 87-92.

3. Алтухов, И.В. Технология получения сушёных томатов / И.В. Алтухов, С.М. Быкова, В.А. Федотов, В.Д. Очиров // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: матер. IX нац. научно-практ. конф. с междунар. участием “Чтения И.П. Терских” (Иркутский ГАУ, 23-24 сентября 2021 г.). – Молодежный: Изд-во ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2021. – С. 105-111.

4. Болоев, П.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Восточной Сибири / П.А. Болоев, С.Н. Шуханов, Г.Н. Поляков // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 31-34.

5. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Изд-во “Пищевая промышленность”, 1973. – 528 с.

6. Исаченко, В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

7. Кудряшев, Г.С. Исследование эффективности применения в АПК фильтрокомпенсирующих устройств / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, С.В. Батищев, О.Н. Шпак // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 4 (19). – С. 233-237.

8. Мануфактура Дикая Сибирь – официальный сайт компании / Режим доступа: <https://wildsiberia.org/>. – Дата обращения: 27.11.2023 г.

9. Носенко, Т.Н. Практикум по колебательной спектроскопии: учебное пособие / Т.Н. Носенко, В.Е. Ситникова, И.Е. Стрельникова, М.И. Фокина. – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 173 с.

10. Раднаев, Д.Н. Оптимизация технологического комплекса машин в растениеводстве / Д.Н. Раднаев, С.С. Калашников, С.Н. Шуханов // Аграрная наука. – 2015. – № 8. – С. 28-30.

11. Рогов, И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов, А.В. Горбатов. – М.: Изд-во “Пищевая промышленность”, 1974. – 583 с.

12. Федотов, В.А. Установка для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / В.А. Федотов, В.Д. Очиров // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 5 (15). – С. 70-73.

13. Худоногов, А.М. Применение ИК-биостимуляторов семян в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области (рекомендации) / А.М. Худоногов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров, В.А. Федотов. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 42 с.

14. Худоногов, И.А. Влияние режимов ИК-энергоподвода на качественные и количественные показатели сушеных корнеплодов моркови / И.А. Худоногов, В.Д. Очиров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 8 (70). – С. 73-77.

15. Altukhov, I.V. Automation of the drying process of agricultural raw materials to obtain products of high nutritional value / I.V. Altukhov, S.M. Bykova, G.V. Lukina, V.D. Ochirov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Т. 421. – С. 032019.

16. Ochirov, V.D. Investigation of infrared drying of carrot chips / V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, S.M. Bykova, N.V. Tsuglenok // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Т. 659. – С. 012037.

17. Ochirov, V.D. Use of electrical heating in heat treatment technology and drying of wild-growing raw / V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, V.A. Fedotov // 2019 International multi-conference on industrial engineering and modern technologies, FarEastCon 2019this link is disabled. – 2019. – С. 8934799.

## References

1. Altuhov, I.V. et all. Perspektivy primeneniya tomatnogo poroshka v recepture pesochного pechen'ya [Prospects for the use of tomato powder in the recipe for shortbread cookies]. Vestnik KrasGAU, 2021, no. 12 (177), pp. 254-259.

2. Altuhov, I.V., Ochirov, V.D. Tekhnologiya infrakrasnoj sushki saharosoderzhashchih korneplodov [Technology of infrared drying of sugar-containing root vegetables]. Ulaanbaatar, 2010, pp. 87-92.

3. Altuhov, I.V. et all. Tekhnologiya polucheniya sushyonyh tomatov [Technology for producing dried tomatoes]. Aktual'nye voprosy inzhenerno-tehnicheskogo i tekhnologicheskogo obespecheniya APK, 2021, pp. 105-111.

4. Boloev, P.A. et all. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelvaniya zernovykh kul'tur v usloviyah Vostochnoj Sibiri [Resource-saving technologies for cultivating grain crops in Eastern Siberia]. Agrarnyj nauchnyj zhurnal, 2015, no. 10, pp. 31-34.

5. Ginzburg, A.S. Osnovy teorii i tekhniki sushki pishchevykh produktov [Fundamentals of the theory and technology of drying food products]. Moscow, 1973, 528 p.

6. Isachenko, V.P. et all. Teploperedacha [Heat transfer]. Moscow, 1981, 416 p.

7. Kudryashev, G.S. et all. Issledovanie effektivnosti primeneniya v APK fil'trokompensiruyushchih ustrojstv [Study of the effectiveness of using filter compensating devices in the agro-industrial complex]. Innovacii v sel'skom hozyajstve, 2016, no. 4 (19), pp. 233-237.

8. Manufaktura Dikaya Sibir' – oficial'nyj sajt kompanii [Manufactory Wild Siberia – official website of the company]. <https://wildsiberia.org/>. – Data obrashcheniya: 27.11.2023 g.

9. Nosenko, T.N. et all. Praktikum po kolebatel'noj spektroskopii [Workshop on vibrational spectroscopy]. Sankt-Peterburg, 2021, 173 p.

10. Radnaev, D.N. et all. Optimizaciya tekhnologicheskogo kompleksa mashin v rastenievodstve [Optimization of the technological complex of machines in crop production]. Agrarnaya nauka, 2015, no. 8, pp. 28-30.

11. Rogov I.A., Gorbatov A.V. Fizicheskie metody obrabotki pishchevykh produktov [Physical methods of food processing]. Moscow, 1974, 583 p.

12. Fedotov, V.A., Ochirov, V.D. Ustanovka dlya predposevnoj obrabotki semyan sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Installation for pre-sowing treatment of agricultural seeds]. Innovacii v sel'skom hozyajstve, 2015, no. 5 (15), pp. 70-73.

13. Hudonogov, A.M. et all. Primenenie IK-biostimulyatorov semyan v sel'skohozyajstvennykh predpriyatiyah Irkutskoj oblasti (rekommendacii) [Application of IR biostimulants of seeds in agricultural enterprises of the Irkutsk region (recommendations)]. Irkutsk, 2011, 42 p.

14. Hudonogov, I.A., Ochirov, V.D. Vliyanie rezhimov IK-energopodvoda na kachestvennye i kolichestvennye pokazateli sushenykh korneplodov morkovi [The influence of IR energy supply modes on the qualitative and quantitative indicators of dried carrot roots]. Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2010, no. 8 (70), pp. 73-77.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** Author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of this study. Author of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The author declares no conflict of interest.

## История статьи / Article history

Дата поступления в редакцию / Received: 27.01 2024

Поступила после рецензирования и доработки / Received: 20.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

## Сведения об авторах:

Быкова Светлана Михайловна – старший преподаватель кафедры энергообеспечения и теплотехники энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3532-6601>.

Цыдыпова Олеся Николаевна – аспирант кафедры энергообеспечения и теплотехники энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89086610133, e-mail: olesia.ts@mail.ru.

Очиров Вадим Дансарунович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой энергообеспечения и теплотехники энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9978-9691>.

Алтухов Игорь Вячеславович – доктор технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией “Энергосбережение в электротехнологиях” энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500505500, e-mail: altukhigor@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4638-5842>.

### **Information about authors**

Svetlana M. Bykova – senior lecturer, department of energy supply and heat engineering, energy faculty, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3532-6601>.

Olesya N. Tsydyanova – postgraduate student of the department of energy supply and heating engineering, energy faculty, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89086610133, e-mail: olesia.ts@mail.ru.

Vadim D. Ochirov – candidate of technical sciences, head of the department of energy supply and heat engineering, energy faculty, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89501205411, e-mail: ochirov@igsha.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9978-9691>.

Igor V. Altukhov – doctor of technical sciences, head of the research laboratory “Energy Saving in Electrotechnologies” of the energy faculty, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89500505500, e-mail: altukhigor@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4638-5842>.



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-28-35

УДК 631.354.2.076

Научная статья

## АНАЛИЗ БУНКЕРНОГО ЗЕРНА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Н.Н. Степанов, А.А. Бричагина, Н.В. Степанов

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского  
*п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

**Аннотация.** В статье установлены факторы, влияющие на количество и виды потерь зерна за зерноуборочными машинами при уборке зерновых культур. Проанализированы причины возникновения прямых и косвенных потерь зерна за различными узлами комбайнов, в том числе, причины возникновения механических повреждений зерна. Установлено, что на величину повреждений влияют: физико-механические свойства хлебной массы, конструктивные параметры молотильно-сепарирующего устройства, пропускная способность молотильного аппарата, частота вращения барабана, величины молотильного зазора, эксплуатационные режимы работы комбайна. Приведены результаты экспериментов, проводимых с целью сравнения показателей качества при выполнении технологического процесса зерноуборочными комбайнами VECTOR 410, ACROS 580 “РОСТСЕЛЬМАШ” и DOMINATOR 370 “CLAAS”. Бункерное зерно анализировалось по регламентированным методикам в соответствии с ГОСТ 28301-2015 “Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний”.

В зерновом материале определялось процентное соотношение следующих фракций: зерно основное, примесь зерновая, зерно с механическими повреждениями, недомолоченное зерно в колосках, зерно обрушенное и примесь сорная. В результате анализа полученных данных установлено, что чистота зерна (содержание целых зерен основной культуры) в бункерах зерноуборочных комбайнов составляет VECTOR 410 – 96.2%; ACROS 560-96.7%; DOMINATOR 370 – 97.1%. Данные величины находятся в пределах, обозначенных агротехническими требованиями. Количество дробленых и обрушенных зерен в бункерах зерноуборочных комбайнов составляет VECTOR 410 – 2.5%; ACROS 560 – 2.2%.

Данные показатели соответствуют агротехническим требованиям, предъявляемым к качеству продовольственного зерна, но не соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству семенного материала. Количество дробленых и обрушенных зерен в бункере DOMINATOR 370 – 1.7%, что соответствует агротехническим требованиям к семенному материалу. Снижение механических повреждений зерна с целью получения семенного материала возможно за счет оптимизации эксплуатационных и технологических показателей функционирования зерноуборочных комбайнов.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, агротехническая оценка, потери зерна, зерно с механическими повреждениями, сорная примесь.

**Для цитирования:** Степанов Н.Н., Бричагина А.А., Степанов Н.В. Анализ бункерного зерна зерноуборочных комбайнов. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1(50):28-35. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-28-35.

## ANALYSIS OF BUNKER GRAIN OF COMBINE HARVESTERS

Nikolay N. Stepanov, Anastasia A. Brichagina, Nikolay V. Stepanov

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky  
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

**Abstract.** The article identifies factors influencing the amount and types of grain losses due to grain harvesting machines when harvesting grain crops. The reasons for the occurrence of direct and indirect grain losses due to various components of combines, including the reasons for the occurrence of mechanical damage to grain, are analyzed. It has been established that the amount of damage is influenced by: physical and mechanical properties of the grain mass, design parameters of the threshing-separating device, throughput of the threshing apparatus, drum rotation speed, threshing gap sizes, and operating modes of the combine. The results of experiments carried out to compare quality indicators when performing the technological process with grain harvesters VECTOR 410, ACROS 580 “ROSTSELMASH” and DOMINATOR 370 “CLAAS” are presented. Bunker grain was analyzed using regulated methods in accordance with GOST 28301-2015 “Grain harvesters. Test methods”.

In the grain material, the percentage of the following fractions was determined: main grain, grain admixture, grain with mechanical damage, under-milked grain in spikelets, hulled grain and weed admixture. As a result of the analysis of the data obtained, it was found that grain purity (the content of whole grains of the main crop) in the bunkers of combine harvesters is VECTOR 410 – 96.2%; ACROS 560-96.7%; DOMINATOR 370 – 97.1%. These values are within the limits specified by agrotechnical requirements. The amount of crushed and collapsed grains in the bunkers of combine harvesters is VECTOR 410 – 2.5%; ACROS 560 – 2.2%.

These indicators meet the agrotechnical requirements for the quality of food grain, but do not meet the requirements for the quality of seed material. The amount of crushed and dehulled grains in the DOMINATOR 370 bunker is 1.7%, which meets the agrotechnical requirements for seed material. Reducing mechanical damage to grain in order to obtain seed material is possible by optimizing the operational and technological indicators of the functioning of combine harvesters.

**Keywords:** combine harvester, agrotechnical assessment, grain losses, grain with mechanical damage, weeds.

**For citation:** Stepanov N.N., Brichagina A.A., Stepanov N.V. Analysis of bunker grain of combine harvesters. *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1(50):28-35. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-28-35.

**Введение.** В соответствии с Государственной программой Иркутской области “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия” на 2019-2025 годы предусмотрено повышение конкурентоспособности зернового производства за счет увеличения валового сбора зерна [4].

Наряду с другими мероприятиями этого можно добиться путем снижения потерь зерна за зерноуборочными машинами при уборке за счет оптимизации эксплуатационных и технологических показателей их функционирования.

**Цель** – сравнительная оценка показателей работы зерноуборочных комбайнов различных марок через определение качества бункерного зерна.

**Материалы и методы.** В производственных условиях при уборке зерновых культур применяются следующие виды потерь зерна, возникающих: прямые и косвенные.

Прямые потери включают в себя потери недомолоченным и свободным зерном за соломотрясом и половонабивателем (при классической схеме молотилки); срезанными и несрезанными колосьями и свободным зерном за жаткой или подборщиком; просыпавшимся зерном через щели при неплотных соединениях узлов комбайна, а также потери от естественного самоосыпания зерна при запаздывании с уборкой. К прямым потерям зерна относятся потери уже убранного зерна при перевозках, а также убытки, причиняемые вредителями и т.д.

Косвенные потери – это потери посевных и хлебопекарных свойств зерна. К этой группе относят все зерна, получившие механические повреждения. Механические повреждения оказывают в наибольшей степени отрицательное влияние на сохранность зерна, его посевные и продуктивные качества. Большое содержание в зерновой массе механически поврежденных зерен приводит к интенсивному развитию микроорганизмов, при этом возникают очаги самосогревания, что может привести к полной негодности зерна.

При уборке зерно подвергается механическому воздействию со стороны рабочих органов комбайна при движении в молотильном аппарате, домолачивающем устройстве, в шнеках и элеваторах и т. д. При этом зерна могут получать не только макроповреждения (видимые невооруженным глазом нарушения целостности, обрушивание и плющение), но и микроповреждения (полное или частичное повреждение зародыша, нарушение целостности оболочки зерна, повреждение эндосперма; внутренние травмы, вмятины, ушибы и т.д.) [1, 6].

В отличие от зерен с макроповреждениями, которые по своим размерам значительно отличаются от целых и могут быть легко выделены на любых зерноочистительных и сортировальных машинах, зерна с микроповреждениями выявляются только при использовании увеличительных приборов, окрашивании зерна и т.д. [5].

При комбайновой уборке зерновых культур зерна приобретают механические повреждения, в основном, в молотильно-сепарирующем устройстве в момент продвижения хлебной массы сквозь зазор между молотильным барабаном и подбарабаньем. На степень повреждения зерна влияют следующие факторы [7, 8, 9, 10]:

- количество хлебной массы, проходящей через молотильный аппарат в единицу времени;
- частота вращения барабана;
- величина зазоров между барабаном и декой;
- конструктивные особенности молотильного аппарата (диаметр и длина барабана, тип барабана и подбарабанья, число бичей, угол обхвата барабана подбарабаньями, количество барабанов, наличие барабана-

ускорителя и т. д.);

– физико-механические свойства зерна (геометрические размеры, влажность, прочность и т.д.);

– техническое состояние узлов и деталей молотильно-сепарирующего устройства.

Главной причиной значительных повреждений зерна молотильными аппаратами является несоответствие технологических регулировок биологическим и физико-механическим свойствам зерна и растений в период уборки.

В соответствии с ГОСТ 28301-2015 при уборке зерновых культур однофазным способом, зерновой материал должен соответствовать нижеперечисленным агротехническим требованиям [2]:

– чистота бункерного зерна (содержание целых зерен основной культуры в зерновом материале) должна быть не ниже 95%;

– количество дробленых и обрушенных зерен в бункере не должно превышать: для семенного зерна – 1%, для продовольственного – 3%.

Для сравнения показателей качества выполнения технологического процесса зерноуборочными комбайнами, эксплуатируемыми в сельскохозяйственном предприятии Баяндаевского района Иркутской области, через оценку бункерного зерна в 2023 г. нами были проведены исследования при уборке овса. Сорт овса – “Ровесник”, урожайность – 24 ц/га. Оценивалось качество бункерного зерна в зерноуборочных комбайнах VECTOR 410, ACROS 560 и DOMINATOR 370. Уборка сельскохозяйственной культуры осуществлялась прямым комбайнированием на одном поле в один день. Режимы работы и технологические регулировки рабочих органов комбайнов выбирались в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации.

Определение качества зернового материала в бункерах зерноуборочных комбайнов осуществлялось по регламентированной методике согласно ГОСТ 28301-2015 “Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний” [2].

Из отобранных образцов материала выделялись навески массой 50 г. по ГОСТ 13586.3. Анализ зерна проводился в соответствии с ГОСТ 30483.

Зерновой материал разделялся на следующие фракции:

– основное зерно и зерновая примесь,

– сорная примесь.

К основному зерну, помимо полноценных зерен, также относено щуплое зерно – невыполненное, сморщенное, легковесное, деформированное вследствие неблагоприятных условий развития и созревания. За зерновую примесь принято дробленое зерно, зерно в колосках и пленках и обрушенное зерно. Дробленным зерном считались все битые, независимо от величины оставшейся части зерна. Зерно в колосках и пленках очищалось, отход был отнесен к сорной примеси, а зерно – к зерновой примеси. Обрушенным

зерном считалось зерно, потерявшее полностью или частично оболочку.

К сорной примеси отнесены органические и минеральные примеси (почвенные частицы, полову, семена сорняков, насекомых и т.д.).

Отобранные фракции взвешивались с погрешностью  $\pm 0,1$  г.

Процентное содержание дробленого (обрушенного) зерна  $D_{др(об)}$ , % определялось по выражению:

$$D_{др(об)} = \frac{q_{др(об)}}{q_o + q_{др(об)} + q_{к.п}}, \quad (1)$$

где  $q_{др(об)}$  – масса дробленого (обрушенного) зерна, г;

$q_o$  – масса основного зерна, г;

$q_{к.п}$  – масса зерна в колосках и пленках, г.

Процентное содержание сорной примеси  $П_c$ , % определялось по выражению:

$$П_c = \frac{q_c}{q_n} \times 100\%, \quad (2)$$

где  $q_c$  – масса сорной примеси, г;

$q_n$  – масса навески, г.

Определение массы 1000 бункерных зерен овса осуществлялось по ГОСТ 10842-89 [3] при влажности 12.1%. Установлено, что масса 1000 зерен составила 39.8 г.

**Основные результаты.** Результаты оценки качества зерна овса в бункерах зерноуборочных комбайнов “РОСТСЕЛЬМАШ” VECTOR 410, ACROS 560 и “CLAAS” DOMINATOR 370 приведены в таблице.

Таблица – Качество бункерного зерна зерноуборочных комбайнов

Table – Quality of bunker grain of combine harvesters

Наименование показателя	VECTOR 410	ACROS 560	DOMINATOR 370
1. Содержание основного зерна и зерновой примеси, всего, %	98,7	98,9	98,8
В том числе:			
- основное зерно, %	96,2	96,7	97,1
- зерновая примесей дробленое (битое) зерно, %	2,5	2,2	1,7
- зерно в колосках и пленках, %	0	0	0
- обрушенное зерно (для пленчатых культур), %	0	0	0
2. Содержание сорной примеси, %	1,3	1,1	1,2

**Выводы.** В результате анализа полученных данных установлено, что чистота зерна (содержание целых зерен основной культуры) в бункерах зерноуборочных комбайнов составляет VECTOR 410 – 96.2%; ACROS 560 – 96.7%; DOMINATOR 370 – 97.1%. Данные показатели находятся в пределах, обозначенных агротехническими требованиями.

Количество дробленых и обрубленных зерен в бункерах зерноуборочных комбайнов составляет VECTOR 410 – 2.5%; ACROS 560 – 2.2%. Данные показатели соответствуют агротехническим требованиям, предъявляемым к качеству продовольственного зерна, но не соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству семенного материала. Количество дробленых и обрубленных зерен в бункере DOMINATOR 370 – 1.7%, что соответствует агротехническим требованиям к семенному материалу.

Снижение механических повреждений зерна с целью получения семенного материала возможно за счет оптимизации эксплуатационных и технологических показателей функционирования зерноуборочных комбайнов.

#### Список литературы

1. Гиевский, А.М. Качественные показатели работы зерноуборочных комбайнов John Deere S780I на уборке сои в экстремальных условиях / А.М. Гиевский, Р.С. Потапов, В.А. Гиевский // Актуальные направления научных исследований для эффективного развития АПК: матер. междунар. научно-практ. конф., Воронеж, 17 марта 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – 2023. – С. 84-95.
2. ГОСТ 28301 – 2015 “Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний”. – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартиформ. – 2017. – 39 с.
3. ГОСТ 10842-89 “Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян”. – Введ. 01.07.1991. – М.: Стандартиформ. – 2009. – 4 с.
4. Государственная программа Иркутской области “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия” на 2019-2025. Министерство сельского хозяйства Иркутской области. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://irkobl.ru/sites/agroline/Programs/>
5. Жалнин, Э.В. Классификация потерь зерна и их оценка / Э.В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2014. – № 9. – С. 4-6.
6. Иовлев, Г.А. Обзор испытаний зерноуборочных комбайнов на качество выполнения процесса обмолота зерновых культур / Г.А. Иовлев, И.И. Голдина / Теория и практика мировой науки. – Екатеринбург: Сверд. рег. отд. “Международная академия аграрного образования”. – 2017. – № 11. – С. 56-62.
7. Полей, О.Ю. Обоснование полевой машины для уборки зерновых культур со сбором невеянного вороха / О.Ю. Полей, Г.Н. Поляков, А.В. Косарева // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: матер. Всеросс. студ. научно-практ. конф.: в IV томах, Иркутск, 17-18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. – 2022. – С. 141-144.
8. Семин, А.Н. Исследования эффективности технологического процесса обмолота зерновых культур / А.Н. Семин, Г.А. Иовлев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 7. – С. 25-27
9. Фракционный состав бункерных семян льна масличного / А.А. Бричагина, Н.В. Степанов, В.В. Пальвинский, А.В. Моисеев // Климат, экология и сельское хозяйство Евразии :

матер. XII междунар. научно-практ. конф. п. Молодежный, 27-28 апреля 2023 года. Том II. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. – 2023. – С. 14-19.

10. Хмелев, И.В. Анализ бункерного зерна зерноуборочных комбайнов “Ростсельмаш” / И.В. Хмелев, А.А. Бричагина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: матер. Всеросс. студ. научно-практ. конф. в IV томах, Иркутск, 17-18 февраля 2022 года. Том IV. – п. Молодежный: Иркутский ГАУ. – 2022. – С. 231-237.

### References

1. Gievskij, A.M. et all. Kachestvennye pokazateli raboty zernouborochnyh kombajnov John Deere S780I na uborke soi v ekstremal'nyh usloviyah [High-quality performance of John Deere S780I combine harvesters for harvesting soybeans in extreme conditions]. Voronezh, 2023, pp. 84-95.

2. GOST 28301 – 2015 “Kombajny zernouborochnye. Metody ispytaniy” [GOST 28301 – 2015 “Combine harvesters. Test methods”]. Moscow: Standartinform, 2017, 39 p.

3. GOST 10842-89 “Zerno zernovyh i bobovyh kul'tur i semena maslichnyh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan” [GOST 10842-89 “Grain of cereals and legumes and seeds of oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains or 1000 seeds”]. Moscow: Standartinform, 2009, 4 p.

4. Gosudarstvennaya programma Irkutskoj oblasti “Razvitie sel'skogo hozyajstva i regulirovanie rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya” na 2019-2025. [The state program of the Irkutsk region “Development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets” for 2019-2025]. <https://irkobl.ru/sites/agroline/Programs/>

5. Zhalnin, E.V. Klassifikaciya poter' zerna i ih oценка [Classification of grain losses and their assessment]. Sel'skij mekhanizator. 2014, no. 9, pp. 4-6.

6. Iovlev, G.A., Goldina, I.I. Obzor ispytaniy zernouborochnyh kombajnov na kachestvo vypolneniya processa obmolota zernovyh kul'tur [An overview of the tests of combine harvesters on the quality of the grain threshing process]. Teoriya i praktika mirovoj nauki. Ekaterinburg, 2017, no.11, pp. 56-62.

7. Polej, O.Yu. et all. Obosnovanie polevoj mashiny dlya uborki zernovyh kul'tur so sborom neveyannogo voroha [Justification of a field machine for harvesting grain crops with the collection of a non-sown pile]. Molodezhnyj, 2022, pp. 141-144.

8. Semin, A.N., Iovlev, G.A. Issledovaniya effektivnosti tekhnologicheskogo processa obmolota zernovyh kul'tur [Research on the effectiveness of the technological process of threshing grain crops]. Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij. 2018, no. 7, pp. 25-27

9. Brichagina, A.A. et all. Frakcionnyj sostav bunkernyh semyan l'na maslichnogo [Fractional composition of bunker seeds of oilseed flax]. Molodezhnyj, 2023, pp. 14-19.

10. Hmelev, I.V., Brichagina, A.A. Analiz bunkernogo zerna zerouborochnyh kombajnov “Rostsel'mash” [Analysis of bunker grain of Rostselmash grain harvesters]. Molodezhnyj, 2022, pp. 231-237.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

### История статьи / Article history

Дата поступления в редакцию / Received: 24.01 2024

Поступила после рецензирования и доработки / Received: 19.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### Сведения об авторах

Степанов Николай Николаевич – аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89086511385, e-mail: nikolaystepanov38@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4572-340X>

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500624935, e-mail: abrichagina@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-3676-289X>

Степанов Николай Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0173-620X>

### Information about authors

Nikolay N. Stepanov – postgraduate student of the Department of Chair of Operation of Machine and Tractor Park and Health and Safety of Engineering Faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89086511385, e-mail: nikolaystepanov38@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4572-340X>

Anastasia A. Brichagina – candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of the Agro-Industrial Complex of Engineering Faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89500624935, e-mail: anabri8t@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-3676-289X>

Nikolay V. Stepanov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chair of Operation of Machine and Tractor Park and Health and Safety of Engineering Faculty, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0173-620X>



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-36-44

УДК 621.313(314).3

Научная статья

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТИ 0.38 КВ

А.В. Чурин, С.В. Сукьясов

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,  
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** На сегодняшний день асинхронные электродвигатели мощностью от 0.75 до 75 кВт распространены в агропромышленном комплексе России. Их количество составляет около 90% парка электрических машин и 55% от потребляемой мощности. Такую популярность они получили благодаря простоте конструкции, высоким энергетическим показателям и эксплуатационной надежности. Однако асинхронные электродвигатели часто выходят из строя по причине отклонения показателей качества электрической энергии от нормированных значений. Наибольшее влияние на надежность работы асинхронных двигателей оказывает несимметрия напряжения, приводящая к сокращению срока службы машин и нарушению технологического процесса.

Сельским распределительным сетям 0.4 кВ характерны такие недостатки, как значительная протяжённость, соизмеримая трансформаторным подстанциям мощность одиночных электроприемников, неравномерная загрузка фаз. Все это приводит к возникновению несимметрии напряжений в рассматриваемой сети.

Стандарт, регламентирующий качество электрической энергии, устанавливает нормально допустимые и предельно допустимые значения коэффициентов несимметрии напряжений – 2% и 4% соответственно. Превышение несимметрии напряжений в трехфазной сети выше указанных значений приводит к снижению вращающегося момента асинхронных электрических двигателей и снижению полезной мощности.

Проведение исследования качества электрической энергии требует не только квалифицированного в этой области персонала, но и наличия измерительной техники с высоким классом точности. Современные многофункциональные приборы дают возможность получения информации в различном виде (цифровой формат, графоаналитический и т.п.), но имеют высокую стоимость. Поэтому вопрос поиска альтернативных высокоточных схемных решений и аппаратных средств измерения показателей качества электрической энергии является актуальным.

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, коэффициенты несимметрии, отклонение напряжения.

**Для цитирования:** Чурин А.В., Сукьясов С.В. Методы измерения коэффициентов несимметрии напряжения в сети 0.38 кВ. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1 (50):36-44. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-36-44.

## METHODS FOR MEASURING VOLTAGE ASYMMETRY COEFFICIENTS IN A 0.38 KV NETWORK

Alexander V. Churin, Sergey V. Sukyasov

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,  
Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk Region, Russia

**Abstract.** To date, asynchronous electric motors with a power from 0.75 to 75 kW are common in the Russian agro-industrial complex. Their number is about 90% of the electric machine fleet and 55% of power consumption. They gained such popularity due to their simplicity of design, high energy performance and operational reliability. However, asynchronous electric motors often fail due to deviations in the quality of electrical energy. The greatest impact on the reliability of operation of asynchronous motors is exerted by voltage asymmetry, which leads to a reduction in the service life of machines and disruption of the technological process.

Rural distribution networks of 0.4 kV are characterized by such disadvantages as significant length, the power of single power receivers commensurate with transformer substations, and uneven phase loading. All this leads to voltage asymmetry in the network under consideration.

The standard regulating the quality of electrical energy establishes normally permissible and maximum permissible values of voltage asymmetry coefficients - 2% and 4%, respectively. Exceeding the voltage asymmetry in a three-phase network above the specified values leads to a decrease in the rotating torque of asynchronous electric motors and a decrease in useful power.

Carrying out a study of the quality of electrical energy requires not only personnel qualified in this field, but also the availability of measuring equipment with a high class of accuracy. Modern multifunctional devices make it possible to obtain information in various forms (digital format, graphical-analytical, etc.), but have a high cost. Therefore, the issue of searching for alternative high-precision circuit solutions and hardware for measuring electrical energy quality indicators is relevant.

**Keywords:** asynchronous electric motor, asymmetry coefficients, voltage deviation.

**For citation:** Churin A.V., Sukyasov S.V. Methods for measuring voltage asymmetry coefficients in a 0.38 kV network. *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1 (50):36-44. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-36-44.

**Введение.** Сложные условия эксплуатации асинхронных электродвигателей приводят к снижению их срока службы, что, в свою очередь, затрудняет надежность функционирования технологических процессов в сельском хозяйстве. На работу электрических машин влияет микроклимат сельскохозяйственных помещений, режимы работы в условиях изменяющегося качества электрической энергии в сети 0.4 кВ.

Электроснабжение большинства сельскохозяйственных предприятий выполняется по второй категории, электроприёмники снабжаются по двум независимым линиям, а большая протяженность линий электропередач приводит к ухудшению показателей качества питающего напряжения, снижению вращающихся моментов асинхронных электродвигателей, остановке или нарушению технологических процессов. Для устранения данных недостатков предприятию необходимо не только проводить плановые

технические осмотры электрооборудования, реконструкцию схем внутренних линий, но и организовать постоянный мониторинг показателей качества электрической энергии [1, 2, 5, 6, 14].

Несимметричные режимы работы сельских распределительных сетей 0.4 кВ характеризуются наличием неравномерной загрузки фаз. Это приводит к изменению таких показателей качества электрической энергии, как коэффициенты несимметрии по обратной и нулевой последовательности, отклонение напряжения. Данные показатели регламентируются ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [3].

Для своевременного применения мероприятий по улучшению качества электроэнергии необходимо применение профессиональных измерительных приборов, регистрирующих данные показатели. **Целью работы** является определение схемных решений измерительной техники с высоким классом точности для нахождения коэффициентов несимметрии напряжения.

**Методы и материалы.** Исследования проведены с использованием теоретических научных трудов отечественных авторов [7, 12], в работах которых рассмотрены методы симметричных составляющих трехфазных сетей. Анализ рассмотренных материалов позволил выделить схемные решения, обладающие достаточной точностью измерений показателей качества электрической энергии.

**Основные результаты.** Основой решения вопроса нормализации показателей качества электроэнергии является проведение энергетического обследования электрического оборудования и сетей. Это особенно актуально ввиду постоянного увеличения единичной мощности электроприемников, насыщением систем управления технологическими процессами современными устройствами автоматики, электронной и полупроводниковой техникой.

На рисунке 1 приведена наиболее распространённая для сельских сетей 0.4 кВ магистральная схема электроснабжения [9]. Данная схема электроснабжения позволяет снизить затраты на их сооружение с одной стороны, но значительная ее протяжённость, наличие резко переменной нагрузки и постоянно меняющаяся мощность потребителей, с другой, приводит к изменению важного параметра – напряжения.

Исследования, проведенные в работах некоторых авторов [7, 9-11, 13], показали, что на срок службы асинхронных двигателей значительно влияет несимметрия и отклонение напряжения.

Основной причиной возникновения несимметрии напряжения является неравномерная нагрузка по фазам сети. При несимметрии напряжения возникают потери электроэнергии, что приводит к дополнительным экономическим затратам.

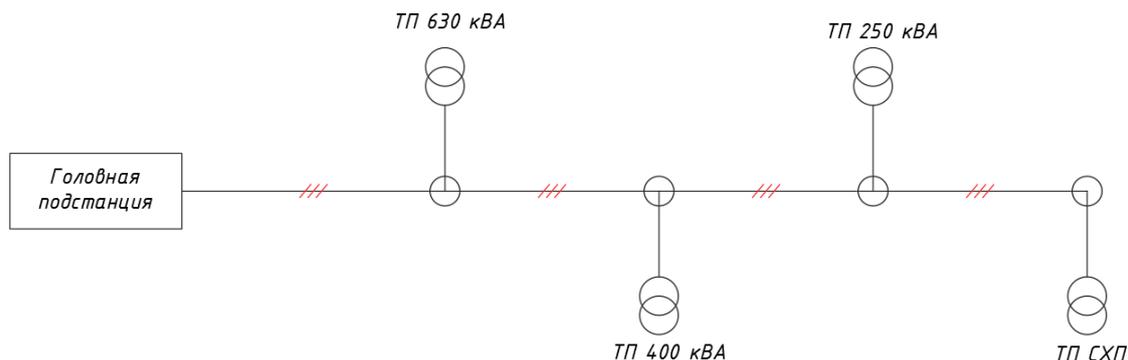


Рисунок 1 – Пример питающей сети сельскохозяйственного предприятия

Figure 1 – An example of a power supply network for an agricultural enterprise

Влиять на величину несимметрии напряжений возможно при помощи изменения схемы вторичных обмоток трансформатора, но этот способ требует больших капиталовложений и усложняет его конструкцию [9]. Наиболее часто применяется схема встречного зигзага с нулевой точкой, обладающая минимальным сопротивлением нулевой последовательности.

ГОСТом [1] нормируются два показателя несимметрии напряжения – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности и коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности. Регламентируются стандартом нормально допустимые значения – 2% и предельно допустимые значения – 4%. На практике данные коэффициенты могут значительно отклоняться от установленных значений, что приводит к перегреву статорной обмотки, к преждевременному выходу из строя оборудования [3, 4].

К тому же ухудшение качества электрической энергии ведет к дополнительным экономическим затратам в производстве, поэтому вопрос мониторинга и измерения рассматриваемых показателей сети 0.4 кВ является актуальным.

Приборы и методики определения несимметрии напряжения должны быть надежными, точными и экономически обоснованы. Использование щитовых, стрелочных и цифровых приборов требует содержать значительный приборный парк и имеет сложную схему измерения. Такие методики сопровождаются трудозатратными инженерными расчётами, а измерения являются косвенными [2].

Наиболее эффективным способом является применение специальных анализаторов качества электроэнергии, данные средства позволяют определить нужные параметры путем проведения прямых и косвенных измерений. Такие приборы серийно выпускают фирмы Fluke Instruments, Circutor и др. Стоимость подобных устройств составляет около 700 тысяч рублей. Более того, прямым измерением невозможно определить показатели напряжения и тока в фазах и

при расчётах необходимо опираться на косвенные результаты. Подобная методика ведет за собой погрешности расчётов [12].

Эффективными способами могут послужить схемные решения и аппаратные средства, которые позволяют сельскохозяйственному предприятию не прибегать к дорогостоящим специализированным устройствам. Использование подобного метода можно непрерывно вести мониторинг показателей качества электроэнергии собственными средствами.

С учетом нормативных документов [12] измерения показателей качества электрической энергии на предприятиях необходимо проводить один раз в два года. Однако в действительности для своевременного применения мероприятий по их нормализации нужен постоянный контроль, регистрация и анализ. Только так можно обеспечить сохранность и работоспособность асинхронных электродвигателей в условиях изменения качества электроэнергии.

Несимметрия напряжений может присутствовать в сетях 0,4 кВ и при трехфазной симметричной нагрузке, причиной этому может быть неодинаковое сопротивление фаз, а также неравенство фазных и линейных напряжений [12].

Для определения коэффициентов несимметрии напряжений необходимо трехфазную несимметричную систему фазных и линейных напряжений преобразовать с симметричную систему прямой, обратной и нулевой последовательностей, а построенная векторная диаграмма позволит графически рассмотреть составляющие. Известно, что при симметричной системе напряжений в любой момент времени сумма векторов линейных и фазных напряжений равна нулю, тогда сумма векторов несимметричной системы фазных напряжений приравняется к утроенному значению напряжения нулевой последовательности.

Определение коэффициента несимметрии напряжения нулевой последовательности возможно простым способом, используя схему симметричной прецизионной резистивной звезды (рис. 2) [12].

Получить высокую точность и чувствительность измерений возможно при помощи использования в рассматриваемой схеме диодно-резисторных мостов и микроамперметра магнитоэлектрической системы. Снижая зону нечувствительности в заданном диапазоне измерений, ток нейтрали будет пропорционален напряжению нулевой последовательности.

Предлагаемая схема позволяет с высокой точностью определить коэффициент нулевой последовательности в диапазоне от 0 до 10%, при этом абсолютная погрешность составит не более 0.3%. Указанного диапазона измерений, как правило, достаточно для получения необходимых данных [10].

Рассмотрим возможность определения коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности (рис. 3).

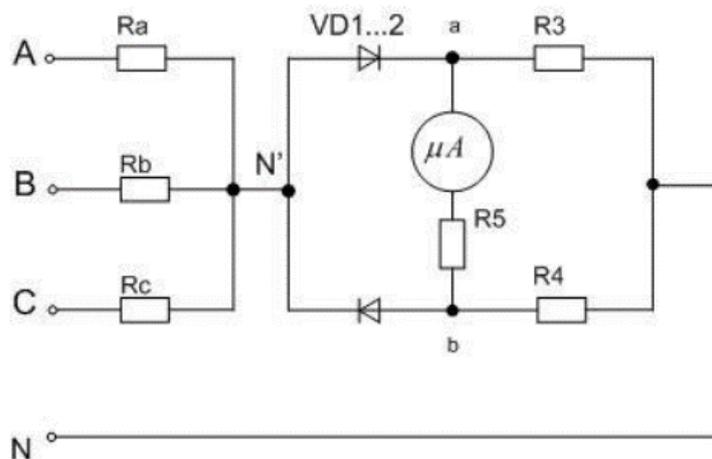


Рисунок 2 – Определение коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности

Figure 2 – Determination of the voltage asymmetry coefficient based on the zero sequence

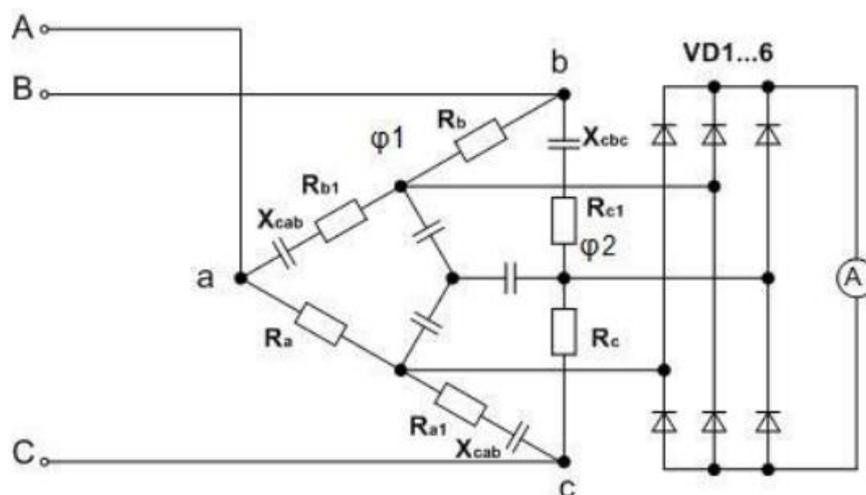


Рисунок 3 – Принципиальная схема определения коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности

Figure 3 – Schematic diagram for determining the voltage asymmetry coefficient using negative sequence

Основой данной схемы является прецизионный резистивно-емкостный “треугольник” с внутренней “звездой”, в плечах которого установлены “мосты Вина”. Настройка параметров “плеч”, добиваются подавления напряжения прямой последовательности на выходе. При этом напряжение обратной последовательности будет пропорционально выпрямляемому току моста.

Использование RC-цепочки позволяет не только изменять параметры схемы и регулировать диапазон изменения определяемого параметра, но и повысить точность за счет положительной обратной связи цепочки. Применяемый для фиксации тока микроамперметр обеспечивает высокую

точность измерений, а абсолютная погрешность может составить не более 0.2%.

**Выводы.** В данной работе рассмотрены функциональные устройства для определения несимметрии напряжения. В совокупности такие устройства могут служить эффективными методами определения показателей качества электрической сети. К основным достоинствам использования схемных решений относится низкая стоимость и отсутствие необходимости внешнего дополнительного питания, так как устройства включаются непосредственно в исследуемую сеть, а также то, что обеспечивается высокая точность измерений показателей качества. Своевременный мониторинг показателей качества питающей сети позволит в разы сократить непредвиденные экономические затраты в сельскохозяйственном производстве, связанные с выходом из строя электрического оборудования [1].

#### Список литературы

1. Бадейникова, Н.Г. Влияние несимметрии напряжения на изоляцию асинхронного электродвигателя / Н.Г. Бадейникова, А.В. Чурин // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: матер. междунар. научно-практ. конф. молодых ученых, Иркутск, 25-26 марта 2021 года. – Молодежный: Иркутский ГАУ, 2021. – С. 264-268.
2. Бородин, И.Ф. Потери электроэнергии в сельских сетях и пути их снижения / И.Ф. Бородин, А.П. Сердешнов // Техника в сельском хозяйстве. – 2002. – №1. – С.23-26.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Введ. 2014-01.07. – М.: Стандартиформ, 2014. – 20 с.
4. ГОСТ Р 51137-98. Электроприводы регулируемые асинхронные для объектов энергетики. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 12 с.
5. Наумов, И.В. Методика расчета показателей несимметрии токов и напряжений в сети 0.38 кВ с симметрирующим устройством / И.В. Наумов, Г.В. Лукина, С.В. Сукьясов, С.В. Подъячих // Ползуновский вестник. – 2001. – № 2. – С. 49.
6. Наумов, И.В. Несимметрия токов как причина дополнительных потерь мощности и снижения качества электрической энергии в сельской распределительной сети 0.38 кВ / И.В. Наумов, Г.В. Лукина, С.В. Сукьясов, С.В. Подъячих // Ползуновский вестник. – 2001. – № 2. – С. 35.
7. Савенко, А.В. Аналитическое определение коэффициентов несимметрии напряжения сети по нулевой и обратной последовательностям / А.В. Савенко. – Известия вузов. Электромеханика. – 2006. – №2.
8. Сукьясов, С.В. Работа асинхронного двигателя в условиях несимметрии напряжения / С.В. Сукьясов, А.В. Чурин // В сб.: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: матер. Всеросс. (национальной) научно-практ. конф. Отв. за выпуск С.Н. Петрова. Курск, 2021. – С. 112-116.
9. Сукьясов, С.В. Эффективность мероприятий по улучшению качества электрической энергии в СХ ПАО “Белореченское” / С.В. Сукьясов. – В сб.: Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: матер. II Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием. – Молодежный: Иркутский ГАУ. – 2020. – С. 211-222.
10. Сукьясов, С.В. Исследование несимметрии напряжения в коммунально-бытовом секторе / С.В. Сукьясов, А.В. Чурин, А.В. Рудых. – Актуальные вопросы аграрной науки. – 2022. – № 42. – С. 13-21.

11. Сукьясов, С.В. Влияние несимметрии напряжения на надежность работы асинхронного двигателя / С.В. Сукьясов, А.В. Чурин. – Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: матер. I нац. научно-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти доктора технических наук, проф. Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2021. – С. 279-282.

12. Троицкий, А.И. О потерях электроэнергии в сельских распределительных сетях 0.4 кВ / А.И. Троицкий. – Изв. вузов Сев.-Кав. науч. центра высш. шк. Технические науки. – 1996. – № 1. – С. 78-88

13. Чурин, А.В. Влияние несимметрии напряжения на установившуюся температуру асинхронного двигателя / Чурин А.В. – В книге: Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона. Сб. научных тезисов студентов. п. Молодежный, – 2021. – С. 199-200.

14. Чурин, А.В. Работа асинхронного двигателя в условиях несимметрии напряжения / А.В. Чурин, С.В. Сукьясов // Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК: матер. Всеросс. (национальной) научно-практ. конф. Курск, 31 марта 2021 года / Отв. за выпуск С.Н. Петрова. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – 2021. – С. 112-116.

### References

1. Badejnikova, N.G., CHurin A.V. Vliyanie nesimmetrii napryazheniya na izolyaciyu asinhronnogo elektrodvigatelya [The effect of voltage asymmetry on the insulation of an asynchronous electric motor]. Molodezhnyj, 2021, pp. 264-268.

2. Borodin, I.F., Serdesheynov A.P. Poteri elektroenergii v sel'skih setyah i puti ih snizheniya [Electricity losses in rural networks and ways to reduce them]. Tekhnika v sel'skom hozyajstve, 2002, no 1, pp. 23-26.

3. GOST 32144-2013. Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemah elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya [Electrical energy. Electromagnetic compatibility of technical means. Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems]. Moscow, 2014, 20 p.

4. GOST R 51137-98. Elektroprivody reguliruemye asinhronnye dlya ob'ektov energetiki. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Adjustable asynchronous electric drives for energy facilities. General technical conditions]. Moscow, 1998, 12 p.

5. Naumov, I.V. et all. Metodika rascheta pokazatelej nesimmetrii tokov i napryazhenij v seti 0.38 kV s simmetriruyushchim ustrojstvom [The method of calculating the asymmetry of currents and voltages in a 0.38 kV network with a balancing device]. Polzunovskij vestnik, 2001, no. 2, 49 p.

6. Naumov, I.V. et all. Nesimmetriya tokov kak prichina dopolnitel'nyh poter' moshchnosti i snizheniya kachestva elektricheskoy energii v sel'skoj raspreditel'noj seti 0.38 kV [Current asymmetry as a cause of additional power losses and a decrease in the quality of electric energy in a rural distribution network of 0.38 kV]. Polzunovskij vestnik, 2001, no. 2, 35 p.

7. Savenko A.V. Analiticheskoe opredelenie koefficientov nesimmetrii napryazheniya seti po nulevoj i obratnoj posledovatel'nostyam [Analytical determination of network voltage asymmetry coefficients by zero and reverse sequences]. Izvestiya vuzov. Elektromekhanika. 2006, no 2, pp. 12-19.

8. Suk'yasov, S.V., CHurin A.V. Rabota asinhronnogo dvigatelya v usloviyah nesimmetrii napryazheniya [Asynchronous motor operation in conditions of voltage asymmetry]. Kursk, 2021, pp. 112-116.

9. Suk'yasov, S.V. Effektivnost' meropriyatij po uluchsheniyu kachestva elektricheskoy energii v SKH PAO “Belorechenskoe” [The effectiveness of measures to improve the quality of electric energy in the agricultural complex of PJSC Belorechenskoye]. Molodezhnyj, 2020, pp. 211-222.

10. Suk'yasov, S.V. et all. Issledovanie nesimmetrii napryazheniya v kommunal'no-bytovom sektore [Investigation of voltage asymmetry in the public sector]. Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki,

2022, no. 42, pp. 13-21.

11. Suk'yasov, S.V., Churin A.V. Vliyanie nesimmetrii napryazheniya na nadezhnost' raboty asinhronnogo dvigatelya [The effect of voltage asymmetry on the reliability of the asynchronous motor]. Ryazan', 2021, pp. 279-282.

12. Troickij, A.I. O poteryah elektroenergii v sel'skih raspredelitel'nyh setyah 0,4 kV [On electricity losses in rural distribution networks of 0.4 kV]. Tekhnicheskie nauki, 1996, no 1, pp. 78-88.

13. Churin, A.V. Vliyanie nesimmetrii napryazheniya na ustanovivshuyusya temperaturu asinhronnogo dvigatelya [The effect of voltage asymmetry on the steady-state temperature of an asynchronous motor]. Molodezhnyj, 2021, pp. 199-200.

14. Churin, A.V., Suk'yasov, S.V. Rabota asinhronnogo dvigatelya v usloviyah nesimmetrii napryazheniya [Asynchronous motor operation in conditions of voltage asymmetry]. Kursk, 2021, pp. 112-116.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

#### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 19.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 28.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

#### **Сведения об авторах**

Чурин Александр Васильевич – аспирант 1 курса энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025602765, e-mail: acurin341@gmail.com)

Сукьясов Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7369-5593>.

#### **Information about authors**

Alexander V. Churin – 1st year graduate student of the Power Engineering Department, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, tel. 89025602765, e-mail: acurin341@gmail.com.

**Sergey V. Sukyasov** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Electrical Equipment and Physics, Faculty of Power Engineering, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, tel. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7369-5593>.



**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ,  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING, MANAGEMENT,  
MATHEMATICAL MODELING**

DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-45-53

УДК 519.237.5

Научная статья

**ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ В  
УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

<sup>1</sup>М.Н. Барсукова, <sup>2</sup>Ю.М. Краковский

<sup>1</sup>Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского  
*п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения,  
*г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** В работе рассмотрены два направления, предусмотренные национальной программой “Цифровая экономика Российской Федерации” – информационная безопасность и развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли. Авторами подчеркивается, что для успешной реализации программы по цифровой экономике необходимы квалифицированные специалисты в регионах страны, которые способны работать в “экономике знаний”. Для примера, в ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ при подготовке ИТ-специалистов по информационной безопасности и защите информации студентам предложено изучить шесть разделов, по которым подготовлены учебные и учебно-методические материалы для проведения лабораторных и практических занятий. Рассматриваемые разделы включают в себя описание аспектов безопасности информации. Кроме того, приведена характеристика объекта защиты, угроз и видов защиты информации. Уделено внимание стандартам управления информационной безопасностью и рисками, методике оценки информационных рисков, аудиту и программным средствам, поддерживающим аудит информационной безопасности. В дополнение к этому, приведена современная нормативная база формирования требований по защите информационных систем различного назначения; рассмотрены симметричные и асимметричные криптосистемы, предназначенные для шифрования электронных документов и контроля их целостности, проведено их сравнение, приведена технология сквозного шифрования. В разделе “Криптографические методы защиты электронного документо-оборота” приведено описание хэш-функций, а в разделе “Методы управления доступом и технологии аутентификации”, изложены вопросы двухфакторной аутентификации, строгой аутентификации, рассмотрены особенности биометрической аутентификации пользователей через режимы верификации и идентификации биометрической системы. Дополнительно в учебный план рекомендуется ввести дисциплину по экономике информационной безопасности.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, образование, информационная безопасность, защита информации.

**Для цитирования:** Барсукова М.Н., Краковский Ю.М. Подготовка специалистов по защите информации в условиях цифровой трансформации образования. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1 (50):45-53. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-45-53.

## TRAINING INFORMATION PROTECTION SPECIALISTS IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

<sup>1</sup>Margarita N. Barsukova, <sup>2</sup>Yuri M. Krakovsky

<sup>1</sup>Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky,  
*Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk Region, Russia*

<sup>2</sup>Irkutsk State Transport University, *Irkutsk, Russia*

**Abstract.** The work examines two areas provided for by the national program “Digital Economy of the Russian Federation” - information security and the development of human resources in the IT industry. The authors emphasize that for the successful implementation of the digital economy program, qualified specialists are needed in the regions of the country who are able to work in the “knowledge economy.” For example, at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Irkutsk State Agrarian University, when training IT specialists in information security and information protection, students were asked to study six sections for which educational and educational materials were prepared for laboratory and practical classes. The sections covered include a description of information security aspects. In addition, a description of the object of protection, threats and types of information protection is given. Attention is paid to information security and risk management standards, methods for assessing information risks, audits and software that support information security audits. In addition to this, a modern regulatory framework for the formation of requirements for the protection of information systems for various purposes is provided; symmetric and asymmetric cryptosystems designed for encrypting electronic documents and monitoring their integrity are considered, they are compared, and end-to-end encryption technology is presented. The section “Cryptographic methods for protecting electronic document flow” provides a description of hash functions, and the section “Access control methods and authentication technologies” outlines the issues of two-factor authentication, strong authentication, and discusses the features of biometric authentication of users through the verification and identification modes of the biometric system. Additionally, it is recommended to introduce a discipline on the economics of information security into the curriculum.

**Keywords:** digital transformation, education, information security, information protection.

**For citation:** Barsukova M.N., Krakovsky Yu.M. Training information protection specialists in the conditions of digital transformation of education. *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1 (50):45-53. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-45-53.

**Введение.** В связи с повышением роли информационных технологий и искусственного интеллекта в развитии мировой экономики в нашей стране также уделяется большое внимание “цифровизации экономики”. В первую очередь выделим стратегию развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы и реализуемую в настоящее время национальную программу “Цифровая экономика Российской Федерации”. Это, в свою очередь, потребовало создать специальные направления, посвященные информационной безопасности и кадрам для цифровой экономики.

Реализация направлений по информационной безопасности позволяет обеспечить стабильную работу и безопасность информационной критической инфраструктуры, способность отечественных разработок и технологий по защите информации превзойти конкурентов. В результате выстраивается действенная система защиты прав и законных интересов личности, бизнеса и государства от различных угроз, что особенно важно для реализации программ по импортозамещению [3, 7, 10].

Новые экономические и технологические условия требуют создания и реализации подходов по содействию гражданам в освоении ключевых компетенций цифровой экономики, обеспечении массовой цифровой грамотности и персонализации образования, включая подготовку специалистов с высшим образованием. В этих целях реализуется направление “Кадры для цифровой экономики”.

В результате будет выстроена преемственная на всех уровнях система образования, включающая выявление и поддержку талантов в областях математики и информатики, подготовку высококвалифицированных кадров, отвечающих новым требованиям к ключевым компетенциям цифровой экономики, реализацию программ переподготовки по востребованным профессиям в условиях цифровой экономики, а также перспективных образовательных проектов.

Целью статьи является описание некоторых аспектов подготовки специалистов по защите информации в условиях цифровой трансформации образования, связанных с технологиями и программами учебного процесса.

**Основные результаты.** Суть цифровой трансформации образования – это достижение каждым обучаемым необходимых образовательных результатов за счет персонализации образовательного процесса на основе использования растущего потенциала цифровых технологий, включая применение методов искусственного интеллекта, средств дополненной и виртуальной реальности; развитие в образовательных организациях цифровой образовательной среды; обеспечение общедоступного широкополосного доступа к Интернету, работы с большими данными [4, 11].

Подчеркивая необходимость цифровой трансформации образования, следует отметить важнейший фактор, для успешной реализации которого требуется поменять технологии и программы учебного процесса. Этим фактором является промышленная революция и переход к “экономике знаний”, основанной на технологии искусственного интеллекта и существенно зависящей от уровня образования в регионах страны.

Подготовка специалистов для такой экономики тесно связана с направлением информационной безопасности и защиты информации.

В соответствии со статьей 16 ФЗ № 149 “Об информации, информационных технологиях и о защите информации” – защита информации представляет собой принятие правовых, организационных и технических мер, направленных на [6]:

1) обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации;

2) соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа,

3) реализацию права на доступ к информации.

В свою очередь в технических мерах защиты можно выделить технические средства, криптографические, программно-аппаратные, а также средства контроля эффективности защиты информации.

Еще одной важной компонентой системы защиты информации является подсистема обнаружения вторжений (атак), а именно – комплекс (аппаратура и программное обеспечение), который по результатам анализа контролируемых и собираемых данных принимает решение о наличии атаки или вторжения.

Под защитой информации, как правило, подразумевают защиту распределенных информационных систем. В этом случае необходимо выделять такие основные направления, связанные с этими системами:

1) безопасность операционных систем, процессов, процедур и программ обработки информации;

2) безопасность вычислительных сетей и каналов связи;

3) безопасность баз данных и других объектов.

Для примера в Иркутском государственном аграрном университете имени А.А. Ежевского при подготовке ИТ-специалистов по информационной безопасности и защите информации студентам предложено изучить две дисциплины:

1) “Информационная безопасность”;

2) “Методы защиты информации”.

В рамках этих дисциплин студентам для учебного процесса предлагается для изучения шесть разделов [6].

1. “Введение в методы и средства защиты информации”, где описаны свойства (аспекты) безопасности информации (конфиденциальность, целостность, доступность), а также дана характеристика объекта защиты (информационной системы различного назначения), угроз и видов защиты информации. Учитывая роль средств криптографической защиты информации, рассмотрены рекомендации по стандартизации Р 1323565.1.012-2017 “Принципы разработки и модернизации шифровальных (криптографических) средств защиты информации” [2].

2. “Управление информационной безопасностью и рисками”. В этом разделе уделено внимание стандартам управления информационной безопасностью и рисками, методике оценки информационных рисков, аудиту и программным средствам, поддерживающим аудит информационной безопасности. В качестве национальных стандартов

рассмотрены ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021 “Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования” и ГОСТ Р ИСО 31000-2019 “Менеджмент риска. Принципы и руководство”.

3. “Организационно-правовые меры по защите информации”, где приведена современная нормативная база формирования требований по защите информационных систем различного назначения. Нормативная база включает федеральные законы, Указы Президента, а также приказы и методические документы ФСТЭК РФ и других ведомств. Одним из новых документов является “Методика оценки угроз безопасности информации”, созданный ФСТЭК РФ и утвержденный 5 февраля 2021 г.

4. “Криптографические методы защиты конфиденциальности и целостности электронных документов”. В данном разделе рассмотрены симметричные и асимметричные криптосистемы, предназначенные для шифрования электронных документов и контроля их целостности, проведено их сравнение, приведена технология сквозного шифрования. Из зарубежных криптосистем рассмотрены DES, AES, RSA и Эль-Гамала. Наибольшее внимание уделено описанию современных российских стандартов ГОСТ 34.12-2018 “Блочные шифры” (шифры “Магма” и “Кузнечик”) и ГОСТ 34.13-2018 “Режимы работы блочных шифров”. Приведено сравнение этих режимов.

5. “Криптографические методы защиты электронного документооборота”. В этом разделе приведено описание хэш-функций, включая описание российского стандарта ГОСТ 34.11-2018 “Хэш-функция”. Дана характеристика правового обеспечения электронной подписи (ФЗ № 63), а также приведены криптографические методы, предназначенные для формирования и проверки электронной подписи (ГОСТ 34.10-2018 “Процессы формирования и проверки электронной подписи”). Рассмотрены национальные стандарты США на хэш-функцию и электронную подпись, включая их применение в платежной системе Bitcoin, которая использует криптовалюту Биткоин. Дополнительно описаны инфраструктура управления открытыми ключами и возможности криптопровайдера Крипто Про CSP.

6. “Методы управления доступом и технологии аутентификации”, где изложены вопросы двухфакторной аутентификации, строгой аутентификации, включая применение асимметричных криптосистем для взаимной аутентификации пользователей, рассмотрены особенности биометрической аутентификации пользователей через режимы верификации и идентификации биометрической системы. Выделен вопрос, посвященный **функционированию криптографического сетевого протокола TLS**. В разделе используются материалы ГОСТ Р 58833-2020 “Защита информации. Идентификация и аутентификации. Общие положения” и рекомендации по стандартизации Р 1323565.1.030-2020 “Использование российских

криптографических алгоритмов в протоколе безопасности транспортного уровня (TLS 1.3)” [1].

Для этих разделов подготовлены учебные пособия и учебно-методические рекомендации с целью проведения лабораторных и практических занятий.

При реализации мер защиты информационных систем различного назначения большое внимание уделяется вопросам экономики информационной безопасности [5, 8]. Поэтому в качестве предложения считаем необходимым ввести в учебный план дисциплину по экономике информационной безопасности.

Дисциплина по экономике информационной безопасности должна базироваться на математических и информационных технологиях, а также на теории рисков. Так, например, в статье [9] рассматривается разработанная авторами математическая модель на основе симплекс-метода, которая позволяет оптимизировать расходы на информационную безопасность, учитывая различные уровни угроз и ограничения. Методика предлагает эффективный способ распределения ресурсов для максимизации защиты информации при минимальных затратах, что критически важно для экономической устойчивости предприятий.

В соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р ИСО 31000-2019 “Менеджмент риска. Принципы и руководство” риск – это следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей. Под следствием влияния неопределенности необходимо понимать отклонение от ожидаемого результата или события (позитивное и/или негативное). Неопределенность – это состояние полного или частичного отсутствия информации, необходимой для понимания негативного события, его последствий и их вероятностей.

Поэтому требования к информационной безопасности определяются с помощью систематической оценки рисков. Решения о расходах на мероприятия по управлению информационной безопасностью должны приниматься, исходя из возможного ущерба, нанесенного бизнесу в результате нарушений информационной безопасности [6].

Оценка риска – это систематический анализ:

– вероятного ущерба, наносимого бизнесу в результате нарушения информационной безопасности с учетом возможных последствий от потери конфиденциальности, целостности или доступности информации и других активов;

– вероятности наступления негативного события с учетом существующих угроз и уязвимостей, а также внедренных мероприятий по управлению информационной безопасностью.

Результаты этой оценки помогают определить конкретные меры и приоритеты в области управления рисками, связанными с информационной безопасностью, а также способствуют внедрению мероприятий по

управлению информационной безопасностью с целью минимизации этих рисков.

Компанией Российской Федерации “Диджитал Секьюрити” разработан программный комплекс ГРИФ для анализа и контроля рисков, оценки уровня защищенности информационной системы организации. Данный комплекс делает оценку рисков по различным информационным ресурсам, рассчитывает суммарный риск, а также определяет соотношения ущерба и риска, выдаёт недостатки существующей политики безопасности.

**Выводы.** Актуальной задачей, которую ставит руководство перед службой информационной безопасности, является формирование разумного бюджета на защиту информации, минимизации этих затрат без привлечения сторонних специалистов, но с полноценным анализом рисков.

Перечисленные задачи можно решить с помощью системы ГРИФ, которая позволяет оптимизировать расходы на информационную безопасность и с учетом этого формирует требуемый бюджет.

Решить задачи, перечисленных в статье, на взгляд авторов, может помочь при подготовке ИТ-специалистов предлагаемая дисциплина по экономике информационной безопасности.

Исследование выполнено на базе федеральной инновационной площадки Иркутского аграрного университета имени А.А. Ежевского, составляющей инновационную инфраструктуру в сфере высшего образования и соответствующего дополнительного профессионального образования (приказ Минобрнауки России — Об утверждении перечня организаций от 25.12.2020 № 1580).

### Список литературы

1. ГОСТ Р 58833-2020 “Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения”. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 32 с.
2. Р 1323565.1.012-2017 Криптографическая защита информации. Принципы разработки и модернизации шифровальных (криптографических) средств защиты информации. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 28 с.
3. Абдикеев, Н.М. Импортзамещение в высокотехнологичных отраслях промышленности в условиях внешних санкций / Н.М. Абдикеев // Управленческие науки. – 2022. – Т. 12, № 3. – С. 53-69. – DOI 10.26794/2304-022X-2022-12-3-53-69. – EDN WUOKSJ
4. Алюнова, Т.И. Трансформация образования в условиях цифровизации / Т.И. Алюнова, Д.Ю. Алюнов. – Текст: электронный // Управление в условиях цифровизации социально-экономических процессов: сборник научных статей / отв. ред. Е.А. Ильина. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет, 2020. – С. 8-12.
5. Ефимов, Е.Н. Оценка эффективности мероприятий информационной безопасности в условиях неопределенности / Е.Н. Ефимов, Е.М. Лапицкая // Бизнес-информатика. – 2015. – № 1(31). – С. 51-57.
6. Краковский, Ю.М. Методы защиты информации / Ю.М. Краковский. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 236 с.
7. Нестеров, С.А. Основы информационной безопасности: учебник для вузов / С.А. Нестеров. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 324 с.

8. Оганесян, Л.Л. Проектное управление в информационной безопасности / Л.Л. Оганесян, Н.С. Козырь // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 4(57). – С. 207-209.

9. Сизов, В.А. Моделирование экономики информационной безопасности субъекта экономической деятельности на основе симплекс-метода / В.А. Сизов, А.А. Дрожкин // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2021. – Т. 18, № 1(115). – С. 173-178.

10. Тебекин, А.В. Анализ проблем и перспектив реализации планов импортозамещения в отраслях промышленности / А.В. Тебекин // Транспортное дело России. – 2022. – № 2. – С. 159-165. – DOI 10.52375/20728689\_2022\_2\_159. – EDN LYAGYB.

11. Уваров, А.Ю. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров, И.В. Дворецкая, И.М. Заславский [и др.]. – М.: Государственный университет: Высшая школа экономики, 2019. – Текст: электронный. – URL: [https://ioe.hse.ru/white\\_papers](https://ioe.hse.ru/white_papers).

### References

1. GOST R 58833-2020 “Zashchita informacii. Identifikaciya i autentifikacii. Obshchie polozheniya” [GOST R 58833-2020 “Information protection. Identification and authentication. General provisions”]. Moscow: Standartinform, 2020, 32 p.

2. R 1323565.1.012-2017 Kriptograficheskaya zashchita informacii. Principy razrabotki i modernizacii shifroval'nyh (kriptograficheskikh) sredstv zashchity informacii [Cryptographic information protection. Principles of development and modernization of encryption (cryptographic) information security tools]. Moscow: Standartinform, 2018, 28 p.

3. Abdikeev, N.M. Importozameshchenie v vysokotekhnologichnyh otraslyah promyshlennosti v usloviyah vneshnih sankcij [Import substitution in high-tech industries under external sanctions]. Upravlencheskie nauki. 2022, vol. 12, no. 3, pp. 53-69.

4. Alyunova, T.I., Alunov D.Yu. Transformaciya obrazovaniya v usloviyah cifrovizacii [Transformation of education in the context of digitalization]. Cheboksary: CHuvashskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2020, pp. 8-12.

5. Efimov, E.N., Lapitskaya, E.M. Ocenka effektivnosti meropriyatij informacionnoj bezopasnosti v usloviyah neopredelennosti [Assessing the effectiveness of information security measures under conditions of uncertainty]. Biznes-informatika. 2015, no. 1(31), pp. 51-57.

6. Krakovskij, Yu.M. Metody zashchity informacii [Information security methods]. Sankt-Peterburg: Lan', 2021, 236 p.

7. Nesterov, S.A. Osnovy informacionnoj bezopasnosti [Fundamentals of information security: textbook for universities]. Sankt-Peterburg : Lan', 2023, 324 p.

8. Oganesyanyan, L.L., Kozir' N.S. Proektnoe upravlenie v informacionnoj bezopasnosti [Project management in information security]. Vestnik Akademii znaniy. 2023, no. 4(57), pp. 207-209.

9. Sizov, V.A., Drojkin, A.A. Modelirovanie ekonomiki informacionnoj bezopasnosti sub"ekta ekonomicheskoy deyatel'nosti na osnove simpleks-metoda [Modeling the economics of information security of an economic entity based on the simplex method]. Vestnik Rossijskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova. 2021, vol. 18, no. 1(115), pp. 173-178.

10. Tebekin, A.V. Analiz problem i perspektiv realizacii planov importozameshcheniya v otraslyah promyshlennosti [Analysis of problems and prospects for the implementation of import substitution plans in industrial sectors]. Transportnoe delo Rossii. 2022, no. 2, pp. 159-165. – DOI 10.52375/20728689\_2022\_2\_159. – EDN LYAGYB.

11. Uvarov, A.Yu. et all. Trudnosti i perspektivy cifrovoj transformacii obrazovaniya [Difficulties and prospects of digital transformation of education]. Moscow: Vysshaya shkola ekonomiki, 2019, [https://ioe.hse.ru/white\\_papers](https://ioe.hse.ru/white_papers).

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 11.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 22.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### **Сведения об авторах**

Барсукова Маргарита Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел +7(3952)237330, e-mail: bmn1982@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1947-0892>.

Краковский Юрий Мечеславович – доктор технических наук, профессор Иркутского государственного университета путей сообщения, профессор кафедры информатики и математического моделирования Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. +79149267772. e-mail: 79149267772@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4876-0618>.

### **Information about authors**

Margarita N. Barsukova – Candidate of Technical Sciences, the Ass. Prof. of Department of Informatics and Mathematical Modeling, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, pos. Molodezhny, tel. +7(3952)237330, e-mail: bmn1982@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1947-0892>.

Yuri M. Krakovsky – Doctor of Technical Sciences, Professor of Irkutsk State Transport University, Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling of Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. +79149267772. e-mail: 79149267772@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4876-0618>.



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-54-64

УДК 338.1

Научная статья

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ СТРАН ЗАПАДНОЙ АФРИКИ (НА ПРИМЕРЕ КОТ-Д’ИВУАР)

Н.Г. Гаврилова

Институт Африки Российской академии наук, г. Москва, Россия

**Аннотация.** В статье исследуется потенциал цифровых технологий в развитии сельскохозяйственного сектора в странах Западной Африки с акцентом на Кот-д’Ивуар. Несмотря на значительную роль сельского хозяйства в экономике африканских стран, использование цифровых технологий характеризуется низкой эффективностью, что негативным образом сказывается на продовольственной безопасности государств. Цифровые технологии должны повысить эффективность сельскохозяйственного производства и улучшить обеспечение населения продуктами питания. В статье проведена оценка возможности повсеместного внедрения цифровых разработок в сельское хозяйство Кот-д’Ивуара, где набирают популярность СМИ, средства связи и обмена информацией, использование Интернет и др. Глобальная сеть используется для совершения звонков с помощью мессенджеров, участия в социальных сетях, для просмотра контента, получения информации о товарах и услугах, использования электронной почты, покупки товаров и услуг, интернет-банкинга и др. Иными словами, предпочтение пользователей отдается простейшим услугам, не требующим особых навыков. Цифровые услуги, распространенные на данный момент в сельском хозяйстве Кот-д’Ивуара, сконцентрированы на удовлетворении запросов мелких фермеров-производителей основного экспортного товара (какао-бобов), которые, в основном, являются малообразованными и бедными, то есть не владеющими свободно современными технологиями и не обладающими дорогими средствами связи. Распространены услуги консультирования через СМС, чат-боты, через социальные сети, через записанные видео и др.

Внедрение цифровых услуг в аграрном секторе не продвигается желаемыми темпами, и в статье определяются факторы, мешающие этому. Правительство Кот-д’Ивуара прилагает множество усилий для ускорения внедрения цифровых технологий в аграрный сектор и преобразовании сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** Африка, Кот-Д’Ивуар, сельское хозяйство, продовольственная безопасность, цифровые технологии.

**Для цитирования:** Гаврилова Н.Г. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве стран Западной Африки (на примере Кот-д’Ивуар). *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1 (50):54-64. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-54-64.

## DIGITAL TRANSFORMATION IN AGRICULTURE IN WEST AFRICAN COUNTRIES (ON THE EXAMPLE CÔTE D'IVOIRE)

Nina G. Gavrilova

Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences, *Moscow, Russia*

**Abstract.** This article explores the potential of digital technologies in developing the agricultural sector in West African countries, with a focus on Côte d'Ivoire. Despite the significant role of agriculture in the economies of African countries, the use of digital technologies is characterized by low efficiency, which negatively affects the food security of countries. Digital technologies should increase the efficiency of agricultural production and improve the supply of food to the population. The article assesses the possibility of widespread implementation of digital developments in agriculture in Côte d'Ivoire, where media, means of communication and information exchange, the use of the Internet, etc. are gaining popularity. The global network is used to make calls using instant messengers, participate in social networks, for viewing content, obtaining information about goods and services, using e-mail, purchasing goods and services, Internet banking, etc. In other words, user preference is given to simple services that do not require special skills. Digital services currently widespread in Côte d'Ivoire's agriculture are focused on meeting the needs of small-scale farmers producing the main export commodity (cocoa beans), who are mostly poorly educated and poor, that is, do not have fluency in modern technologies and not having expensive means of communication. Consulting services via SMS, chatbots, social networks, recorded videos, etc. are common. The introduction of digital services in the agricultural sector is not progressing at the desired pace, and the article identifies factors that are hindering this. The Government of Côte d'Ivoire is making many efforts to accelerate the adoption of digital technologies in the agricultural sector and the transformation of agriculture.

**Keywords:** Africa, Cote d'Ivoire, agriculture, food security, digital technologies.

**For citation:** Gavrilova N.G. Digital transformation in agriculture in West African countries (on the example Côte d'Ivoire). *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1 (50):54-64. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-54-64.

**Введение.** Кот Д'Ивуар – страна Западной Африки, относящаяся к категории стран с доходами ниже среднего. Аграрный сектор играет важную социально-экономическую роль: в нем занята большая часть населения страны, он вносит значительный вклад в ВВП и обеспечивает основную долю экспорта (какао-бобы). Несмотря на то, что сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике, она отличается низкой эффективностью, что отрицательно влияет на продовольственную безопасность. Ожидается, что внедрение цифровых технологий повысит эффективность сельскохозяйственного производства и улучшит обеспечение населения продовольствием.

Для широкомасштабного внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство Кот-д'Ивуара необходимо оценить распространение и использование средств массовой информации, коммуникации и обмена информацией, а также использование Интернета. Также интересно

рассмотреть цифровые услуги, уже присутствующие в сельском хозяйстве Кот-д'Ивуара. Предлагаемые цифровые услуги основаны на простых действиях, не требующих специальных навыков для использования. Направлены они на удовлетворение потребностей мелких фермеров, силами которых производится главный экспортный товар – какао-бобы. Эти фермеры, как правило, недостаточно образованны и бедны, им не хватает знаний в современных технологиях и доступа к дорогим средствам связи. Основным фактором недостаточного темпа распространения цифровых технологий является недофинансирование отрасли, низкая грамотность населения, в т.ч. и цифровая, небольшое распространение компьютеров и др. Правительство Кот-д'Ивуара разрабатывает и внедряет программы и стратегии развития общества, которые должны привести к ускорению внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственный сектор и преобразованиям сельского хозяйства.

Целью статьи является оценка цифровой трансформации в сельском хозяйстве стран Западной Африки на примере Кот-Д'ивуар.

**Материалы и методы.** В основу исследования положены статистические материалы, опубликованные в базах данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (ФАО), Всемирного Банка, Международного союза электросвязи (МСЭ). Кроме того, привлечены отчеты, касающиеся состояния продовольственной безопасности стран, состояния сельскохозяйственного производства, распространения СМИ, средств коммуникации и связи, Интернета и другие материалы, характеризующие цифровые технологии, стратегии и разработки правительства для ускорения цифровизации. Использован системный подход, опирающийся на совокупность общенаучных методов: анализ, синтез, аналогия, обзор библиографического и документального материала.

**Результаты и обсуждение.** Население страны составляет 27 млн человек, почти половина которых (48.3%) проживают в сельской местности. Сельскохозяйственные земли занимают 2/3 территории страны (66.7%). Сельское хозяйство обеспечивает значительную часть ВВП страны и является крупным источником экспорта (40% экспорта какао-бобы). Доля аграрного сектора в ВВП уменьшилась на 15.8% с 1990 по 2022 гг., снизилась и доля занятых работников в сельском хозяйстве (табл. 1).

Несмотря на снижение выше рассмотренных показателей, аграрный сектор все еще продолжает играть значимую роль для Кот-Д'Ивуара. Но сельскохозяйственное производство характеризуется крайне невысокой эффективностью. По данным Всемирного Банка, при занятости в аграрном секторе Кот-Д'Ивуара 39% населения обеспечивают лишь 16.7% ВВП. Эта тенденция присуща и всему региону Западной Африки, где 43% населения производят 26.3% ВВП, и Субсахарской Африке (ССА) в целом, где показатели равны 52% и 17.3% соответственно. Низкая эффективность

аграрного производства приводит к осложнениям в обеспечении продовольственной безопасности населения (табл. 2).

Таблица 1 – Доля сельского хозяйства в экономике стран и регионов Африки

Table 1 – Share of agriculture in the economies of countries and regions of Africa

Показатели / Субрегионы	Доля сельского хозяйства в ВВП по годам, %			Доля занятых в сельском хозяйстве от общего населения по годам, %		
	1990	2022	Изменение, %	1990	2021	Изменение, %
Субсахарская Африка (ССА)	20.2	17.3	-2.9	63.0	52.0	-11.0
Западная Африка	34.6	26.3	-8.3	60.6	43.0	-17.6
Кот-Д'Ивуар	32.5	16.7	-15.8	53.0	39.0	-14.0

Таблица 2 – Обеспеченность продовольствием населения стран и регионов, %

Table 2 – Food supply for the population of countries and regions, %

Показатели	Кот-Д'Ивуар		Западная Африка		ССА		Африка		Мир	
	Годы									
	2015	2022	2015	2022	2015	2022	2015	2022	2015	2022
Острая нехватка продовольствия	6.2	9.7	10.6	14.6	18.2	22.5	15.8	19.7	6.9	9.2
Умеренное отсутствие продовольственной безопасности	11.9	17.7	11.4	22	19.1	26.6	17.2	24	7.4	11.3
Распространенность недоедания	34.1	44.2	39.8	66.4	49.8	67.2	45.4	60.9	21.7	29.6

Согласно данным по оценке продовольственной безопасности ФАО ООН (Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций), показатель острой нехватки продовольствия демонстрирует долю населения страны или региона, вынужденную значительно сокращать потребляемое количество еды, пропускать приемы пищи или находиться в течение длительного времени без еды из-за нехватки денег или других ресурсов. В Кот-Д'Ивуаре в 2022 г. голодал почти каждый десятый человек (9.7% населения). Умеренное отсутствие продовольственной безопасности характеризуется частым недостаточным по количеству и (или) качеству рационом питания членов домохозяйства; практически каждый пятый житель Кот-Д'Ивуара сталкивался с этим состоянием в 2022 г. (17.7% населения). Распространенность недоедания –

показатель ФАО, используемый для мониторинга голода на глобальном и региональном уровне, включает в себя и острое, и умеренное отсутствие доступа к полноценному питанию, а также людей, столкнувшихся с периодическим недоеданием. Почти половина населения Кот-Д'Ивуара в течение 2022 г. регулярно недополучала продукты питания или имела несбалансированный рацион.

Жители Африки сталкиваются с голодом в два и более раза чаще, чем население других регионов мира. На примере Субсахарской Африки, Западной Африки и Кот-Д'Ивуара мы видим, что на континенте наблюдается наибольшая концентрация испытывающего продовольственную недостаточность населения в сравнении с другими регионами мира [5]. Африка является самым “голодающим” континентом на рассмотренный период 2022 г.: более половины африканцев ощутили недостаток продовольствия и (или) несбалансированность рациона, каждый четвертый столкнулся с дефицитом продовольствия, каждый пятый подвергся голоду. Ситуация с продовольственной обеспеченностью континента накаляется год от года, и ожидается, что число голодающих будет только расти [4].

Главной задачей африканских стран становится решение проблемы голода и обеспечение собственной продовольственной безопасности [9]. Многие ученые предполагают, что внедрение в аграрное производство современных достижений может изменить его к лучшему [1, 7]. Чтобы оценить возможности повсеместного внедрения цифровых разработок в сельское хозяйство Африки на примере Кот-д'Ивуара, необходимо ознакомиться с распространением популярных средств связи и обмена информацией, использованием Интернет и др.

Несмотря на тяжелое экономическое положение большей части населения, Кот-Д'Ивуар имеет одну из самых быстрорастущих экономик в Африке [8], и рост ВВП составляет 1.8%. Согласно докладу Всемирного банка о состоянии экономики Кот-д'Ивуара, в 2017 г. цифровая экономика обеспечивала 7.2% ВВП. Ожидается, что она должна вырасти до 10% к 2050 г. что может составить до 20 млрд. долл. По данным Международного союза электросвязи (МСЭ), благодаря развитию цифровой экономики Кот-д'Ивуар вошел в число наиболее технологически конкурентоспособных стран Африки.

В Кот-д'Ивуаре достаточно распространены средства массовой информации. Так, по данным МСЭ, на 2022 г. 84.8% домохозяйств обеспечены радио, 72,6% – телевидением, 15.4% имеют подключение к многоканальному TV. 69% населения пользуются мобильными телефонами, и в начале 2024 г. в стране насчитывалось более 40 млн активных подключений; это в 1.5 раза больше численности населения Кот-д'Ивуара. Однако следует учесть, что многие клиенты мобильных услуг имеют несколько телефонных номеров. В Кот-д'Ивуаре более 90% территории охвачено покрытием 2G, 75% – 3G, а 55% – 4G. Ограничивает использование

мобильной связи недостаток доступа населения к электричеству (42% сельского населения имеют к нему доступ). На рынке присутствуют три оператора мобильной связи (Orange CI, MTN и Moov).

По последним данным портала глобальной цифровой аналитики DataReportal, в Кот-д’Ивуаре на начало 2024 г. интернет-проникновение составило 38.4% (11 млн пользователей), то есть большая часть населения не пользуется услугами всемирной сети. При этом число интернет-пользователей в стране увеличивается ежегодно примерно на 2-2.5%, а с 2013 г. это количество выросло почти в 6 раз (с 6.6%). В качестве причины отсутствия доступа во всемирную сеть опрошенные лица, не использующие Интернет, чаще всего (35.1% случаев) говорили, что он им не нужен.

По данным МСЭ в Кот-д’Ивуаре Интернет используется для совершения звонков с помощью мессенджеров (80.9%), участия в социальных сетях (65.1%), для просмотра контента (54.2%), получения информации о товарах и услугах (39.5%), использования электронной почты (27.8%), покупки товаров и услуг (19.8%) и др. Услугами интернет-банкинга пользуются только 1.96% абонентов.

Как видно из представленных данных, массовый процесс внедрения современных достижений в повседневную жизнь африканцев только начинается. Надо отметить, что идет он высокими темпами.

Аграрная политика в Африке регулируется “Комплексной программой развития сельского хозяйства в Африке” (Comprehensive Africa Agriculture Development Programme, CAADP), принятой в соответствии с Мапутской декларацией 2003 г. и дополненной Малабоской декларацией в 2014 г. В соответствии с CAADP, государства обязались инвестировать в сельскохозяйственное производство не менее 10% национального бюджета, а также увеличивать производительность сектора на 6% в год. На увеличение инвестиций в аграрный сектор для его технологического преобразования также обращает особое внимание Повестка дня на период до 2063 года (Agenda 2063). Каждая африканская страна и каждый регион разработали собственные нормативные акты, регулирующие развитие сельского хозяйства, основывающиеся на выше приведенных программах и Целях устойчивого развития (ЦУР, Sustainable Development Goals) на 2015-2030 гг. Но, несмотря на множество разработанных документов, далеко не все страны Субсахарской Африки смогли достичь целевых индикаторов [6]. Только 4 африканские страны – Лесото, Малави, Эфиопия и Бенин – к 2020 г. перешагнули показатель в 10% государственных расходов в год. Остальные страны, в среднем по Африке, смогли выделять на расходы в аграрном производстве чуть более 2%, то есть почти в 5 раз ниже запланированных затрат. Минимальный предел роста добавленной стоимости в сельском хозяйстве в 6% перешагнули Лесото, Замбия, ЮАР, Сенегал, Гана, Ангола, Кения и Гвинея. В среднем по Африке рост показателя оценивался в 2.6% в

год, что в два раза ниже установленного минимума. Как видим, Кот-д’Ивуар не вошел ни в один перечень лидеров развития сельского хозяйства.

Развитие цифровой экономики в Кот-д’Ивуаре происходит в соответствии с несколькими значимыми континентальными программами. Так, обращает на себя внимание Проект Панафриканской электронной сети, предусматривающий совместное развитие и обмен информационными и коммуникационными технологиями (ИКТ) между Индией и Африканским союзом. Его цель – объединение государств-членов Союза, которых сейчас насчитывается 55, с Индией и между собой. Для этого планируется использовать спутниковую и оптоволоконную сети.

Цифровая трансформация Африки также продвигается благодаря реализации Стратегии цифровой трансформации Африки на 2020–2030 годы (The Digital Transformation Strategy for Africa). Она разработана в соответствии с многочисленными уже существующими инициативами и механизмами. Это Политическая и нормативная инициатива для цифровой Африки (Policy and Regulatory Initiative for Digital Africa, PRIDA), Программа развития инфраструктуры в Африке (the Programme for Infrastructure Development in Africa, PIDA), Африканская континентальная зона свободной торговли (African Continental Free Trade Area, AfCFTA), Финансовые учреждения Африканского союза (African Union Financial Institutions, AUFI) и др.

В Кот-д’Ивуаре для контроля развития цифровой экономики в 2012 г. было создано Национальное агентство универсальных телекоммуникационных услуг (Agence Nationale du Service Universel des Télé communications, ANSUT). Агентство призвано контролировать и направлять действия по реализации Плана действий правительства по развитию и цифровизации (Plan d’Action Du Gouvernement Developpement et Numerique) и распространения использования и внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Для цифровизации сельского хозяйства также разработано несколько проектов. Один из них, инициированный в 2018 г. при технической поддержке Группы Всемирного банка – Проект цифровых решений для открытия сельских территорий и сельского хозяйства (Digital Solutions Project for the Opening up of Rural Areas and Agriculture, PSNDEA). Кроме того, реализуется совместный с Африканским Банком развития проект “Агропромышленный полюс” в регионе Бельер (Agro-Industrial Pole Project in the Bélier region, 2PAI-BELIER) от 2016 г.

Сельское хозяйство Кот-д’Ивуара находится в руках мелких фермерских хозяйств, большинство из которых являются производителями какао-бобов. Плантации какао специфичны. Какао-деревья способны расти только под покровом высоких тропических лесов, и уход за ними сложен по нескольким причинам. Несмотря на небольшие размеры какао-плантаций (в основном, до 5 га), фермеры тратят очень много времени на простой осмотр

своих деревьев. Обходить посадки приходится пешком сквозь труднопроходимый тропический лес со сложным рельефом. Из-за высоты самих какао-деревьев процесс осмотра их листьев, плодов, анализ на предмет вредителей и болезней крайне неточен и избирателен, и поэтому неэффективен. Цифровые услуги, оказываемые в сельском хозяйстве страны, сконцентрированы на удовлетворении запросов мелких фермеров - производителей какао, которые, в основном, являются малообразованными и бедными, то есть не владеющими современными технологиями и не обладающими дорогими средствами связи. При ведении производства фермеры сталкиваются с одними и теми же препятствиями, которые, в том числе, касаются недостатка информации в различных областях сельскохозяйственных знаний от выращивания продукции до ее реализации [2]. В связи с этим наибольшую популярность приобрели всевозможные сервисы по предоставлению информационных услуг, касающихся всех этапов сельскохозяйственного производства и реализации продукции. Например, достаточно известен WeFly Agri, ивуарийский стартап, предоставляющий пользователям консультационные услуги, основанные на информации, полученной с помощью беспилотных летательных аппаратов (дронов) и обработанной с помощью программного средства искусственного интеллекта. Нейронная сеть, основа модели глубокого обучения, для начала создает некоторую базу. В неё поступают изображения плодов разной степени зрелости, листьев, болезней, вредителей. В дальнейшем фотографии, полученные с помощью дронов, в режиме реального времени сравниваются с базой и делается вывод о состоянии плантации. И если при пешем осмотре фермер тратил на обход и поверхностный анализ состояния своих деревьев 2-3 дня, то с помощью БПЛА анализ какао-деревьев занимает несколько часов. Итак, WeFly Agri предлагает глобальный обзор плантаций, удаленный мониторинг и анализ полученных данных. Все это позволяет не только сэкономить время на обходе территорий, но и управлять плантациями дистанционно [3]. Подобные услуги с помощью БПЛА оказывают компании Investiv и BeatDrone.

В стране уже используются решения, предоставляющие данные и информационные услуги, организующие доступ к страхованию и финансам, к электронным торговым площадкам и др. Информационные сервисы, в основном, включают в себя консультирование и передачу информации фермерам с помощью SMS, колл-центров и веб-чат-ботов.

В сельском хозяйстве Кот-д’Ивуара наиболее распространены самые простые услуги, не требующие особых навыков в освоении техники и сложного дорогостоящего оборудования. Однако распространение цифровых услуг не развивается надлежащими темпами. Во-первых, только половина (47%) населения Кот-д’Ивуара имеет возможность пользоваться электричеством. Во-вторых, только каждый третий человек (38.4%) имеет доступ к Интернет. В-третьих, только каждый второй взрослый житель Кот-

д’Ивуара грамотен (47% населения 15 лет и старше умеют читать и писать). В-четвертых, использование ИКТ затрудняется малым распространением компьютеров (15% населения) и мобильных устройств.

Государство предпринимает шаги для улучшения сложившейся ситуации. В период с 2015-2018 гг. были отменены пошлины на некоторое ИТ-оборудование для расширения возможностей населения к их покупке. Чтобы увеличить интерес к использованию компьютеров и ИКТ, правительство Кот-д’Ивуара запустило проект “Один ивуарийец – один компьютер” и проводило политику либерализации телекоммуникаций для снижения затрат на мобильную связь и Интернет. Много делается и для увеличения грамотности населения, в т.ч. и цифровой. Активное участие в образовании ивуарийцев принимают многочисленные неправительственные организации и частный сектор. Они организуют собственные стипендиальные программы, улучшают образовательную инфраструктуру и прививают цифровые навыки не только детям, но и взрослому населению.

**Выводы.** Сельское хозяйство Кот-д’Ивуара не обеспечивает продовольственную безопасность населения. На данный момент в сельском хозяйстве Кот-д’Ивуара наиболее распространены самые простые цифровые услуги, но они имеют небольшой охват и не оказывают существенного влияния на результаты производства сельхозпродукции. Тем не менее, в стране существуют основы для преобразования и модернизации сельского хозяйства. Правительственные инициативы призваны не только поднять эффективность аграрного производства за счет использования современных технологий, но и сократить цифровые разрывы между городом и селом, между мужчинами и женщинами, между поколениями, поднять уровень образования населения, в том числе и цифрового. Для увеличения темпов цифровизации аграрного сектора необходимо следовать рекомендациям Комплексной программы развития сельского хозяйства в Африке и добиваться 10%-ного порога инвестирования в отрасль.

#### Список литературы

1. Аграрные проблемы и новые модели экономического развития в странах Востока: Коллективная монография. / Отв. ред. и сост. И.В. Дерюгина. – Москва: Изд-во Института востоковедения РАН. – 2021.
2. Гаврилова, Н.Г. Влияние пандемии COVID-19 на использование цифровых технологий в сельском хозяйстве Африки / Н.Г. Гаврилова, Р.Р. Мухаметзянов // Столыпинский вестник. – 2021. – Т. 3, № 4.
3. Гаврилова, Н.Г. Использование дронов в сельском хозяйстве Африки // Н.Г. Гаврилова // Агропромышленный комплекс в ногу со временем: Сб. трудов Междунар. научно-практ. конф. (г. Тюмень, 15 Ноября 2023 года). Тюмень: Изд-во ГАУ Северного Зауралья. – 2023. – С. 402-407.
4. Гаврилова, Н.Г. Продовольственная безопасность стран Западной Африки на современном этапе: тенденции, проблемы и решения / Н.Г. Гаврилова // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2022. – № 4 (15). – С. 159-180.

5. Гаврилова, Н.Г. Цели устойчивого развития №2: текущее положение и перспективы достижения в Африке / Н.Г. Гаврилова // Экономика и менеджмент систем управления. – 2023. – № 4 (50). – С. 4-13.

6. Калиниченко, Л.Н. Африка на пути инновационного развития / Л.Н. Калиниченко, З.С. Новикова // Азия и Африка сегодня. – 2017. – № 9 (722). – С. 48-55.

7. Матвеева, Н.Ф. Проблемы аграрного сектора в нефтедобывающих странах Африки: Экваториальная Гвинея / Н.Ф. Матвеева // Ученые записки Института Африки РАН. – 2020. – №1 (50). – С. 38-47.

8. Новикова, З.С. Цифровая трансформация экономики как вектор развития Африки // З.С. Новикова // Экономика Африки в эпоху глобальной технологической революции: Сборник статей. – Москва: Изд-во Института Африки РАН. – 2019. – С. 78–90.

9. Смеюха, С.Ф. Обеспечение продовольственной безопасности – главная социально-экономическая проблема в развивающихся странах / С.Ф. Смеюха, Р.Р. Мухаметзянов // Актуальные вопросы развития современного общества, экономики и профессионального образования: матер. XIX Междунар. молодежной научно-практ. конф. (г. Екатеринбург, 23 марта 2022 года) – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВО РГППУ. – 2022. – С. 95-99.

### References

1. Agrarny`e problemy` i novy`e modeli e`konomicheskogo razvitiya v stranax Vostoka: Kollektivnaya monografiya [Agrarian problems and new models of economic development in the countries of the East]. Moscow: Izdatel`stvo Instituta vostokovedeniya RAN, 2021.

2. Gavrilova, N.G., Muxametzyanov R.R. Vliyanie pandemii COVID-19 na ispol`zovanie cifrovy`x texnologij v sel`skom hozyajstve Afriki [The impact of the COVID-19 pandemic on the use of digital technologies in African agriculture]. Stoly`pinskiy vestnik. – 2021, vol. 3, no. 4.

3. Gavrilova, N.G. Ispol`zovanie dronov v sel`skom hozyajstve Afriki [The use of drones in African agriculture]. Tyumen`, 2023, pp. 402-407.

4. Gavrilova, N.G. Prodovol`stvennaya bezopasnost` stran Zapadnoj Afriki na sovremennom e`tape: tendencii, problemy` i resheniya [Food security of West African countries at the present stage: trends, problems and solutions]. Kontury` global`ny`x transformacij: politika, e`konomika, pravo. 2022, no. 4 (15), pp. 159-180.

5. Gavrilova, N.G. Celi ustojchivogo razvitiya №2: tekushhee polozhenie i perspektivy` dostizheniya v Afrike [Sustainable Development Goals No. 2: current situation and prospects for achievement in Africa]. E`konomika i menedzhment sistem upravleniya. 2023, no. 4 (50), pp. 4-13.

6. Kalinichenko, L.N., Novikova Z.S. Afrika na puti innovacionnogo razvitiya [Africa on the path of innovative development]. Aziya i Afrika segodnya. 2017, no. 9 (722), pp. 48-55.

7. Matveeva, N.F. Problemy` agrarnogo sektora v nefte doby`vayushhix stranax Afriki: E`kvatorial`naya Gvineya [Problems of the agricultural sector in the oil-producing countries of Africa: Equatorial Guinea]. Ucheny`e zapiski Instituta Afriki RAN. 2020, no. 1 (50), pp. 38-47.

8. Novikova, Z.S. Cifrovaya transformaciya e`konomiki kak vektor razvitiya Afriki [Digital transformation of the economy as a vector of development in Africa]. Moscow, 2019, pp. 78-90.

9. Smeyuxa, S.F., Muxametzyanov, R.R. Obespechenie prodovol`stvennoj bezopasnosti – glavnaya social`no-e`konomicheskaya problema v razvivayushhixsya stranax [Ensuring food security is the main socio-economic problem in developing countries]. Ekaterinburg, 2022, pp. 95-99.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** Author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of this study. Author of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The author declares no conflict of interest.

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 28.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 21.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### **Сведения об авторе**

Гаврилова Нина Германовна – младший научный сотрудник Центра изучения проблем переходной экономики ФГБУН Институт Африки Российской академии наук.

**Контактная информация:** ФГБУН Институт Африки РАН, 123001, Россия, г. Москва, тел. 8-915-4184709, e-mail: ninagavrilova1976@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0176-7804.

### **Information about author**

Nina G. Gavrilova – Junior Researcher, Center for the Study of Problems of Transition Economy, Institute of African Studies, Russian Academy of Sciences.

**Contact information:** Institute for African Studies RAS, 123001, Russia, Moscow, tel. 8-915-4184709, e-mail: ninagavrilova1976@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0176-7804.



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-65-73

УДК 519.2, 519.863:633.1

Научная статья

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА РЕДКИХ ПОТЕРЬ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Я.М. Иваньо, С.А. Петрова, И.М. Колокольцева

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,  
*п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

**Аннотация.** Статья посвящена оценке редких событий на основе использования многоуровневых трендов, описывающих ряды урожайности сельскохозяйственных культур. Применение многоуровневого моделирования позволяет оценить вероятные потери характеристики биопродуктивности. Предложен алгоритм решения задачи определения очень неблагоприятных ситуаций или редких событий при ведении сельскохозяйственного производства. Результатом алгоритма является определение количества событий как значений низких урожайностей сельскохозяйственных культур, расположенных ниже тренда последовательности локальных минимумов исходных рядов. Кроме того, на основе сформулированных рядов разностей фактических данных и значений биопродуктивности трендов локальных минимумов оценены вероятности редких событий, представляющих собой наибольшие потери исследуемой характеристики. Для этого использовано распределение Пирсона III типа. Алгоритм реализован для трех районов Усть-Ордынского Бурятского округа, которые входят в разные агроландшафтные районы. Помимо оценки редких неблагоприятных событий с использованием значимых трендов в некоторых случаях применен статистический критерий определения событий рядов урожайности сельскохозяйственных культур, представляющих собой случайные выборки. Вначале определялись статистические параметры выборок биопродуктивности – средние значения, коэффициенты вариации, асимметрии и первый коэффициент автокорреляции. На основе этих значений построены законы распределения вероятностей. Помимо распределения Пирсона III типа использована функция трехпараметрического степенного гамма-распределения. Число событий в этом случае определялось по значениям ряда, не превысившим 0.8 от среднего значения многолетнего ряда. При использовании многоуровневого тренда наибольшие потери не всегда наблюдались в годы наименьших значений урожайности сельскохозяйственных культур. Полученные результаты применимы для управления производством продукции в условиях рисков.

**Ключевые слова:** редкое событие, временной ряд, урожайность, потери, вероятность.

**Для цитирования:** Иваньо Я.М., Петрова С.А., Колокольцева И.М. Пространственно-временная оценка редких потерь урожайности сельскохозяйственных культур. Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”. 2024; 1(50):65-73. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-65-73.

## SPATIO-TEMPORAL ASSESSMENT OF RARE LOSSES OF PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS

Yaroslav M. Ivanyo, Sofya A. Petrova, Irina M. Kolokoltseva

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky  
*Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk Region, Russia*

**Abstract.** The article is devoted to the assessment of rare events based on the use of multi-level trends describing crop yield series. The use of multi-level modeling makes it possible to assess the likely loss of bioproductivity characteristics. An algorithm is proposed for solving the problem of identifying very unfavorable situations or rare events during agricultural production. The result of the algorithm is to determine the number of events as values of low crop yields located below the trend of the sequence of local minima of the original series. In addition, based on the formulated series of differences in actual data and bioproductivity values of trends in local minima, the probabilities of rare events that represent the greatest losses of the studied characteristic are estimated. For this purpose, the Pearson type III distribution was used. The algorithm was implemented for three districts of the Ust-Orda Buryat District, which are part of different agricultural landscape areas. In addition to assessing rare adverse events using significant trends, in some cases a statistical criterion was used to determine events in crop yield series, which are random samples. First, the statistical parameters of bioproductivity samples were determined – average values, coefficients of variation, asymmetries and the first autocorrelation coefficient. Based on these values, the laws of probability distribution are constructed. In addition to the Pearson type III distribution, the three-parameter power-law gamma distribution function was used. The number of events in this case was determined from series values that did not exceed 0.8 from the average value of the long-term series. When using a multilevel trend, the greatest losses were not always observed in the years of the lowest crop yields. The results obtained are applicable to the management of product production under risk conditions.

**Keywords:** rare event, time series, yield, losses, probability.

**For citation:** Ivanyo Ya.M., Petrova S.A., Kolokoltseva I.M. Spatio-temporal assessment of rare losses of productivity of agricultural crops. Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”. 2024; 1(50):65-73. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-65-73.

**Введение.** К редким событиям относятся маловероятные величины, характеризующие явление или процесс [2, 5]. При этом в одних случаях их можно отнести к благоприятным, а в других – к неблагоприятным событиям [4]. Примером благоприятных событий могут быть очень высокие урожаи сельскохозяйственных культур, а неблагоприятных – очень низкие значения этой характеристики. Обычно редкие события представляют собой случайные величины, вероятность которых определяется с помощью закона распределения вероятностей.

Производственно-экономические характеристики, описывающие состояние и развитие сельскохозяйственного предприятия, муниципального района и региона за многолетний период, отражают некоторые тенденции в условиях неопределенности, вызванной влиянием на производственные

процессы гидрометеорологических, техногенных и технологических факторов.

Цель статьи – анализ динамики изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур некоторых районов с выделением редких неблагоприятных событий и оценкой их вероятностей для определения вероятных потерь.

Для достижения этой цели решались задачи: 1) выделение событий из многолетних рядов урожайности сельскохозяйственных культур для некоторых муниципальных районов; 2) оценка вероятности неблагоприятного редкого события (наименьшей урожайности) и потерь биопродуктивности; 3) сравнительный анализ результатов для разных районов.

**Материалы и методы.** При решении задачи выделения редких событий использованы методы многоуровневого моделирования временного ряда и построения законов распределения вероятностей [4] для выборок разностей между фактическими данными и значениями трендов низких урожайностей сельскохозяйственных культур. Рассмотрены следующие сельскохозяйственные культуры: пшеница, овес, ячмень, картофель, свекла и морковь. Для достижения цели использованы многолетние данные по урожайности перечисленных сельскохозяйственных культур разных районов Иркутской области за 1996-2021 годы.

Результаты исследований, приведенные в этой работе, развивают научное направление по многоуровневому моделированию разных аспектов аграрного производства [1, 6].

**Основные результаты.** Рассмотрим алгоритм решения задачи по выделению редких событий из временных рядов биопродуктивности сельскохозяйственных культур, их стохастической оценки и определению вероятных потерь.

Во-первых, из временных рядов урожайности сельскохозяйственных культур выделяется последовательность низких значений на основе локальных минимумов, для которой строится тренд.

Во-вторых, по исходному ряду определяется тренд, характеризующий усредненную тенденцию динамики уровней.

В-третьих, если тренды являются значимыми, то выделяются уровни, которые расположены ниже тренда локальных минимумов, которые названы событиями.

В-четвертых, из выделенных событий наименьшее значение названо редким событием.

В-пятых, для оценки редкого события определяется выборка как разность фактических данных и значений тренда низких урожайностей сельскохозяйственных культур. Значения выборки в виде отрицательных величин характеризуют вероятностные потери урожайности сельскохозяйственных культур. Разности уровней событий и усредненных трендовых значений отражают потери относительно ведения хозяйства в обычных условиях.

В-шестых, при наличии нескольких значимых трендов, характеризующих низкие урожайности сельскохозяйственных культур,

выбирается тот из них, для которого число событий является наименьшим.

В-седьмых, по выделенной выборке разностей строится закон распределения вероятностей. Для оценки вероятности появления редкого события применено распределение Пирсона III типа.

Таким образом, конечным результатом применения алгоритма является вероятностная оценка наибольших потерь урожайности сельскохозяйственных культур за многолетний период с учетом динамики изменчивости рассматриваемой характеристики.

В ситуациях отсутствия значимых трендов, описывающих весь временной ряд и последовательность локальных минимумов, строятся законы распределения вероятностей исходного ряда. Число событий определяется по статистическим критериям [7]. Один из таких критериев перехода значения характеристики в события –  $l\bar{y}$ , где  $\bar{y}$  – среднее многолетнее значение ряда урожайности сельскохозяйственных культур,  $l$  – коэффициент меньше единицы. Значение  $l$  можно определить на основе отношения между средним значением ряда и средним значением локальных минимумов ряда.

Реализация предложенного алгоритма осуществлена на основе данных Аларского, Боханского и Нукутского районов Усть-Ордынского Бурятского округа за 1996-2021 гг. (табл.).

Критерий  $0,8\bar{y}$  основан на исследованиях некоторых авторов. Согласно [3] средние и слабые засухи соответствуют 0.75-0.85 от средней урожайности яровой пшеницы применительно к Саратовской области. В работе [10] для Казахстана приведено значение засухи относительно урожайности яровой пшеницы, не превышающее  $0,8\bar{y}$ . И, наконец, статистические исследования многолетнего ряда урожайности зерновых культур Иркутской области показали, что событиям соответствует показатель  $0,78\bar{y}$ .

В таблице приведены регрессионные выражения, описывающие последовательности низких урожайностей сельскохозяйственных культур. В качестве таковых использованы линейная, степенная, логистическая и асимптотическая функции:

$$y=a_0+a_1t, \quad (1)$$

$$y=a_0t^a, \quad (2)$$

$$y=y_m-(y_m-y_0)e^{-st}, \quad (3)$$

$$y=y_m/(1+e^{-st}), \quad (4)$$

где  $a_0, a_1, a$  – параметры функций (1) и (2);  $y_m, y_0$  – уровень насыщения и начальное значение функции при  $t=0$ ;  $s$  – скорость роста,  $t$  – время.

Все приведенные регрессионные выражения соответствуют  $F$ -критерию значимости и  $t$ -статистике Стьюдента.

Таблица – Вероятностная оценка потерь урожайности сельскохозяйственных культур по некоторым районам Усть-Ордынского Бурятского округа по данным за 1996-2021 гг.

Table – Probabilistic assessment of crop yield losses in some areas of the Ust-Orda Buryat District based on data for 1996-2021.

Культура	Выражение	k	Потери, ц/га		p	Редкое событие с учетом тренда, ц/га	Год	y <sub>min</sub> , ц/га	Год
			y <sub>c</sub> - y <sub>i</sub>	y <sub>n</sub> - y <sub>i</sub>					
Аларский район									
Пшеница	$y=19.2/(1+e^{-0.1405t})$	3	-7.0	-3.8	0.0168	14.2	2015	11.4	1997
Ячмень	$y=18.3/(1+e^{-0.158t})$	7	-8.8	-5.5	0.0158	11.2	2015	9.7	2002
Овес	$y=16.9/(1+e^{-0.183t})$	3	-9.5	-5.5	0.0172	10.1	2015	10.1	2015
Картофель	Распределение Пирсона III типа	3	-27.3	-4.1	0.0213	88.5	2003	88.5	2003
Свекла	$y=250.1/(1+e^{-0.333t})$	5	-52.2	-35.8	0.0412	197.9	2007	197.9	2007
Морковь	$y=166.4+4.86t$	6	-39.3	-19.4	0.0511	181	2006	168.1	2001
Боханский район									
Пшеница	$y=21/(1+e^{-0.109t})$	14	-7.1	-6.4	0.0221	12.5	2015	10.7	2006
Ячмень	$y=20.4/(1+e^{-0.226t})$	10	-6.8	-6.1	0.0172	12.4	2015	10.1	2007
Овес	$y=19.7-11.3e^{-0.089t}$	14	-10.7	-6.0	0.0386	8.7	2006	11.8	2015
Картофель	Распределение Пирсона III типа	5	-52.6	-30.6	0.0199	57.2	2008	57.2	2008
Свекла	$y=268/(1+e^{-0.181t})$	8	-108.4	-83.0	0.0280	152.8	2009	159	2010
Морковь	$y=245.5/(1+e^{-0.204t})$	8	-98.4	-77.7	0.0324	144.3	2009	152.2	2008
Нукутский район									
Пшеница	Трехпараметрическое гамма-распределение	5	-10.7	-7.4	0.0217	5.6	1997	5.6	1997
Ячмень		7	-7.9	-4.5	0.0439	8.8	1997	8.8	1997
Овес		4	-5.7	-2.6	0.030	9.7	2015	9.7	2015
Картофель	$y=51.4t^{0.278}$	3	-17.0	-7.6	0.0186	68.0	2003	54.0	2000
Свекла	$y=231.9/(1+e^{-0.248t})$	8	-115.8	-108.9	0.0352	108.8	2010	106.2	2009
Морковь	$y=6.61t+110.8$	6	-67.3	-54.0	0.0377	122.9	2009	122.9	2009

Уровень насыщения для функций роста с верхними оценками определен по наибольшему значению урожайности сельскохозяйственных культур за многолетний период с добавкой точности определения 0.1 ц/га.

В качестве потерь рассмотрены отрицательные разности между значениями усредненного тренда и фактическими значениями  $y_c - y_i$  и разности между значениями тренда нижних уровней и фактическими данными  $y_n - y_i$ . При этом отрицательные разности  $y_n - y_i$  отнесены к событиям  $k$ .

Статистическая вероятность потерь, полученная с помощью распределения Пирсона III типа [11], обозначена  $p$ .

Редкое событие, соответствующее наибольшей разности между значением тренда нижних уровней ряда и эмпирическими значениями, приведено в седьмом столбце таблицы. В соседнем столбце определен год, в котором наблюдалась наименьшая разность  $\min(y_n - y_i)$ .

В последних двух столбцах таблицы приведены абсолютные наименьшие значения урожайности сельскохозяйственных культур  $y_{min}$  за рассматриваемый

период 1996-2021 гг.

Согласно полученным результатам часть потерь определена с учетом многоуровневых трендов, а другая часть – с помощью закона распределения вероятностей применительно к исходным рядам урожайности сельскохозяйственных культур. Помимо применения распределения Пирсона III типа использовано трехпараметрическое степенное гамма-распределение [8]. Оно применено для описания биопродуктивности зерновых культур Нукутского района.

При рассмотрении временного ряда в виде случайной выборки или выборки со значимыми невысокими автокорреляционными связями события определялись по критерию  $y_i \leq 0.8\bar{y}$ . Значение  $l=0.8$  близко к среднему значению средних локальных минимумов выявленных случайных выборок (таблица), которое соответствует 0,83. Отметим, что для зерновых культур по Нукутскому району  $l=0.78$ .

Приведенный пример оценки потерь урожайности сельскохозяйственных культур показывает разные ситуации, возникающие в процессе получения продукции. При этом каждый район характеризуется своими особенностями. В частности, Аларский район входит в Центральный лесостепной агроландшафтный район согласно зонированию, предложенному в работе [12]. Боханский и Нукутский муниципальные районы расположены в Боханско-Осинском лесостепном и Балаганско-Нукутском остепненном агроландшафтных районах. В свою очередь перечисленные агроландшафтные районы входят в сельскохозяйственные зоны: лесостепную и остепненную лесостепь. Другими словами, они характеризуются климатическими особенностями и специфическими факторами подстилающей поверхности, что предполагает использование адаптированных к конкретным условиям ресурсосберегающих технологий получения аграрной продукции [9].

К этому следует добавить, что в качестве исходных использованы данные всех категорий хозяйств. Поскольку зерновые культуры выращиваются в основном сельскохозяйственными организациями и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, стабильность производства этой продукции выше по сравнению с производством картофеля и овощей, которым занимаются в основном личные подсобные хозяйства.

На основе полученных результатов можно констатировать, что средние вероятности событий, соответствующие наибольшим потерям урожайности зерновых культур, изменяются в пределах 0.0272-0.0312. Средние потери урожайности зерновых культур для этих редких событий соответствуют значениям -8.4...-8.1 ц/га. Полученные вероятности показывают, что Нукутский район чаще подвержен влиянию внешних факторов, способствующих уменьшению производства сельскохозяйственных культур. В этом отношении лучше выглядят Аларский и Боханский районы.

Обращает на себя внимание неустойчивость тенденций роста урожайности зерновых культур в Нукутском районе, что обусловило применение законов распределения вероятностей для исходных рядов

характеристик биопродуктивности.

Средние потери для картофеля и овощей колеблются по территории от - 86.7 до - 39.6 ц/га. Нижняя оценка соответствует Боханскому, а верхняя – Аларскому району.

Наибольшее среднее число событий, связанное с потерями биопродуктивности сельскохозяйственных культур, наблюдается в Боханском районе, составляя примерно 10, а наименьшее – в Аларском районе – 4-5.

Во многих случаях годы, в которые имели место наименьшие значения урожайности сельскохозяйственных культур за многолетний период, не совпадают с годами наибольших потерь урожайности при учете устойчивых тенденций роста характеристики.

**Заключение.** Предложен алгоритм вероятностной оценки наибольших потерь урожайности сельскохозяйственных культур с использованием усредненных трендов и трендов низких уровней биопродуктивности.

Для оценки количества событий случайных рядов применительно к урожайности сельскохозяйственных культур предложен критерий в виде отношения среднего значения локальных минимумов к среднему значению всех уровней выборки.

Алгоритм реализован для трех сельскохозяйственных районов Усть-Ордынского Бурятского округа, расположенных в разных агроландшафтных районах.

Приведенный алгоритм применим для любых непрерывных временных рядов производственно-экономических характеристик объемом более 22-25 значений.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 24-21-00502.

### Список литературы

1. Барсукова, М.Н. Об одной модели оптимизации производства аграрной продукции в благоприятных и неблагоприятных внешних условиях / М.Н. Барсукова, Я.М. Иваньо, С.А. Петрова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2020. – № 3 (19). – С. 73-85.
2. Бочков, А.Б. Специфика анализа и оценок показателей риска редких событий на опасных производственных объектах / А.В. Бочков, В.С. Сафонов // Научно-технический сборник “Вести газовой науки”. – 2020. – №1 (42). – С. 84-95.
3. Засухи и критерии их оценки / С.И. Пряхина, Е.И. Гужова, Р.И. Злобин [и др.] // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2013. – Т. 13, вып. 2. – С. 21-27.
4. Иваньо, Я.М. Об одном алгоритме выделения аномальных уровней временного ряда для оценки рисков / Я.М. Иваньо, С.А. Петрова // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2022. – № 42. – С. 48-57.
5. Иваньо, Я.М. Оптимизационные модели аграрного производства в решении задач оценки природных и техногенных рисков: монография / Я.М. Иваньо, С.А. Петрова. – Иркутск, 2015. – 180 с.
6. Иваньо, Я.М. Трендовые модели в прогнозировании и оценке потерь урожайности сельскохозяйственных культур / Я.М. Иваньо, В.В. Цыренжапова // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2023. – № 46. – С. 53-62.
7. Изменчивость климата Европы в историческом прошлом / А.Н. Кренке, М.М.

Чернавская, Р. Браздил [и др.]; Отв. ред. А.Н. Кренке. – М.: Наука, 1995. – 223 с.

8. Крицкий, С.Н. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. – М.: Наука, 1982. – 271 с.

9. Основы ресурсосберегающего земледелия Приангарья. Методические рекомендации / В.Т. Мальцев, Ф.С. Султанов, В.А. Останин, В.И. Солодун [и др.]. – Иркутск, 2001. – 176 с.

10. Покровская, Т.В. О циркуляционных характеристиках европейско-казахстанских засух / Т.В. Покровская, А.А. Григорьева // Тр. Ордена Трудового Красного Знамени Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. Критерии и характеристики засушливых явлений на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – Вып. 403. – С. 29-37.

11. Сикан, А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность “Гидрология” направления подготовки “Гидрометеорология” / А.В. Сикан. СПб.: Изд-во РГМУ, 2007. – 279 с.

12. Система ведения сельского хозяйства Иркутской области: В 2 ч. Монография / Под редакцией Я.М. Иваньо, Н.Н. Дмитриева. – Иркутск: ООО “Мегапринт”, 2019. – Ч.1. – 319 с.

### References

1. Barsukova, M.N. et all. Ob odnoi modeli optimizatsii proizvodstva agrarnoi produktsii v blagopriyatnykh i neblagopriyatnykh vneshnikh usloviyakh [About one model of optimization of agricultural production in favorable and unfavorable external conditions]. Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii. 2020, no. 3 (19), pp. 73-85. DOI 10.38028/ESI.2020.19.3.008.

2. Bochkov, A.B., Safonov, V.S. Spetsifika analiza i otsenok pokazatelei riska redkikh sobyitii na opasnykh proizvodstvennykh obektakh [Specificity of analysis and assessment of risk indicators of rare events at hazardous production facilities]. Nauchno-tekhnicheskii sbornik “Vesti gazovoi nauki”. 2020, no.1 (42), pp. 84-95.

3. Pryakhina, S.I. et all. Zasukhi i kriterii ikh otsenki [Droughts and criteria for their assessment]. Izvestiya saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya nauki o zemle. 2013, vol. 13, issue 2, pp. 21-27.

4. Ivanyo, Ya.M., Petrova, S.A. Ob odnom algoritme vydeleniya anomal'nykh urovnei vremennogo ryada dlya otsenki riskov [On an algorithm for identifying abnormal levels of a time series for risk assessment]. Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki. 2022, no. 42, pp. 48-57.

5. Ivanyo, Ya.M., Petrova, S.A. Optimizatsionnye modeli agrarnogo proizvodstva v reshenii zadach otsenki prirodnykh i tekhnogennykh riskov [Optimization models of agricultural production in solving problems of assessing natural and technogenic risks]. Irkutsk, 2015, 180 p.

6. Ivanyo, Ya.M., Tsyrenzhapova, V.V. Trendovye modeli v prognozirovanii i otsenke poter' urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Trend models in forecasting and assessing crop yield losses]. Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki. 2023, no. 46, pp. 53-62.

7. Krenke, A.N. et all. Izmenchivost' klimata Evropy v istoricheskom proshlom [Variability of the climate of Europe in the historical past]. Nauka, 1995, 223 p.

8. Kritsky, S.N., Menkel, M.F. Hidrologicheskie osnovy upravleniya vodokhozyaistvennymi sistemami [Hydrological foundations of water management systems]. Nauka, 1982, 271 p.

9. Maltsev, V.T. et all. Osnovy resursosberegayushchego zemledeliya Priangar'ya. Metodicheskie rekomendatsii [Fundamentals of resource-saving agriculture in the Pre-Angara region. Methodological recommendations]. Irkutsk, 2001, 176 p.

10. Pokrovskaya, T.V., Grigorieva, A.A. O tsirkulyatsionnykh kharakteristikakh evropeisko-kazakhstanskikh zasukh [On the circulation characteristics of European-Kazakh droughts]. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1979, issue 403, pp. 29-37.

11. Sikan, A.V. Metody statisticheskoi obrabotki gidrometeorologicheskoi informatsii. [Methods of statistical processing of hydrometeorological information]. St. Petersburg: Publishing house of RSMU, 2007, 279 p.

12. Ivanyo, Ya.M. et all. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva Irkutskoi oblasti [The system of agriculture of the Irkutsk region]. Irkutsk, 2019, vol. 1, 319 p.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данной публикации. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

### История статьи/ Article history:

Дата поступления в редакцию/ Received: 06.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 22.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### Сведения об авторах

Иваньо Ярослав Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры информатики и математического моделирования. проректор по цифровой трансформации Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237491, e-mail: iasa\_econ@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4118-7185>.

Петрова Софья Андреевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149325573, e-mail: sofia.registration@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-583X>.

Колокольцева Ирина Михайловна – аспирант кафедры информатики и математического моделирования Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

**Контактная информация** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. +79025190281, e-mail: 89025190281@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5653-1800>.

### Information about authors

Yaroslav M. Ivanyo – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Informatics and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 83952237491; e-mail: iasa\_econ@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4118-7185>.

Sofya A. Petrova – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of the Department of Informatics and Mathematical Modeling, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, tel. 89149325573, e-mail: sofia.registration@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9586-583X>.

Irina M. Kolokoltseva – PhD student of the Department of Informatics and Mathematical Modeling, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, тел. +79025190281, e-mail: 89025190281@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5653-1800>.



DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-74-85

УДК 374.31

Научная статья

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Л.А. Козлова

Вятский государственный агротехнологический университет,  
г. Киров, Кировская область, Россия

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы использования цифровых технологий в вузах. Высшее образование приспосабливается к вызовам современной цифровой экономики, внедряя передовые технологии в образовательный процесс. Преподаватели высшей школы используют образовательные платформы, онлайн-курсы, онлайн-лекции, электронное обучение, дистанционные технологии, которые направлены на формирование индивидуальной траектории обучения и подготовку к профессиональной деятельности. Широкое внедрение дистанционных технологий и электронного обучения связано с андрагогикой. При обучении в высших учебных заведениях преподаватель учитывает, что студенты склонны учиться по-разному в зависимости от того, что они хотят знать. Обучающиеся ориентированы на выполнение задач, самостоятельны и ищут знания, относящиеся к их работе или жизни. Студенты восприимчивы к новым технологиям получения знаний, обучению вне аудитории, что позволяет развить у них привычку к постоянному саморазвитию. Обучающихся в высших учебных заведениях можно разделить на группы с набором учебных потребностей, которые можно удовлетворить с помощью цифровых технологий. Технологии виртуальной и дополненной реальности используются для создания иммерсивного опыта. Элементы искусственного интеллекта, геймификация позволяют преподавателям представить учебный материал в понятной и доступной форме. Современная экосистема вуза направлена на формирование цифровых компетенций у студентов во время аудиторной и внеаудиторной работы. Однако сложности, с которыми сталкиваются вузы, связаны не только с неготовностью преподавателя использовать цифровые технологии, но и с их наличием в образовательном учреждении. Санкционные ограничения создали определенные сложности с поставками оборудования для создания технологий виртуальной и дополненной реальности, современных образовательных платформ, персональных компьютеров. Высокая стоимость цифровых технологий также не способствует их быстрому внедрению в учебные заведения.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, образовательный процесс, электронная образовательная среда, дистанционные технологии, образовательный контент.

**Для цитирования:** Козлова Л.А. Цифровые технологии в образовании. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2024; 1 (50):74-85. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-74-85.

## DIGITAL TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Larisa A. Kozlova

Vyatka State Agrotechnological University  
Kirov, Kirov region, Russia

**Abstract.** The article discusses the use of digital technologies in universities. Higher education is adapting to the challenges of the modern digital economy, introducing advanced technologies into the educational process. Higher school teachers use educational platforms, online courses, online lectures, e-learning, and distance technologies, which are aimed at creating an individual learning path and preparing for professional activity. The widespread introduction of distance technologies and e-learning is associated with andragogy. When teaching in higher education, the teacher takes into account that students tend to learn differently depending on what they want to know. Learners are task-oriented, self-directed, and seek knowledge relevant to their work or life. Students are receptive to new technologies for acquiring knowledge and learning outside the classroom, which allows them to develop the habit of constant self-development. Students in higher education can be divided into groups with a set of learning needs that can be met using digital technologies. Virtual and augmented reality technologies are used to create immersive experiences. Elements of artificial intelligence and gamification allow teachers to present educational material in an understandable and accessible form. The modern university ecosystem is aimed at developing digital competencies among students during classroom and extracurricular work. However, the difficulties faced by universities are associated not only with the teacher’s unwillingness to use digital technologies, but also with their presence in the educational institution. Sanctions restrictions have created certain difficulties with the supply of equipment for the creation of virtual and augmented reality technologies, modern educational platforms, and personal computers. The high cost of digital technologies also does not contribute to their rapid implementation in educational institutions.

**Keywords:** digital technologies, educational process, electronic educational environment, distance technologies, educational content.

**For citation:** Kozlova L.A. Digital technologies in education. *Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”*. 2024; 1 (50):74-85. DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-74-85.

**Введение.** Цифровизация образования – это использование приложений, программ, технологий в образовательном процессе учебными заведениями. Цифровизация высшего образования приобретает всё большие масштабы. Рынок образовательных технологий (EdTech) по прогнозам аналитиков к концу 2025 году составит более 300 млрд. долларов. Современные реалии требуют от высших учебных заведений соответствия не только нормативным актам, но и требованиям рынка труда, экономики страны. Вузы обновляют инфраструктуру, создают экосистему, которая включает в себя электронные библиотеки, системы учета, контроля и сбора информации о образовательном процессе и работе вуза, дистанционные и электронные образовательные технологии. Внедрение информационных технологий осуществляется как в образовательный процесс, так и научно-исследовательскую деятельность.

**Цель** статьи – описание современных цифровых средств, используемых в образовательном процессе высшими учебными заведениями.

**Материалы и методики исследования.** Учебные заведения в образовательном процессе применяют электронное и интерактивное обучение. Для этого они используют информационную образовательную среду вуза, которая позволяет сформировать цифровые компетенции [5].

В экосистеме вуза возможно представить учебный материал в виде видеолекций, а проверку знаний автоматизировать с помощью тестовой системы [4]. Электронная среда способствует коммуникациям, свободному взаимодействию обучающихся и педагога.

В информационной среде вуза обучающийся в личном кабинете видит, какие дисциплины он изучил, что еще предстоит изучить, результаты промежуточной и текущей аттестации, портфолио. Кроме этого, через личный кабинет имеется связь с преподавателем.

Цифровая экономика предполагает, что качественную информацию обучающийся может получать в любое время. Поэтому учебные заведения создают цифровой контент, электронные учебники, специализированные программы.

С 2016 года вузы используют технологии дистанционного и электронного обучения (рис. 1) [9].

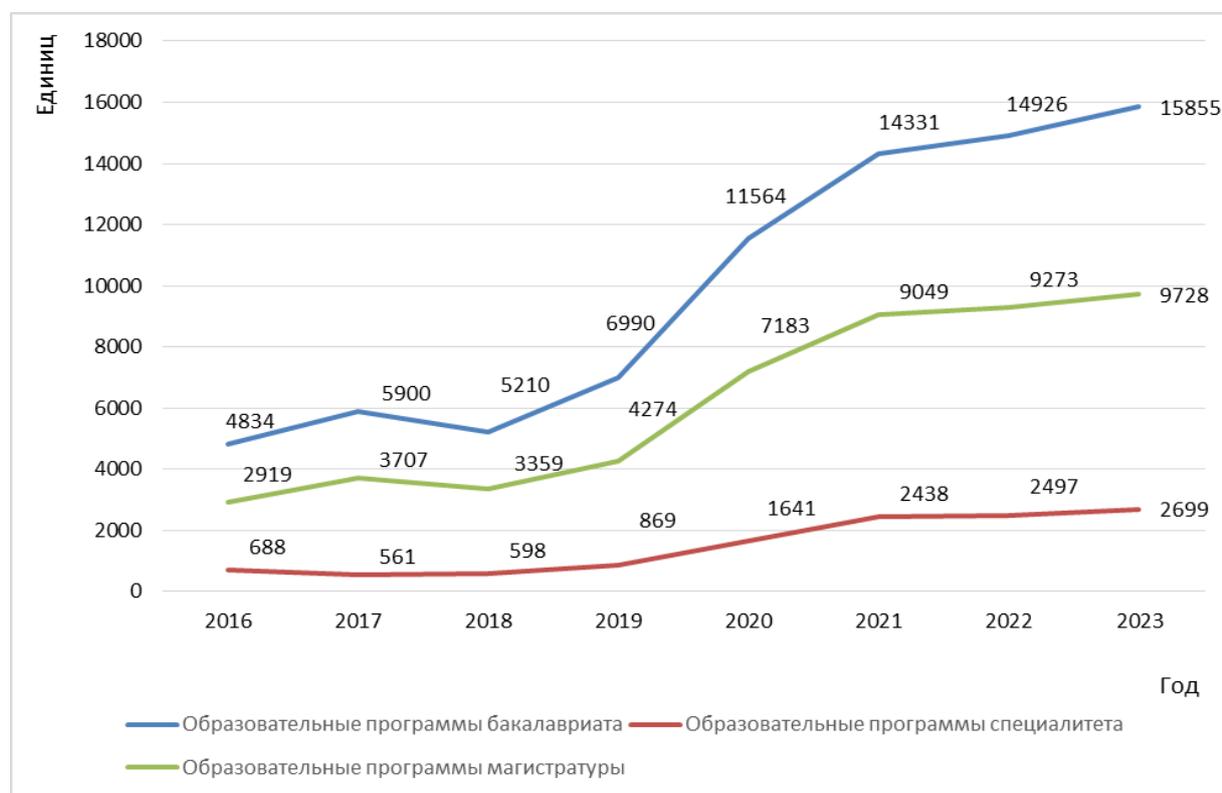


Рисунок 1 – Количество образовательных программ, реализуемых с применением электронного обучения, единиц

Figure 1 – Number of educational programs implemented using e-learning, units

Практически на 40% увеличилось количество образовательных программ с применением электронного обучения на всех уровнях подготовки в 2023 году. Существенный рост применения электронного обучения был связан с пандемией.

Более чем на 60% возросло использование высшими учебными заведениями дистанционных образовательных технологий (рис. 2). По образовательным программам магистратуры использование дистанционных технологий увеличилось с 945 единиц в 2016 году до 9152 единиц в 2023 году.

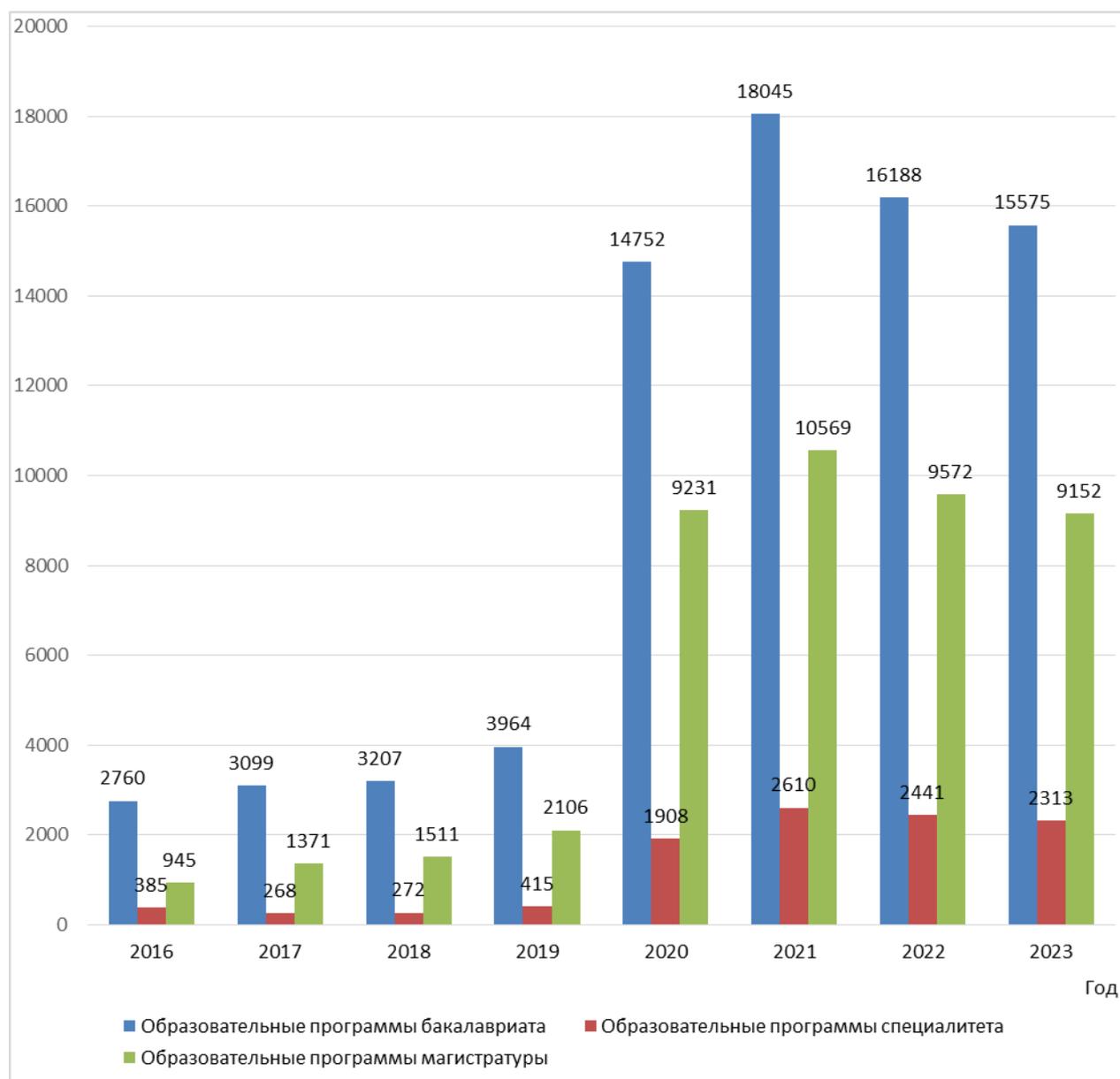


Рисунок 2 – Количество образовательных программ, реализуемых с применением дистанционных образовательных технологий, единиц

Figure 2 – Number of educational programs implemented using distance learning technologies, units

С 2021 года многие вузы стали реализовывать образовательные программы с использованием онлайн-курсов. Если в 2021 году на программах бакалавриата применялось 8633 единицы образовательных программ, реализуемых с использованием онлайн-курсов, то в 2023 году этот показатель составил 10885 единиц. В том числе полностью реализуемых в онлайн-формате 4587 единиц в 2023 году при 129 единицах в 2021 году.

По программам специалитета вузы использовали при преподавании дисциплин в 2023 году 1590 единиц онлайн-курсов, из которых 122 дисциплины полностью в онлайн-формате.

Количество дисциплин программ магистратуры, реализуемых полностью в онлайн-режиме, выросло с 93 в 2021 году до 2567 единиц в 2023 году.

**Результаты исследований.** Преподаватели в своей профессиональной деятельности используют обучающие компьютерные программы по отдельным предметам, пакеты программ по специальностям, программы компьютерного тестирования, виртуальные тренажеры, электронные версии справочников и учебных пособий и другие специальные программные средства.

Широкое внедрение дистанционных технологий и электронного обучения связано с андрагогикой, поскольку преподаватели вузов выстраивают образовательную технологию, учитывая непрерывное образование.

Системы дистанционного обучения позволяют не только обучать студентов, но и повышать компетентность и профессионализм профессорско-преподавательскому составу [8].

В основном вузы используют уже готовые системы дистанционного обучения [5]. Дистанционные технологии позволяют преподавателям представлять материал с использованием мультимедийных технологий, автоматизировать рутинные операции и выстраивать индивидуальную траекторию обучения по своему предмету для каждого студента [3]. В режиме онлайн и офлайн, на электронном образовательном портале вуза, преподаватель осуществляет общение со студентами с помощью форумов, блоков с тестированием, консультаций, проверки знаний.

Наиболее популярными системами дистанционного обучения в России являются: ATUtor, Moodle, iSpring Online, eLearning Server и iWebinar Eliademy, Ё-СТАДИ, OLAT, Opigno, ILIAS, Diskurs [8].

Кроме готовых разработок, вузы создают собственную электронную среду, позволяющую учитывать все специфики обучения в вузе [4].

Высшие учебные заведения активно пользуются сервисами для видеозвонков, различными LMS, пакетом “Мой офис”.

Внедрение искусственного интеллекта в образовательной деятельности направлено на помощь преподавателю. Преподаватели вузов используют в образовательном процессе:

- ансамбли алгоритмов, позволяющие выстроить индивидуальную траекторию обучения или анализа эффективности плана занятия;
- предобученные нейросети, которые позволяют обучать на большом объеме данных (для этого используются отечественные разработки YaLM 100B от “Яндекса”, RUGPT-3 от SberDevices);
- нейросети для получения данных, текстов, создания презентаций, автоматизации учебного процесса.

Вузы используют искусственный интеллект для изучения запросов студентов и абитуриентов, учебной аналитики, проверки домашних заданий.

На основе данных проведенного опроса студентов российских вузов школой IT-профессий Skillfactory можно отметить, что большая часть студентов уже освоила нейросети.

Самыми популярными являются ChatGPT, Midjourney, Kandinsky. Более 80% студентов отмечают, что искусственный интеллект помогает в учебе (рис. 3).

Больше всего студенты используют нейросети для подготовки и редактирования текстов, 44% опрошенных используют нейросети при написании программного кода. Студенты используют искусственный интеллект и при сдаче экзаменов. Для подготовки презентации к выступлениям на конференциях искусственный интеллект используют 17 % опрошенных.

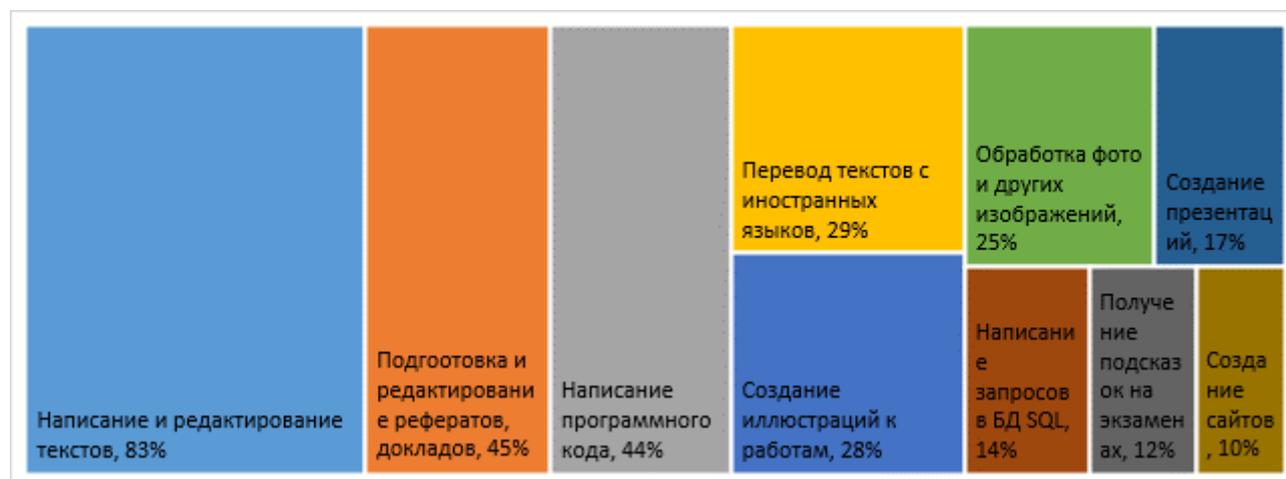


Рисунок 3 – Использование нейросетей студентами в учёбе

Figure 3 – Use of neural networks by students in their studies

Около 30% опрошенных студентов используют искусственный интеллект для перевода текстов с иностранных языков.

Геймификация позволяет представлять материал по дисциплине в интересной форме, держать внимание студентов, мотивировать их [2]. Используя конкурсы, проекты, симуляции преподаватели позволяют студентам проектировать реальные ситуации, которые возникают у

специалистов в реальной практике хозяйствующих субъектов. Преподаватели используют основные принципы геймифицированного образования:

- автономность, позволяет показать студентам, что принятое решение каждым зависит от общего результата;
- ценность, получение новых знаний и формирование практического навыка;
- формирование компетентности позволяет оценить уровень подготовки будущего специалиста;
- соревновательный элемент создает здоровую конкуренцию среди студентов.

В образовании геймификация полезна, поскольку повышает уверенность у обучающихся, формирует полезные привычки, позволяет нестандартно мыслить при решении ситуационных задач, раскрыть свой потенциал, чувство ответственности и умение работать в команде, а также применить теоретические знания на практике.

Преподаватели в образовательном процессе используют следующие формы геймификации:

- предметная – сосредоточение на конкретных знаниях;
- метапредметная – формирование определенных навыков;
- дисциплинарная – освоение гибких навыков (soft skills);
- проектная – работа в команде.

Начиная с 2018 года, в России реализуются проекты, в которых предусмотрено использование VR-технологий – “Образование-2024”, “Цифровая школа”, “Современная цифровая образовательная среда”, “Цифровая экономика Российской Федерации” [10].

В рамках данных проектов вузы используют технологии виртуальной и дополненной реальности.

Дополненная реальность (AR) – технология, которая дополняет реальную окружающую картину мира виртуальными элементами.

Преподаватели вузов используют AR-технологии при проведении занятий по естественно-математическим наукам. Высокая стоимость оборудования и программного обеспечения AR-технологий сдерживает широкое распространение в образовательном процессе высших учебных заведений. Технологию AR на данном этапе можно рассматривать только как дополнение к образовательному процессу.

Виртуальная реальность в образовании (VR) – компьютерная технология, воспроизводящая окружающую среду и имитирующая физическое присутствие и используемая в образовательном процессе.

Преимущество иммерсивного подхода в образовании представлено на рисунке 4.

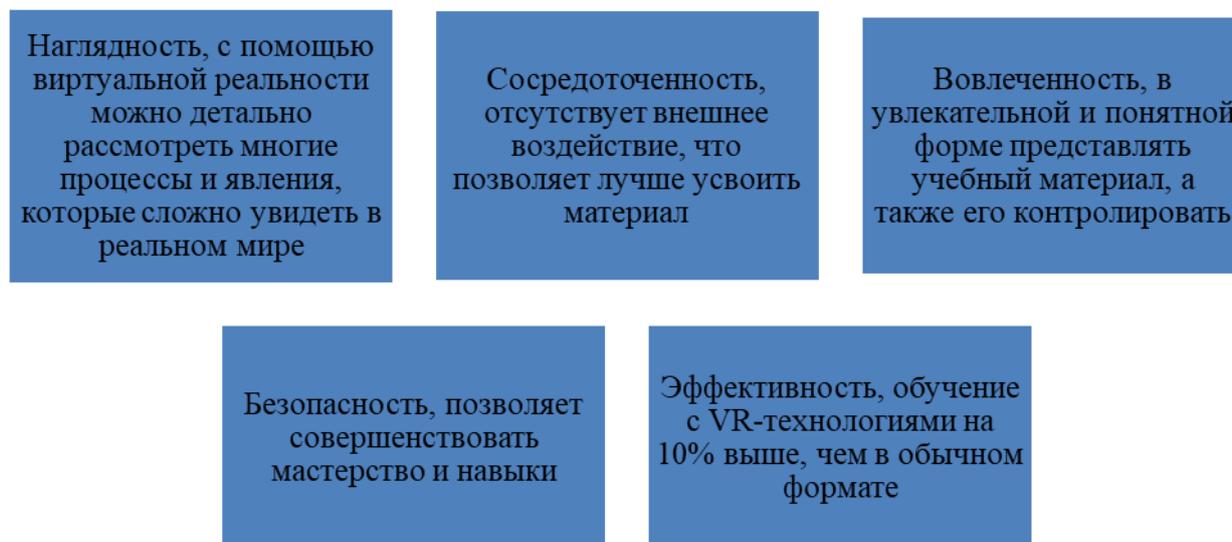


Рисунок 4 – Преимущества использования иммерсионного метода обучения

Figure 4 – Advantages of using the immersion teaching method

Преподаватели и студенты могут находиться в одном виртуальном пространстве, где выполняют действия с виртуальными цифровыми моделями любых технических проектов на базе 3D CAD/BIM-моделей, изменяют их масштаб, положение в пространстве, видят действия друг друга и обнаруживают коллизии. В рамках федерального проекта “Передовые инженерные школы” оборудуются VR-аудитории, в которых проводят занятия по 3D-проектированию, технологическому моделированию, цифровому инжинирингу, цифровому менеджменту и архитектуре.

Для проведения занятий используют шлемы с датчиками, проводные и беспроводные гарнитуры, автономные шлемы. На занятиях студенты знакомятся с технологией обучения с помощью VR-технологии [6]. Наличие данного оборудования в вузах зависит от финансовых возможностей. По данным аналитиков, использование виртуальной реальности в образовательном процессе будет только увеличиваться, поскольку происходит снижение стоимости оборудования. Российские разработчики занимают освободившиеся ниши рынка после ухода зарубежных контрагентов с российского рынка.

Отметим, что в вузах создаются цифровые кафедры, которые направлены на формирование компетенций в сфере ИТ. В рамках подготовки специалистов цифровой экономики в вузах реализуются проекты по созданию цифровых аудиторий. В данных аудиториях студенты учатся работать с системами автоматизации бизнес-процессов предприятий. При этом возможно выполнение заданий командой [1, 3].

Для практических занятий в Вятском ГАТУ создана цифровая аудитория, от индустриального партнера агрохолдинга “Дороничи”. С помощью технологии “Умный дом” оборудовано цифровое пространство, позволяющее с любого устройства транслировать образовательный контент.

В данной аудитории с помощью VR- очков обучающиеся знакомятся с технологией содержания КРС на мегаферме. Сотрудники агрохолдинга совместно с преподавателями вуза сняли по технологии 360 все бизнес-процессы мегафермы. На ферме содержится 3100 голов крупного рогатого скота.

Студенты в режиме реального времени видят, как дрон облетает поле, с помощью датчиков происходит передача информации о скорости комбайна, расходе горючего и передается сигнал на выезд грузового транспорта к этому комбайну. В VR-очках студенты изучают анатомию животных, видят операторский пульт линии по производству молока на мегаферме, процесс приготовления и раздачи кормов, автоматической дойки КРС, погрузки и разгрузки техники, содержание телят, чипирования КРС, удаления навоза и многое другое. Обучающиеся без посещения фермы погружаются в работу всех подразделений.

В образовательном процессе используются VR-конструкторы, VR-симуляторы, VR-коллекции пространств и объектов, виртуальные экскурсии и AR-карты.

Кроме этого, студенты изучают технологию работы с беспилотными летательными аппаратами. С помощью программного обеспечения они снимают показания с датчиков, анализируют полученные данные и принимают управленческие решения.

Однако единого мнения среди профессорско-преподавательского состава по использованию цифровых технологий в образовании нет.

Можно выделить как положительные, так и отрицательные стороны цифровизации образования (рис. 5).

Положительные стороны	Отрицательные стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>• индивидуальное образование;</li> <li>• развитие навыка самообучения;</li> <li>• высокая мотивация к учёбе;</li> <li>• удобный формат.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• плохая социализация;</li> <li>• ухудшение здоровья;</li> <li>• снижение качества обучения.</li> </ul>

Рисунок 5 – Положительные и отрицательные стороны цифровизации образования

Figure 5 – Positive and negative aspects of digitalization of education

Представленные положительные и отрицательные составляющие цифровизации носят субъективный характер.

Однако проблемы цифровизации связаны не только с организацией образовательного процесса, но и с доступностью информационных технологий. Введенные санкции сказались на доступности информационных технологий. Поэтому в декабре 2023 года Минобрнауки России направил на рассмотрение в правительство программу цифровизации высшего образования на период с 2024 по 2030 годы. В программе определены этапы, направленные на переподготовку преподавателей, реинжиниринг бизнес-процессов системы образования, построения технологической платформы и ее масштабирования. Для внедрения цифровизации в высшие учебные заведения планируется реализовать следующие проекты:

- “Датахаб” и “Сервис хаб” – сбор, систематизация и управление данными и бизнес-процессами;
- “Архитектура цифровой трансформации”;
- “Цифровой университет” – создание и развитие цифровых сервисов в сфере науки и высшего образования, охватывающих все виды бизнес-процессов;
- Единая сервисная платформа науки – единая экосистема сервисов для проведения исследований и разработок;
- “Маркетплейс программного обеспечения и оборудования” – единая информационная среда взаимодействия образовательных организаций, поставщиков и производителей оборудования и программного обеспечения;
- “Цифровое образование” – повышение уровня цифровых компетенций обучающихся, научно-педагогических работников, а также формирования компетентной команды управления процессом цифровой трансформации.

Для абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения, с 2022 года используется суперсервис. В 2023 года вузы внедрили электронные зачетные книжки, студенческие билеты.

Минобрнауки в 2023 году направило 29,4 млрд. рублей на цифровую трансформацию высшего образования. Часть средств будут направлены на:

- систему “Скраб” – сопоставляет компетенции выпускников с запросами работодателей, а также информирует о состоянии рынка труда;
- фреймворк искусственного интеллекта “Серафим”, позволяющего проектировать образовательные программы [7].

**Выводы.** Использование современных цифровых технологий позволяет разнообразить образовательный процесс, заинтересовать выпускников остаться в профессии, сформировать мягкие навыки у студентов и подготовить их к чемпионатам WorldSkills Russia. Вузы обладают потенциалом в применении виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта и геймификации в образовательном процессе.

Таким образом, применение цифровых технологий преподавателями высшей школы в образовательном процессе имеет большое значение в условиях обновления системы образования и подготовки кадров для экономики данных.

### Список литературы

1. Асалханов, П.Г. “Умная” аудитория в образовательной деятельности / П.Г. Асалханов, С.А. Петрова // Цифровые технологии в науке, образовании и производстве: матер. Всеросс. научно-практ. семинара. – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2022 – 59 с.
2. Асташова, Н.А. Ресурсы геймификации в образовании: теоретический подход / Н.А. Асташова, С.К. Бондырева, О.С. Попова // Образование и наука. 2023. – Т. 25. – № 1. – С. 11-45. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-1-15-49
3. Козлова, Л.А. Использование современных информационных технологий в образовательном процессе / Л.А. Козлова, С.Н. Плотникова // Педагогика и психология в XXI веке: современное состояние и тенденции исследования: матер. V Всеросс. научно-практ. и метод. заочной конф. – 2018. – С. 107-110.
4. Полковская, М.Н. Цифровизация образовательного пространства на базе отделения СПО института сестринского образования иркутского государственного медицинского университета / М.Н. Полковская, В.Н. Жевлаков // Цифровизация в системе образования: теоретические и прикладные аспекты: сб. тезисов регион. научно-практ. конф. – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ. – 2023. – С. 31-34.
5. Порохина, И.Ю. Формирование профессиональных компетенций экономистов в условиях дистанционного обучения / И.Ю. Порохина, Д.В. Чистов // Новые информационные технологии в образовании: сб. научных трудов 17-й междунар. научно-практ. конф. Под общей ред. Д.В. Чистова. – 2017. – С. 100-105.
6. Рачеев, Н.О. Потенциал технологии виртуальной реальности в преподавании профильных дисциплин аграрного вуза / Н.О. Рачеев // В кн.: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: матер. междунар. научной конф. – 2023. – С. 260-261.
7. Сорокова, М.Г. Оценка цифровых образовательных технологий преподавателями вузов / М.Г. Сорокова, М.А. Одинцова, Н.П. Радчикова // Психологическая наука и образование. 2023. – Том 28. – № 1. – С. 25-39. DOI: 10.17759/pse.2023280101
8. Топ-10 систем для организации дистанционного обучения // VUZ24. Центр дистанционного образования в России: сайт. 2024. URL: <https://vuz24.ru/news/o-distantsionnom-obrazovanii/top-10-sistem-dlya-organizacii-distancionnogo-obucheniya#Nakakih-platformah> (дата обращения 02.03.2024).
9. Федеральная служба государственной статистики РФ: официальный сайт. Москва. URL.: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 02.03.2024).
10. Цифровые технологи в образовании // TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии: сайт. 2024. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 02.03.2024).

### References

1. Asalkhanov, P.G., Petrova, S.A. “Umnaya” auditoriya v obrazovatel'noj deyatel'nosti [“Smart” audience in educational activities]. *Molodezhnyj*, 2022, pp. 59-63.
2. Astashova, N.A. et all. Resursy gejmfikacii v obrazovanii: teoreticheskij podhod [Gamification resources in education: a theoretical approach]. *Obrazovanie i nauka*, 2023, vol. 25, no. 1, pp. 11-45.
3. Kozlova, L.A., Plotnikova, S.N. Ispol'zovanie sovremennyh informacionnyh tekhnologij v obrazovatel'nom processe [The use of modern information technologies in the

educational process]. 2018, pp. 107-110.

4. Polkovskaya, M.N., Zhevlakov V.N. Cifrovizaciya obrazovatel'nogo prostranstva na baze otdeleniya SPO instituta sestrinskogo obrazovaniya irkutskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta [Digitalization of the educational space on the basis of the secondary vocational education department of the Institute of Nursing Education of the Irkutsk State Medical University]. *Molodezhnyj*, 2023, pp. 31-34.

5. Porokhina, I.Yu., Chistov D.V. Formirovanie professional'nyh kompetencij ekonomistov v usloviyah distancionnogo obucheniya [Formation of professional competencies of economists in the conditions of distance learning]. 2017, pp. 100-105.

6. Racheev, N.O. Potencial tekhnologii virtual'noj real'nosti v prepodavanii profil'nyh disciplin agrarnogo vuza [The potential of virtual reality technology in teaching specialized disciplines at an agricultural university]. 2023, pp. 260-261.

7. Sorokova, M.G. Ocenka cifrovyyh obrazovatel'nyh tekhnologij prepodavatelyami vuzov [Evaluation of Digital Educational Technologies by University Teachers]. *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie*. 2023, vol. 28, no. 1, pp. 25-39 DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2023280101>

8. Top-10 sistem dlya organizacii distancionnogo obucheniya [Top 10 systems for organizing distance learning]. <https://vuz24.ru/news/o-distantsionnom-obrazovanii/top-10-sistem-dlya-organizacii-distancionnogo-obucheniya#Na-kakih-plattformah> (access date 03/02/2024).

9. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki RF [Federal State Statistics Service of the Russian Federation]. <http://www.gks.ru/> (access date 03/02/2024)

10. Cifrovye tekhnologii v obrazovanii [Digital technologies in education]. <https://www.tadviser.ru/index.php/> (access date 03/02/2024)

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Author's contribution.** Author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of this study. Author of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of interests.** The author declares no conflict of interest.

### История статьи / Article history:

Дата поступления в редакцию / Received: 10.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 20.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2024

### Сведения об авторе

Козлова Лариса Алексеевна – кандидат экономических наук, зав. кафедрой информационных технологий и статистики ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 610017, РФ, Кировская область, г. Киров, Октябрьский проспект, 133, тел. 89229072035, e-mail: lory30@mail.ru; ORCID ID: 0000-0003-1084-3354.

### Information about author

Kozlova Larisa Alekseevna – Candidate of Economic Sciences, Head of Department of Information Technologies and Statistics FSBEI HE Vyatka State Technical University.

**Contact information:** FSBEI HE Vyatka State Technical University, 610017, Russian Federation, Kirov Region, Kirov, Oktyabrsky Avenue, 133, tel. 89229072035, e-mail: lory30@mail.ru; ORCID ID: 0000-0003-1084-3354.

## **Требования** **к статьям, публикуемым в электронном научно-практическом журнале** **“Актуальные вопросы аграрной науки”**

### **Условия опубликования статьи**

1. Представленная для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы.
2. Соответствовать правилам оформления.
3. Автор может опубликовать одну статью в полугодие и два раза в год в соавторстве.

### **Правила оформления статьи**

1. Представление статьи осуществляется в электронном виде через электронную редакцию (адрес: <http://agronauka-irsau.ru>). После регистрации в системе электронной редакции автоматически формируется персональный профиль автора. Затем необходимо загрузить статью через меню “Мои публикации”. Все взаимодействия с редактором происходят через электронную редакцию. **Вниманию авторов, имеющих соавторов:** регистрационную форму заполняет основной контактный автор, остальные авторы указываются специальным списком в отдельном окне.
2. В электронной форме подачи статьи необходимо заполнить обязательные поля: “УДК”, “Название статьи”, “И.О. Фамилия автора”, “Название организации”, “Аннотация статьи”, “Ключевые слова”. Далее все поля дублируются на английском языке.
3. Текст статьи должен быть тщательно вычитан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

### **Структура статьи**

1. УДК размещается в левом верхнем углу: полужирный шрифт, размер – 12 пт.
2. Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 пт, межстрочный интервал – 1.0.
3. И.О. Фамилия автора(ов), полужирный шрифт, 12 пт.
4. Название организации, 12 пт, межстрочный интервал – 1.0.
5. Аннотация статьи должна отражать основные положения работы и содержать от 200 до 250 слов (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал – 1.0).
6. После аннотации располагаются ключевые слова (шрифт – Times New Roman, курсив, размер – 12 пт.).
7. Далее: пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6, дублируются на английском языке.
8. Основной текст статьи – шрифт Times New Roman, размер – 14 пт., межстрочный интервал – 1.0 пт.
9. В конце статьи размещается список литературы (по алфавиту) на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
10. Далее – транслитерация всего списка литературы.
11. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.
12. Благодарность(и) или указание(я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт Times New Roman, 12 пт.).
13. Оформление рисунков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1-2003). Названия рисунков и таблиц дублируются на английском языке.
14. Набор формул осуществляется в MicrosoftEquation в версии не ниже 3.0.
15. Сведения об авторе(ах): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, e-mail, почтовый индекс и адрес учреждения. Сведения об авторе(ах) дублируются на английском языке.
16. Нумерация страниц статьи обязательна.

### **Регистрация статей**

1. Поступившая статья регистрируется в общий список по дате поступления.
2. Автор(ы) извещаются по e-mail или по контактному телефону о публикации статьи(ей) в соответствующем выпуске.
3. Главный редактор в течение 7 дней уведомляет автора(ов) о получении статьи.

### **Порядок рецензирования статей**

1. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование.
2. Формы рецензирования статей:
  - внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);
  - внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).
3. Главный редактор определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.
4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются главным редактором с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
5. В рецензии должны быть освещены следующие вопросы:
  - соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;
  - насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретические мысли;
  - доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и т.д.;
  - целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу научной литературы;
  - в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;
  - вывод о возможности опубликования данной рукописи в журнале: “рекомендуется”, “рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков” или “не рекомендуется”.
6. Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.
7. В случае отклонения статьи от публикации редакция направляет автору(ам) мотивированный отказ.
8. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору(ам) по электронной или обычной почте.
9. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционным советом.
10. После принятия редакционным советом решения о допуске статьи к публикации главный редактор информирует об этом автора(ов) и указывает сроки публикации.
11. Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала.

### **Порядок рассмотрения статей**

1. Представляя статью для публикации, автор тем самым выражает согласие на размещение полного ее текста в сети Интернет на официальных сайтах научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) и электронного научно-практического журнала “Актуальные вопросы аграрной науки” (<http://agronauka.igsha.ru>).
2. Статьи принимаются по установленному графику:
  - в № 1 (март) – до 1 января текущего года;
  - в № 2 (июнь) – до 1 апреля текущего года;

- в № 3 (сентябрь) – до 1 июня текущего года;
- в № 4 (декабрь) – до 1 сентября текущего года.

В исключительных случаях, по согласованию с редакцией, срок приема статьи в ближайший номер может быть продлен не более, чем на три недели.

3. Поступившие статьи рассматриваются редакционным советом в течение месяца.

4. Редакционный совет правомочен отправить статью на дополнительное рецензирование.

5. Редакционный совет правомочен осуществлять научное и литературное редактирование поступивших материалов, при необходимости сокращать их по согласованию с автором(ами), либо, если тематика статьи представляет интерес для журнала, направлять статью на доработку автору(ам).

6. Редакционный совет оставляет за собой право отклонить статью, не отвечающую установленным требованиям оформления или тематике журнала.

7. В случае отклонения представленной статьи редакционный совет дает автору(ам) мотивированное заключение.

8. Автор(ы) в течение 7 дней получают уведомление о поступившей статье. Через месяц после регистрации статьи, редакция сообщает автору(ам) о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.

Подробную информацию об оформлении статей можно получить по e-mail: *iyumex@rambler.ru*.

**Requirements**  
**to articles published in the electronic scientific and practical journal**  
**“Actual issues of agrarian science”**

**Conditions for publishing an article**

1. The article submitted for publication must be relevant, have novelty, contain the statement of tasks (problems), a description of the main research results obtained by the author, and conclusions.
2. Comply with the rules of registration.
3. The author can publish one article per half a year and twice a year as a co-author.

**Article formatting rules**

1. Submission of the article is carried out in electronic form through the electronic editorial office (address: <http://agronauka-irsau.ru>). After registration in the electronic editorial system, a personal profile of the author is automatically generated. Then you need to upload the article through the menu "My publications". All interactions with the editor occur through the electronic edition. To the attention of authors with co-authors: the main contact author fills out the registration form, the other authors are indicated in a special list in a separate window.
2. In the electronic form for submitting an article, it is necessary to fill in the required fields: “UDC”, “Article title”, “Author's initials and surname”, “Organization name”, “Article abstract”, “Keywords”. Further, all fields are duplicated in English.
3. The text of the article must be carefully proofread by the author, who is responsible for the scientific and theoretical level of the published material.

**Article structure**

1. UDC is placed in the upper left corner: bold, size - 12 pt.
2. Title of the article (in CAPITAL LETTERS), bold, 14 pt, line spacing – 1.0.
3. Author's initials and surname, bold, 12 pt.
4. Name of the organization, 12 pt, line spacing – 1.0.
5. The abstract of the article should reflect the main provisions of the work and contain from 200 to 250 words (font - Times New Roman, size - 12 pt, spacing - 1.0).
6. After the abstract, keywords are placed (font - Times New Roman, italics, size - 12 pt.).
7. Further: points 1, 2, 3, 4, 5, 6 are duplicated in English.
8. The main text of the article - Times New Roman font, size - 14 pt., line spacing - 1.0 pt.
9. At the end of the article there is a list of references (in alphabetical order) in Russian, drawn up in accordance with GOST 7.1-2003.
10. Next - transliteration of the entire list of references.
11. References to the literature are given in the text in square brackets.
12. Acknowledgment(s) or an indication(s) of what funds the research was carried out are given at the end of the main text after the conclusions (Times New Roman, 12 pt.).
13. Design of figures and tables according to the standard (GOST 7.1-2003). The names of figures and tables are duplicated in English.
14. A set of formulas is carried out in Microsoft Equation in version 3.0 or higher.
15. Information about the author(s): last name, first name, middle name (in full), academic degree, academic title, position, place of work (place of study or job seeker), contact numbers, e-mail, postal code and address of the institution. Information about the author(s) is duplicated in English.
16. The numbering of the pages of the article is obligatory.

**Registration of articles**

1. The received article is registered in the general list by the date of receipt.
2. The author(s) are notified by e-mail or by contact phone about the publication of the

article(s) in the corresponding issue.

3. The editor-in-chief notifies the author(s) of receipt of the article within 7 days.

### **The procedure for reviewing articles**

1. Scientific articles received by the editors are reviewed.

2. Forms of reviewing articles:

– internal (review of manuscripts of articles by members of the editorial board);

– external (direction for reviewing manuscripts of articles to leading experts in the relevant industry).

3. The editor-in-chief determines the compliance of the article with the profile of the journal, the requirements for registration and sends it for review to a specialist (doctor or candidate of sciences) who has the closest scientific specialization to the topic of the article.

4. The terms of reviewing in each individual case are determined by the editor-in-chief, taking into account the creation of conditions for the promptest publication of the article.

5. The review should cover the following issues:

– whether the content of the article corresponds to the topic stated in the title;

– how the article corresponds to modern achievements of scientific and theoretical thought;

– is the article accessible to readers for whom it is designed in terms of language, style, arrangement of material, visibility of tables, diagrams, figures, etc.;

– whether the publication of the article is appropriate, taking into account the previously published scientific literature on this issue;

– what exactly are the positive aspects, as well as the disadvantages; what corrections and additions should be made by the author;

– a conclusion about the possibility of publishing this manuscript in the journal: “recommended”, “recommended taking into account the correction of the shortcomings noted by the reviewer” or “not recommended”.

6. Reviews are certified in the manner prescribed by the institution where the reviewer works.

7. In case of rejection of the article from publication, the editors send a reasoned refusal to the author(s).

8. An article not recommended by the reviewer for publication is not accepted for re-consideration. The text of the negative review is sent to the author(s) by e-mail or regular mail.

9. The presence of a positive review is not a sufficient reason for publishing an article. The final decision on the expediency of publication is made by the editorial board.

10. After the editorial board decides on the admission of the article for publication, the editor-in-chief informs the author(s) about this and indicates the terms of publication.

11. The originals of the reviews are stored in the editorial office of the journal.

### **Order of consideration of articles**

1. By submitting an article for publication, the author thereby agrees to place its full text on the Internet on the official websites of the scientific electronic library ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) and the electronic scientific and practical journal “Actual issues of agrarian science” (<http://agronauka.igsha.ru>).

2. Articles are accepted according to the established schedule:

- in No. 1 (March) - until January 1 of the current year;

- in No. 2 (June) - until April 1 of the current year;

- in No. 3 (September) - until June 1 of the current year;

- in No. 4 (December) - until September 1 of the current year.

In exceptional cases, in agreement with the editors, the deadline for submitting an article to the next issue can be extended by no more than three weeks.

3. Received articles are considered by the editorial board within a month.

4. The editorial board is authorized to send the article for additional review.

5. The editorial board is authorized to carry out scientific and literary editing of the received materials, if necessary, reduce them in agreement with the author(s), or, if the subject of the article is of interest to the journal, send the article for revision to the author(s).

6. The editorial board reserves the right to reject an article that does not meet the established requirements for the design or subject matter of the journal.

7. In case of rejection of the submitted article, the editorial board gives the author(s) a reasoned opinion.

8. The author(s) within 7 days receive a notification about the received article. A month after the registration of the article, the editors inform the author(s) about the results of the review and about the plan for publishing the article.

Detailed information about the design of articles can be obtained by e-mail: *iydex@rambler.ru*.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
“АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АГРАРНОЙ НАУКИ”**

**Выпуск 1(50)**

**март**

**Технический редактор – Н.В. Спиридонова**

**Перевод – П.Г. Асалханов**

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Дата выхода: 01.04.2024.

Усл. печ. л. 5,75.

Адрес редакции, издателя, типографии:

664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный,  
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.