

**АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

**Научная статья
УДК 631.3:338.46**

**ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ АПК**

**Владимир Анатольевич Погонышев, Дина Алексеевна Погонышева,
Наталья Дмитриевна Ульянова
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия**

Аннотация. Рациональная эксплуатация сельскохозяйственной техники обуславливает повышение продуктивности отраслей АПК, решение проблемы продовольственной безопасности страны, наращивание экспортных позиций. Концентрация тракторов, комбайнов, сельхозмашин по территории страны не однородна, но характерно сокращение сельхозтехники независимо от субъекта РФ. Уровень технической обеспеченности аграрных предприятий остается низким, часто срок эксплуатации сельхозмашин более 10 лет, износ машинно-тракторного парка около 50%. Дальнейшее наращивание конкурентных возможностей аграрного бизнеса вызывает необходимость достоверного учета наличия и степени износа машин и оборудования, государственной поддержки для их обновления. Общемировая практика свидетельствует о росте производительности отраслей в АПК в процессе внедрения высокотехнологичных решений, в том числе на основе применения искусственного интеллекта (ИИ). Для роста показателей качества и эффективности агротехнологий, осуществления технического перевооружения в сельском хозяйстве эксплуатируются электронные системы, позволяющие осуществлять автовождение, картирование урожайности, мониторинг сельхозмашин и др. ИИ-решения анализируют текущую обстановку, могут использовать опыт работы техники, на основе анализа данных и опыта прогнозируют ситуацию и выбирают или подсказывают механизатору оптимальные параметры для наиболее эффективного выполнения операций. В АПК используются агроботы различных типов. Высокий уровень цен на сельхозтехнику, недостаточность государственных и региональных субсидий, отсутствие тиражируемых ИИ-решений, непредсказуемость продовольственного рынка, дефицит высококвалифицированных кадров препятствуют переходу аграрной индустрии на более высокий уровень. Установлено, что применение инновационных решений в хозяйствующих субъектах потребует длительного времени в связи с проблемами в финансово-экономической, технологической, кадровой готовности организаций.

Ключевые слова. АПК, сельскохозяйственная техника, искусственный интеллект, агроботы, риски.

Для цитирования: Погонышев В.А., Погонышева Д.А., Ульянова Н.Д. Вопросы эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях интеллектуализации АПК // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 54-59.

Original article

**OPERATING ISSUES OF AGRICULTURAL MACHINERY IN THE CONDITIONS
OF INTELLECTUALIZATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

**Vladimir A. Pogonyshv, Dina A. Pogonysheva, Natalia D. Ul'yanova
Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia**

Abstract. The rational use of agricultural machinery is responsible for increasing the productivity of agro-industrial complex, solving the problem of food security of the country, and increasing export positions. The concentration of tractors, combines, agricultural machines throughout the country is not uniform, but the reduction of agricultural machinery is characteristic regardless of the subject of the Russian Federation. The level of technical availability of agricultural enterprises remains low, often the service life of agricultural machinery is more than 10 years, the wear of the machine and tractor fleet is about 50%. Further increase of competitive opportunities of agrarian business causes the need for reliable accounting of availability and degree of wear and tear of machinery and equipment, state support for their renewal. Global practice indicates an increase in the productivity of industries in the agro-industrial complex in the process of implementing high-tech solutions, including those based on the use of artificial intelligence (AI). To increase the indicators of quality and efficiency of agricultural technologies, the implementation of technical re-equipment in agriculture, electronic systems are used that allow for car driving, yield mapping, monitoring of agricultural tires, etc. AI solutions analyze the current situation, can use the

experience of the equipment, based on the analysis of data and experience, predicts the situation and selects or tells the operator the optimal parameters for the most efficient execution of operations. Agro-robots of various types are used in the agro-industrial complex. The high level of prices for agricultural machinery, the insufficiency of state and regional subsidies, the lack of replicated AI solutions, the unpredictability of the food market, and the shortage of highly qualified personnel hinder the transition of the agricultural industry to a higher level. It is established that the application of innovative solutions in business entities will take a long time due to problems in financial, economic, technological, and personnel readiness of organizations.

Key words. Agro-industrial complex, agricultural machinery, artificial intelligence, agro-robots, risks.

For citation: Pogonyshev V.A., Pogonysheva D.A., Ulyanova N.D. Operating issues of agricultural machinery in the conditions of intellectualization of the agro-industrial complex // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 54-59.

Введение. Повышение эффективности и конкурентоспособности продукции рыночных субъектов АПК возможно только лишь за счёт технико-технологической модернизации производства и ресурсосбережения, создания благоприятной экономической среды, способствующей инновационному развитию и выходу агробизнеса на лидирующие позиции. Россия обладает высоким сельскохозяйственным потенциалом, неуклонно наращивает экспорт и укрепляет свои позиции на внешних рынках. Эксперты отмечают, что темп ежегодного развития рынка агротехнологий составляет более 15%. Взаимовыгодное сотрудничество экономических субъектов осуществляется с партнерами в Африке, Азии, на Ближнем Востоке, в Латинской Америке. Ключевая роль отводится техническому потенциалу как основе современного регенеративного аграрного производства и прежде всего состоянию технической базы, работоспособности и своевременности обновления ее элементов. По данным Росстата, коэффициент обновления тракторов в РФ составляет 4,0, а в Брянской области лишь 2,4. В динамике существенно растет нагрузка пашни при выполнении сельхозработ на единицу техники. В 2024 году в связи с неблагоприятными погодными условиями погибла часть урожая, снизились доходы аграриев, уменьшилась доступность заемных средств, упали объемы продаж сельхозтехники. Однако при этом объем выпуска сельхозмашин в 1 квартале 2024 г. в денежном выражении, по данным Минпромторга, увеличился почти на 10,0% по сравнению с 2023 г. и составил около 95,0 млрд руб. По мнению экспертов, рынок формируют преимущественно крупные агрохолдинги, имеющие большой парк сельхозмашин. [1-3] Отмечается рост продаж полноприводных тракторов почти на 23%, зерноуборочных комбайнов на 4% и др. Задача по увеличению доли российской техники предусмотрена утвержденной в сентябре 2023 г. сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности России до 2035 г. Согласно стратегии, в 2035 г. доля отечественной сельхозтехники на рынке должна увеличиться до 80%. Выпуск зерноуборочных комбайнов в 2024 г. должен возрасти с 4743 в 2022 г. до 6000 штук, в 2035 г. - до 10 000. Производство тракторов должно увеличиться с 6195 штук в 2022 г. до 6400 в 2024 г. и 15 000 в 2035 г. Всего в 2024 г. предусмотрен выпуск более 57 700 единиц приоритетной сельхозтехники, в 2035 г. - 86 200. С учетом внешних вызовов рынок сельхозтехники трансформируется, расширяется модельный ряд, появляются новые партнеры, корректируются логистические цепочки. По прогнозам Минсельхоза России, рынок цифровых технологий в АПК к 2026 году вырастет в пять раз [4-7].

Результаты и их обсуждение. Агробизнес в стране достиг довольно высокой зрелости. Цифровизация и интеллектуализация эксплуатации сельхозтехники выступают драйвером роста продуктивности АПК. Решение проблемы продовольственной безопасности, достижение конкурентоспособности на глобальных рынках опирается на внедрение цифровых двойников, интернета вещей, ИИ (машинное обучение, компьютерное зрение и др.), БПЛА, больших данных, спутниковых систем связи и позиционирования и др. Формируется спрос на промышленные аналитические системы, включая углубленную аналитику, интеллектуальный анализ больших данных [8-12]

Одним из путей роста эффективности использования сельхозтехники является бесконтактное определение параметров ее технического состояния через модернизацию технологии контроля как состояния машин, так и мониторинга качества выполнения работ на основе внедрения интеллектуальных и телеметрических систем. По мнению экспертов, внедрение ИИ может обеспечить прирост валовой добавленной стоимости к 2025 году до 25% в растениеводстве и на 13% в животноводстве [13-17].

Согласно Индекса готовности отраслей экономики РФ к внедрению ИИ, для аграрной сферы, как начинающей отрасли, значение индекса находится на уровне 3,16 балла; 20,5% экономических субъектов используют ИИ-решения, еще около 23,1% организаций намерены внедрить ИИ-продукты в течение ближайшего времени. В среднем в организациях, внедряющих ИИ-решения, работают около одиннадцати ИИ-специалистов.[18] С целью стимулирования организаций АПК правительство обязывает их внедрять ИИ-решения для получения финансовой поддержки.

Агрохолдинги используют ИИ-инструменты для управления посевами и уборкой урожая, спутникового мониторинга сельхозугодий, сельхозтехники и др. Наиболее востребованы системы интеллектуальной поддержки принятия решений и компьютерного зрения. Крупнейшими инвесторами выступают «Мираторг», «Магнит», «Щелково Агрохим», «Руссагро», и «Русская аграрная группа». По прогнозам НИУ ВШЭ, спрос АПК на ИИ-решения к 2030 году может достичь уровня 86 млрд руб.

Отечественная компания Cognitive Pilot разработала систему автономного управления комбайнами, тракторами, опрыскивателями на основе ИИ. Система Cognitive Agro Pilot на основе анализа поступающих с видеокamеры изображений при помощи нейросети глубокого обучения определяет типы и положения объектов по ходу движения, строит оптимальные траектории движения самоходной техники. Компания разработала технологию R2D (Robot to Driver - взаимодействие робота с водителем) для агроботов, не имеющую аналогов в мире. Технология Cognitive Feedback позволяет на протяжении всей работы автопилота определять уровень надежности работы ИИ и взаимодействовать с механизатором, информируя его о наличии или отсутствии нештатных ситуаций, вероятных случаях ненадежной работы ИИ, причиной которых могут быть погодные условия, состояние поля, загрязнение датчика камеры и т.д. В этом случае сотрудник должен перейти на ручной режим управления. Встроенная в агропилот подсистема мониторинга позволяет в режиме реального времени создавать отчеты о движении комбайна, его скорости и геолокации, передавая данные по встроенному GSM-модему. анализирует текущую обстановку, может использовать опыт работы, предшествующей текущему моменту, на основе анализа и опыта прогнозирует ситуацию и выбирает или подсказывает механизатору оптимальные параметры для наиболее эффективной работы. В незнакомой ситуации, не предусмотренной заранее разработчиками, в системе управления вырабатываются новые алгоритмы поведения, позволяющие разрешать возникающие проблемы.

По мнению экспертов, использование Cognitive Feedback позволит повысить эффективность уборки до 25%, в том числе за счет минимизации человеческого фактора. Механизатор может переключать режимы управления комбайна по компьютерному зрению и спутниковой навигации. Сотрудник не в состоянии вырабатывать оптимальные управляющие команды из-за различной урожайности культур, случайных влияний, меняющегося агрофона и других многочисленных параметров. В то же время, интеллектуальный комбайн нового поколения сможет помочь комбайнеру, освободив его от множества регулируемых параметров. В перспективе от модели «один механизатор - одна умная машина» осуществится переход к модели «один механизатор - несколько умных машин». Система Cognitive Agro Pilot включена в реестр российской радиоэлектронной продукции. Компания стала первым сертифицированным поставщиком автопилотов на основе ИИ на рынке умной сельхозтехники. К началу 2022 года данная ИИ-система была установлена в более чем 500 хозяйствах страны. В РФ уже работают более 1000 «умных» комбайнов. В 2024 году компания планирует реализовать автономную работу умных тракторов с «лидером», который задает параметры движения остальных машин, следующих за ним. В 2025 году ожидается создание полностью автономных тракторов.

Аппаратно-программный комплекс РСМ Агротроник от компании Ростсельмаш позволяет получить удаленный контроль над технологическими процессами, оптимизировать режимы эксплуатации техники, а также планировать и эффективно управлять парком техники в режиме реального времени. Доступны функции определения и контроля местонахождения техники с течением времени, отслеживание траектории движения, активность техники (простой, рабочий режим, скорость и др.), параметров технологического процесса, характеристик работы узлов и агрегатов, предупредительных и аварийных сообщений ИИ-системы, рабочего времени персонала, факты заправки и др. К платформе РСМ Агротроник подключены около 17 тыс. сельхозмашин. В России функционируют около 100 заводов, выпускающих более 50 видов техники, имеющей высокий уровень интеллектуализации и производительности. Использование ИИ-инструментов диагностирования в онлайн-режиме на основе анализа полученных данных поддерживает работоспособное состояние сельхозтехники. Применение этой системы позволяет не только определить причину возможных отказов по контролируемым параметрам, но и оценить эффективность работы машины в целом. Автоматически формируются отчеты владельцам сельхозмашин об их техническом состоянии. Способность ИИ самостоятельно получать знания в процессе обработки данных обеспечивается реализацией машинного обучения. С помощью алгоритмов обрабатываются большие данные, генерируемые сельхозмашинами в процессе их эксплуатации, происходит управление запасами ресурсов (ГСМ, запчастей и др.), планами технического обслуживания и др.

В мировом сельском хозяйстве широко используются агроботы. По данным Консалтинговой компании Exactitude размер рынка сельскохозяйственных роботов к 2030 году составит около \$62,0 млрд., его ежегодный прирост более 30 %. Expert Market Research прогнозирует среднегодовой прирост рынка агроботов на 16,0 %, а к 2032 году объем рынка вырастет до \$28,96 млрд. [15]

Агророботы способны оптимизировать производственные процессы в аграрной индустрии и принимать рациональные решения на основе интеллектуального анализа больших данных. Использование агроботов сокращает до 40% потери топлива трудозатрат, времени, до 25% повышается выработка механизатора. Использование автономных тракторов и дронов, роботов-манипуляторов способствует решению проблемы дефицита рабочей силы, обеспечить глобальный спрос на продовольствие и реализацию устойчивых методов ведения агробизнеса. По типу агроботов выделяют тракторы без водителя, БПЛА, доильные роботы и др. В данном сегменте доминируют беспилотные тракторы, используемые для автономной работы в полевых условиях. Благодаря способности непрерывно работать и перемещаться по полю эти машины демонстрируют высокую производительность труда. Разработка роботов, способных беспрепятственно перемещаться по местности, выполнять сложные задачи и адаптироваться к условиям окружающей среды, представляет собой важную инженерную задачу.

По оценкам Deloitte, в 2023 г. общемировые поставки сельскохозяйственных дронов составили около 8 млн. штук. По данным Report Linker, мировой рынок автономного сельскохозяйственного оборудования в 2022 г. был на уровне \$80 млрд., к 2030 г. может возрасти до \$232 млрд. Адаптация агроботов к динамичным и непредсказуемым сценариям в режиме реального времени актуализирует разработку передовых алгоритмов и устройств. По мнению экспертов, к тенденциям рынка агроботов относятся использование автономных беспилотных сельхозмашин, распространение дронов, внедрение роевой робототехники и др. Отсутствие стандартов взаимодействия агроботов препятствует их широкому внедрению. К лидирующим компаниям, занимающихся производством агроботов, относятся CNH Industrial NV, AGCO Corporation, Deere & Company, DJI, DeLaval, Trimble, Lely и др.

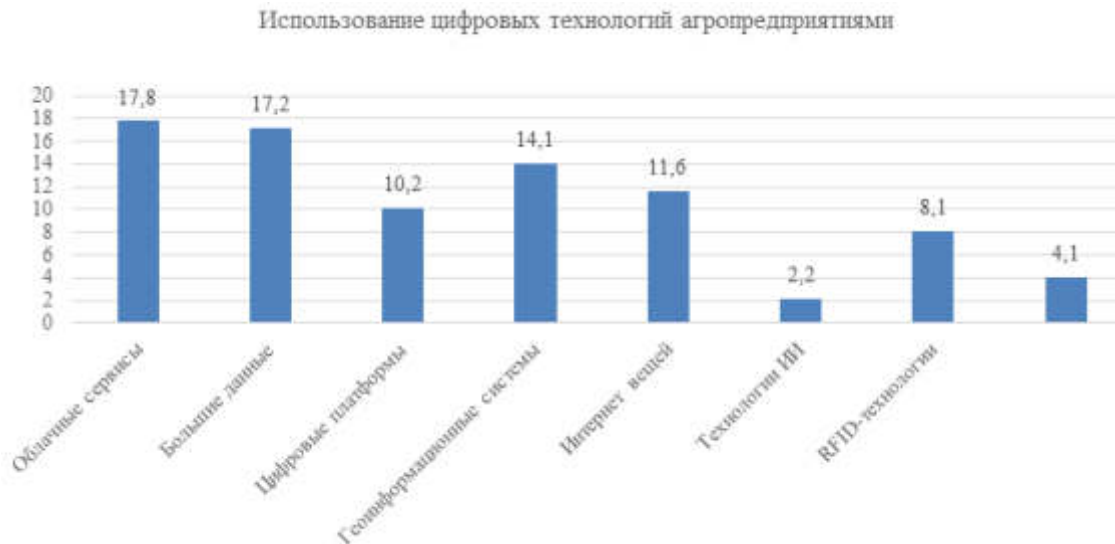


Рисунок 1- Использование цифровых технологий рыночными субъектами АПК, % [16]

Эксперты отмечают, что в настоящее время менее 5% предприятий АПК страны используют роботов и автоматизированные линии (рис.1) [16]. Благодаря высокому потенциалу ИИ спрос организаций на ИИ-решения к 2030 году может возрасти почти в 4 раза и составить около 90 млрд руб.

Высокотехнологичным инструментом выступает генеративный ИИ (GenAI), эффект влияния которого на мировую экономику оценивается экспертами в триллионы долларов. Экономические субъекты стремятся получить конкурентное преимущество, снизить затраты на оплату труда сотрудников, модернизировать ИТ-инфраструктуру, принимать решения на основе интеллектуального анализа больших данных и др. Использование GenAI-инструментов позволяет оптимизировать процессы эксплуатации машинно-тракторного парка.

Исследователи помимо выгод отмечают также высокие риски применения ИИ в процессе эксплуатации сельхозтехники, включая генерацию ошибочных данных, «объяснимость» решений, принимаемых ИИ, кибербезопасность и др. (рис. 2).



Рисунок 2 – Риски применения ИИ при эксплуатации сельхозмашин (составлено авторами)

С целью подготовки квалифицированных кадров для АПК считаем необходимым в вузах ускорить интеллектуализацию образовательного процесса, реализовать идеи опережающей профессиональной подготовки студентов, владеющих новыми знаниями и способных внедрять в аграрной индустрии наукоемкие технологии. Целесообразно внедрять сквозные проекты для трансфера ИИ-технологий из образовательной среды в АПК.

Выводы. АПК страны демонстрирует уверенный рост ключевых показателей. Однако обновлению парка сельхозтехники препятствуют ценовые политики производителей, недостаточность финансовой поддержки, неопределенность и риски продовольственного рынка, дефицит квалифицированных кадров и др.

Считаем, что использование ИИ-инструментов выступает одним из перспективных решений проблемы роста уровня инженерно-технологической обеспеченности организаций, повышения надежности сельхозтехники.

Список источников

1. Дело техники. Как обстоят дела с обновлением парка сельхозмашин у российских аграриев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/35567-delo-tekhniki-kak-obstoyat-dela-s-obnovleniem-parka-selkhoz mashin-u-rossiyskikh-agrariyev/>
2. Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 20.08.2022 г.).
3. Терновых К.С., Четверова К.С. Состояние и тенденции развития технической базы сельскохозяйственных предприятий // International agricultural journal. 2022. № 6. С. 1051-1067.
4. Сельхозтехника в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сельхозтехника_в_России.
5. Экономическая оценка материально-технической базы сельского хозяйства Брянской области / Е.П. Чирков, О.В. Дьяченко, М.А. Бабьяк, О.М. Хохрина // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 4 (48). С. 109-117.
6. Водяников В.Т., Субаева А.К. Техническое перевооружение сельского хозяйства в условиях цифровизации // Агроинженерия. 2021. № 1 (101). С. 58-62.
7. Погоньшев В.А., Ториков В.Е., Погоньшева Д.А. Вопросы совершенствования инженерно-технологической обеспеченности АПК в условиях цифровизации // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 51-59.
8. Умная сельскохозяйственная техника на полях России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://поле.рф/journal/publication/1991>.
9. Концептуальное решение по роботизации процесса раздачи кормосмесей на молочной ферме КРС / С.М. Михайличенко, А.И. Купреенко, Д.Ю. Павкин и др. // Техника и оборудование для села. 2024. № 4 (322). С. 14-18.
10. Цифровые двойники полей, виртуальные метеостанции и «послушные» комбайны. Как IT-технологии помогают агрономам «Русагро», Fonaг.TV [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

[https:// fonar.tv/article/2019/08/14/cifrovye-dvoyniki-poley-virtualnyemetestancii-i-poslushnye-kombayny-kak-it-tehnologii-pomogayutagronomam-rusagro](https://fonar.tv/article/2019/08/14/cifrovye-dvoyniki-poley-virtualnyemetestancii-i-poslushnye-kombayny-kak-it-tehnologii-pomogayutagronomam-rusagro).

11. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники // *Агроинженерия*. 2021. № 2 (102). С. 45-50.

12. Cognitive Pilot представил новую технологию для агроботов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cognitivepilot.com/cognitive-news/news/cognitive-pilot-predstavil-novuyu-tehnologiyu-ii-dlya-agrorobotov/>

13. СБЕР. Приоритетные решения с использованием искусственного интеллекта в ключевых отраслях экономики. 2023. 36 с.

14. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта, НЦРИИ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2024_indeks_gotovnosti_prioritetnyh_otrasley_ekonomiki_rossiyskoy_federacii_k_vnedreniyu_iskusstvennogo_intellekta_ncrii/

15. Рынок сельскохозяйственных роботов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://exactitudeconsultancy.com/ru/отчеты/40784/рынок-сельскохозяйственных-роботов/#request-a-sample>.

16. Роботы в аграрной отрасли. Уровень использования новых технологий на российских сельхозпредприятиях остается невысоким [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

<https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/39143-roboty-v-agrarnoy-otrasli-uroven-ispolzovaniya-novykh-tekhnologiy-na-rossiyskikh-selkhozpredpriyatiya/>

17. Ульянова Н.Д., Чирков Е.П. Цифровизация аграрного производства в Брянской области // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 9. С. 52-58.

18. Наквасин С.Ю. Трансформация контрольно-надзорной деятельности в сфере АПК с применением ИИ. М., 2023. 5 с.

Информация об авторах:

В.А. Погonyшев – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.А. Погonyшева – доктор педагогических наук, доцент кафедры информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Н.Д. Ульянова – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Information about the authors

V.A. Pogonyshev – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University.

D.A. Pogonysheva – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics, Information Systems and Technologies, Bryansk State Agrarian University.

N.D. Ul'yanova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Informatics, information systems and technologies, Bryansk State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.09.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.

The article was submitted 09.09.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.

© Погonyшев В.А., Погonyшева Д.А., Ульянова Н.Д.