

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

**Научная статья**  
**УДК 63:656.7:633/635**

**АГРОДРОНЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**Владимир Анатольевич Погоньшев, Дина Алексеевна Погоньшева,  
Наталья Дмитриевна Ульянова, Елена Михайловна Милютинина**  
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия

**Аннотация.** В отечественном агробизнесе динамично возрастает объем и качество применяемых инновационных решений, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных, используются данные со спутников, датчиков, из операционных и транзакционных систем. При этом увеличивается как объем данных, так и потребность в их качественной обработке и достоверных выводах, на которые можно полагаться, принимая решения в отрасли. Вследствие этого растет спрос на промышленные аналитические системы и, в частности, углубленную аналитику. Одним из направлений точного земледелия выступает использование БПЛА, которые могут применяться для инвентаризации и охраны сельхозугодий, создания электронных карт полей, оперативного мониторинга и оценки всхожести посевов сельхозкультур, обработки растений химическими средствами, оценки объемов и контроля качества выполненных работ и др. Проникновение агродронов в растениеводство увеличивает производительность труда, снижает издержки производства, повышает качество продукции. Функционирование систем управления полетами беспилотной авиации преимущественно основано на иностранных технологиях, реализованных на зарубежном оборудовании и программном обеспечении, высок уровень риска компьютерных атак. Российские компании, принимая глобальные вызовы, наращивают производство отечественных высокотехнологичных устройств. Установлены современные тенденции на рынке агродронов. Показаны результаты использования агродрона в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. С целью оптимизации бизнес-процесса использования цифрового многофункционального аппарата как инструмента цифровизации технического обеспечения растениеводства применена методология функционального моделирования.

**Ключевые слова:** растениеводство, техническое обеспечение, БПЛА, агродрон, IDEF0

**Для цитирования:** Агродроны как инструмент цифровизации технического обеспечения растениеводства / В.А. Погоньшев, Д.А. Погоньшева, Н.Д. Ульянова, Е.М. Милютинина // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 4 (110). С. 56-61.

**Original article**

**AGRODRONES AS A TOOL FOR DIGITALIZATION OF TECHNICAL PLANT GROWING  
SUPPORT**

**Vladimir A. Pogonyshv, Dina A. Pogonysheva, Natal'ya D. Ul'yanova, Elena M. Milyutina**  
Bryansk State Agrarian University, Bryansk Region, Kokino, Russia

**Abstract.** In the domestic agribusiness, the volume and quality of applied innovative solutions are dynamically increasing, including data collection, storage, and processing systems, as well as data from satellites, sensors, and operational and transactional systems. At the same time, both the volume of data and the need for high-quality processing and reliable conclusions that can be relied upon when making decisions in the industry are increasing. As a result, there is a growing demand for industrial analytical systems and, in particular, in-depth analysis. One of the directions of precision farming is the use of UAVs, which can be used for inventory and protection of farmland, creation of electronic maps of fields, operational monitoring and assessment of germination of crops, and chemical treatment of plants, evaluation of the volume and quality control of completed work, etc. The penetration of agrodrone into plant growing increases labor productivity, reduces production costs, and improves product quality. The operation of flight control systems for unmanned aircraft is mainly based on foreign technologies implemented on foreign equipment and software, and the risk of computer attacks is high. Russian companies, taking on global challenges, are increasing the production of domestic high-tech devices. The current trends in the agrodrone market have been estab-

lished. The results of using an agrodron in the FSBEI HE Bryansk SAU are shown. In order to optimize the business process of using a digital multifunctional device as a tool for digitalization of technical support for crop production, a functional modeling methodology was applied.

**Keywords:** plant growing, technical support, UAV, agrodron, IDEF0

**For citation:** Agrodrones as a tool for digitalization of technical plant growing support / V.A. Pogonyshev, D.A. Pogonysheva, N.D. Ulyanova, E.M. Milyutina // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. 4 (110): 56-61.

**Введение.** Россия является одним из лидеров мира по объемам и расположению земель для ведения сельского хозяйства. В стране насчитывается почти 222 млн. га сельхозугодий, имеется большой запас минеральных удобрений. Современный АПК планомерно развивается, в том числе с помощью цифровых технологий, становясь более технологичным и эффективным. Одним из инновационных направлений развития сельхозтехники, существенно повышающего производительность и управляемость сельскохозяйственных процессов, является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Укрепление растениеводства, на которое приходится около 54% объема всего сельхозпроизводства, выступает стратегической целью инновационного развития АПК. На эффективность функционирования отрасли оказывают влияние управляемые и неуправляемые факторы. Причем, определяющее воздействие на урожайность сельхозкультур принадлежит управляемым факторам (более 70%), к которым агрономы относят сельхозтехнику и технологии (более 30%). В условиях цифровизации АПК существенное влияние на продуктивность посевов и производительность труда на «цифровых» предприятиях с целью обеспечения технологического прорыва оказывают уровень технического обеспечения растениеводства, внедрения цифровых и платформенных решений. Беспилотные авиационные системы (БАС) выступают в качестве технических инноваций в процессе перехода отрасли к Agriculture 4.0. БАС функционирует в условиях воздействия вызовов внешней и внутренней среды, в том числе технологических, геополитических и экономических. Технологическая сфера характеризуется переходом к цифровой экономике и к стандартам Индустрии 4.0, сменой факторов экономического роста и изменением экономических моделей, ростом ресурсоемкости, освоения новых технологических уровней в отрасли беспилотной авиации.[1-5]

**Результаты и обсуждение.** Позитивное влияние на продовольственную безопасность страны оказывает цифровая трансформация растениеводства, включающая разработку и внедрение ФГИС, импортозамещение аппаратных и программных средств, внедрение умных устройств и оборудования, в том числе агродронов, использование технологий искусственного интеллекта, бесшовных коммуникаций и др. В начале 2024 г. Центр цифровой трансформации в сфере АПК сделал оценку темпов цифровизации аграрной индустрии по регионам, используя для этого анализа 18 показателей. Среди лидеров оказались Татарстан, Чувашия, Орловская, Костромская и Томская области. По мнению экспертов, на цифровизацию аграрной сферы позитивно влияют кадровый дефицит и динамичный рост рынка дронов. [6-11]

В середине 2023 г. в РФ принята Стратегия развития беспилотной авиации до 2030 года и на перспективу до 2035 года, в которой отмечается, что инновационная экономика, нацеленная на укрепление технологического суверенитета и рост качества жизни населения, актуализирует развитие беспилотной авиации для выполнения авиационных работ (оказания услуг). В Стратегии выделены основные направления применения беспилотного воздушного судна (БВС): сбор и передача данных, дистанционный мониторинг с применением оптических, радиолокационных, аэромагнитных, тепловизионных, мультиспектральных, измерительных и других средств; внесение веществ (распыляемых жидких, порошкообразных, газообразных веществ, биологических объектов, иных форм и средств защиты растений) и др.

Использование агродронов в растениеводстве успешно практикуется в США, Китае и многих странах мира. Агродроны как высокотехнологичные многофункциональные устройства применяются для инвентаризации и охраны сельхозугодий, создания электронных карт полей, оперативного мониторинга и оценки всхожести посевов, контроля выполняемых на полях работ и др. Так, в США применение агродронов в растениеводстве позволило повысить урожайность ряда культур почти на 10%, до 20% снизить потребность в средствах производства.

В ВВП РФ вклад отрасли беспилотной авиации сегодня не превышает 0,1%. При этом среднегодовой темп роста мирового рынка БАС к 2022 г. превысил 30 млрд. долларов США, из них около 40% сформирован странами Азии, более 25% - Северной Америки и почти 20% - странами Европы. На мировом рынке около 80% занимают роторные БВС. Мировыми лидерами по объему услуг с БАС выступают отрасль энергетики (14%), строительство (12%) и сельское хозяйство (9%). Основным производителем является КНР (более 80%). Глобальными экспортерами БПЛА выступают компании

DJI (контроль почти 70% мирового рынка) и компания XAG. Следует отметить, что в КНР покупка агродронов хозяйствами до 70% субсидируется государством.

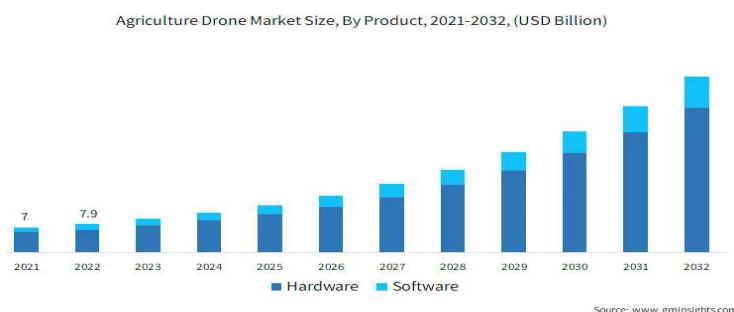


Рисунок 1 - Динамика и прогноз производства агродронов в мире [12]

В 2022 г. объем российского рынка БАС и оказанных с их использованием услуг составил почти 50 млрд. рублей (менее 1% мирового рынка). По мнению экспертов, объем производства БАС и их компонентов достигает уровня почти 20 млрд. рублей в год. За период 2018-2022 гг. экспорт БАС составил около 600 млн. рублей. Популярными видами работ и услуг в 2022 г. с применением БАС являлись мониторинг нефте- и газопроводов и электросетей (около 40%), работы в АПК (около 20%) и др.

Рынок БАС в РФ имеет значительный потенциал, и к 2030 г. число БАС может составить более 180 тыс. единиц, а к 2035 году - около 200 тыс. единиц. Наибольшим потенциалом для применения БАС среди отраслей обладает АПК. Практика внедрения БАС в производственные и операционные процессы сельхозпроизводителей из числа лидеров показывает рост производительности труда почти в 2 раза, практически на 13% сокращаются расходы на средства защиты растений, отмечается рост урожайности возделываемых культур и др. Несмотря на отдельные региональные запреты полетов агродронов, в регионах ЮФО с их помощью обработано около 700 тыс. га, на Северном Кавказе - почти 850 тыс. га.

В отечественном растениеводстве агродроны осуществляют такие виды работ, как десикация посевов, внесение энтомофагов, инсектицидов, фунгицидов, гербицидов, высокодетальная (распознавание состояния посевов) и низкодетальная (уточнение границ полей, создание электронных карт и формирование цифровых моделей рельефа) съемка полей. С помощью агродронов хозяйства ситуативно контролируют всходы, определяют вегетативную массу растений для планирования продуктивности культур, проводят разведку новых территорий с целью будущего их засева и др. Ряд хозяйств с помощью БПЛА пытаются на полях проводить посев семян и внесение удобрений, но эффективность этих операций невысока, так как приходится использовать более высокие нормы и дозы препаратов.

Использование агродронов позволяет проводить работы в полях при достаточно высокой влажности почвы, при высоте растений выше 180 см, что практически невозможно для наземной техники. Опрыскивание посевов с помощью БПЛА допускает применение технологии ультрамалообъемного внесения, при этом качественно обрабатывать растения в том числе и с тыльной стороны, а традиционный опрыскиватель проводит обработку по принципу «тяжелой капли».

С учетом наличия широкой линейки выпускаемых агродронов многофункциональное оборудование становится более доступным. Окупаемость затрат на них зависит от обрабатываемых площадей посевов, перечня решаемых задач, типа используемых аппаратов, частоты эксплуатации. В настоящее время БПЛА наиболее востребованы в крупных сельхозпредприятиях. Если дрон обрабатывает за сезон около 5-7 тыс. га, то вернуть вложения в него можно в среднем за год. Агродрон как разновидность БВС или электрический аппарат вертикального взлета и посадки способен нести до 40 л раствора у себя на борту. При норме его полета около 15 минут способен обработать площадь поля в зависимости от полетного задания, распылявая мелкодисперсную смесь. Агродроны выгоднее по стоимости обработки за гектар, чем наземная техника и, тем более, авиация. При этом необязательно его покупать, возможно заказать услугу на определенный объем работ. По оценкам экспертов, окупаемость инвестиций в цифровое техническое обеспечение растениеводства таким путем может составить от нескольких месяцев до нескольких лет, так как существенно снижаются прямые затраты (амортизация техники, ГСМ, фонд оплаты труда и др.). [12-14]

К преимуществам агродрона относятся легкость выполнения работ при проблемном рельефе, будь то горная или пересеченная местность с оврагами и склонами; возможность распыления химических средств в садоводстве; отсутствие сноса раствора на соседние поля или рядом находящееся жилье; высокая оперативность выполнения обработок с учетом складывающихся погодных условий; отсутствие на полях технической колеи и вследствие этого сохранность до 7% урожая и др.

Очевидно, агродроны не претендуют на полную замену наземной сельхозтехники, но как высокотехнологичное multifunctional решение позволяют перейти на интенсивные методы растениеводства как в агрохолдингах, так и в хозяйствах меньшего масштаба.

С середины 2024 г. стали применяться отечественные агродроны для оценки состояния почвы и выполнения полевых работ. К крупнейшим поставщикам ИТ-решений относятся компании «Геомир», «Геоскан» и др. Компания «Геомир» создала на основе технологий ИИ и компьютерного зрения продукт для идентификации около 150 видов сорняков в посевах культур в процесс распознавания снимков, сделанных со спутников и дронов.

Компания «Транспорт будущего» приняла решение построить целую отрасль от производства комплектующих и сборки аппаратов до разработки бизнес-моделей применения БАС и их встраивания в воздушное пространство. В начале 2024 г. компания представила агродрон «Гектор» S-80, способный выполнять все этапы обработки посевов, в том числе орошать за час работы до 18 га посевов. Это дрон самолетного типа с вертикальными взлетом и посадкой, способный преодолеть расстояние до 300 км. Аппарат может проводить мониторинг и формировать карту состояния полей на основе мультиспектральной съемки и определения индекса NDVI. «Гектор» S-80 выполнен по схеме квадрокоптера; его масса 45 кг, емкость бака для распыляемых составов - 40 л; производительность работы почти 8 л/мин; время полета на одной зарядке аккумуляторного блока около 20 минут. Агродрон имеет закрытый корпус, обеспечивающий защиту узлов от влаги и пыли. В Тольятти и Белгородской области запущено производство дронов. Если в октябре 2024 г. объем выпуска составлял 100 аппаратов в месяц, то в перспективе данный показатель планируется увеличить до 250 единиц в месяц.

По оценкам Минсельхоза, в течение ближайших трех лет АПК может закупить агродронов на сумму более 360 млн руб. Ежегодный рост спроса на аппараты, по оценке Союза беспилотной сельхозавиации, превышает 20%. Средняя стоимость устройств составляет 2,5 млн руб. Ассоциация «Аэронекст» оценивает потребность в агродронах к 2030 году в 40 тыс. Оборудование почти в три раза дешевле наземной сельхозтехники. Минсельхоз намерен включить агродроны в перечень техники и оборудования, доступного для приобретения на условиях льготного лизинга, и в течение 2024-2026 гг. с целью подготовки специалистов по использованию БАС закупить около 300 агродронов для образовательных учреждений.

Помимо этого Минсельхоз намерен разработать программу внедрения агродронов, включающую создание Центра компетенций по использованию БПЛА в растениеводстве. Опорными пунктами названы филиалы Россельхозцентра в Татарстане, Волгоградской и Калужской областях, а в Алтайском крае и Республике Алтай будут обучать пилотов. По мнению экспертов, лидерами разумного применения БПЛА в АПК выступают Московская, Воронежская, Волгоградская, Саратовская и Самарская области, Ставропольский край и Башкирия.

К главным тенденциям на рынке агродронов относятся мультиспектральная визуализация в устройствах для сбора данных в разных длинах волн света с целью оценки биомассы листьев культур и выявления ослабленных растений, управление данными в режиме реального времени для ситуативной их обработки и своевременного получения необходимых консультаций, формирование роев агродронов как взаимодействующих устройств при решении совместной сложной задачи, использование аппаратов для оценки температурного режима посевов.

В Брянской области имеется опыт применения БПЛА. Высокоточные геопропространственные данные, полученные при помощи аэрофотосъемки местности, предоставляет компания ООО «Геокомплекс». Обработка данных осуществляется с помощью ПО Agisoft PhotoScan Pro. БПЛА эксплуатируется в хозяйствах Выгоничского, Трубчевского, Стародубского и других районов региона.

Сотрудники ФГБОУ ВО Брянский ГАУ используют агрокоптер AgroFly TF4E, приобретенный вузом для обработки пестицидами учебных полей. Агрокоптер AgroFly TF4E относится к БПЛА вращающегося крыла, принадлежит к категории мини, является влагозащищенным легкоремонтируемым аппаратом с высокими полетными характеристиками, изготовлен из прочных и легких материалов. Агрокоптер AgroFly TF4E обеспечивает равномерное качественное внесение пестицидов. [15]

Применение методологии системного анализа, функционального моделирования в аграрной индустрии связано с необходимостью учета взаимодействующих друг с другом бизнес-процессов и оценки влияния на них факторов внешней и внутренней среды. Программный продукт «Ramus» поддерживает моделирование бизнес-процессов с помощью нотаций IDEF0 и DFD. Для моделирования бизнес-процесса реализации механизма функционирования БПЛА при обработке саженцев в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ была использована методология IDEF0. Входными данными контекстной диаграммы процесса являются схемы участков с саженцами питомника, снимки со спутников, программное обеспечение для создания полетного задания (рис. 2).

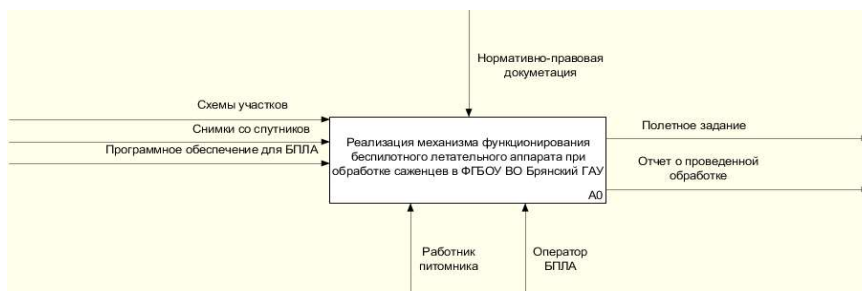


Рисунок 2 - Контекстная диаграмма бизнес-процесса

Выходные данные представлены полетным заданием и отчетом о проведенной обработке. Управлением процесса является нормативно-правовая документация. Механизмами выступают работник питомника и оператор агродрона. Затем создается диаграмма декомпозиции, содержащая три функциональных блока A1-A3 (рис. 3).

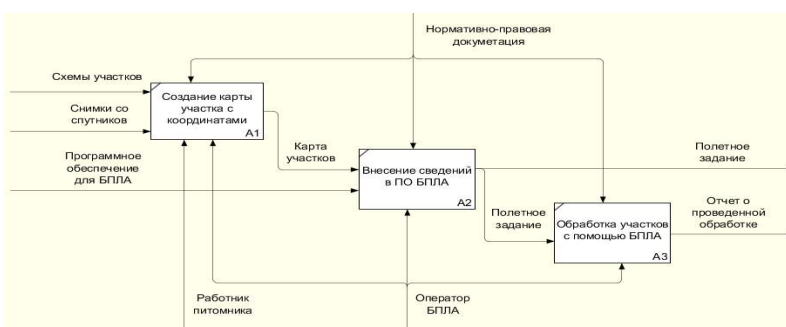


Рисунок 3 - Диаграмма декомпозиции бизнес-процесса

В блоке A1 размещен бизнес-процесс «Создание карты участка с координатами», имеющий внешние входные данные: схемы участков и снимки со спутников, выходными данными бизнес-процесса выступает карта участков. Блок A2 «Внесение сведений в ПО БПЛА» имеет входные данные: программное обеспечение для БПЛА и карту участков, на выходе процесса образуется полетное задание, как вход для блока A3 и сохраняемое в программном продукте для будущего применения. В блоке A3 «Обработка участков с помощью БПЛА» входными данными выступает полетное задание, на выходе - сформированный отчет об обработке участка. Совокупность IDEF0 - диаграмм образует модель системы, которая носит качественный, описательный, декларативный характер, и воспроизводит организационные, физические, экономические, логические отношения во времени и пространстве между входящими в IDEF0-модель сущностями.

С целью апробирования построенной модели бизнес-процесса на основе разработанных подробных диаграмм запрограммированы полетные задания для четырех участков с саженцами малины, смородины, полукарликовых яблонь и груш на полях питомника университета с целью обработки пестицидами общего типа, проведены испытательные полеты.

**Выводы.** Тиражирование практики применения высокотехнологичных multifunctional устройств и рост рынка услуг возможны при условии внедрения регулятором системных требований к разработчикам, изготовителям и эксплуатантам. Одним из инструментов описания и оптимизации бизнес-процесса использования агродрона выступает методология функционального моделирования IDEF0. Применение программных сред позволяет повысить эффективность использования цифровых технических средств в современном растениеводстве.

#### Список источников

1. Абросимов В.К., Райков А.Н. Интеллектуальные сельскохозяйственные роботы. М.: Карьера Пресс, 2022. 512 с.
2. Погоньшев В.А., Торилов В.Е., Погоньшева Д.А. Вопросы совершенствования инженерно-технологической обеспеченности АПК в условиях цифровизации // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 51-59.
3. Issues of digital transformation of agriculture / V.E. Torikov, V.A. Pogonyshchev, D.A. Pogonyshcheva et al. // Innovative technologies in agriculture: AIP conference proceedings International Scientific and Practical Conference. 2023. Volume 2921, Issue 1. AIP Publishing. P. 080001.
4. Труфляк Е.В., Курченко Н.Ю., Дидыч В.А. Цифровые технологии в АПК // Сельский механизатор. 2018. № 7-8. С. 13-14.
5. Ульянова Н.Д., Храменкова А.О. Цифровизация как инструмент формирования инновацион-

ной инфраструктуры в АПК Брянской области // Информатизация в цифровой экономике. 2023. Т. 4, № 4. С. 407-430.

6. Ульянова Н.Д., Довыденко О.В. Обзор и классификация программных продуктов для работы с беспилотными летательными аппаратами // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии. 2020. № 2 (16). С. 10-15

7. Современные роботизированные технические средства для сельского хозяйства: аналит. обзор / В.Я. Гольяпин, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 84 с.

8. Хорт Д.О. Цифровые технологические и технические решения для интенсивного садоводства: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2022. 452 с.

9. Реализация технологии беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, С.А. Макаренко, В.Е. Курьян // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (11). С. 373-378.

10. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами: аналит. обзор / В.Я. Гольяпин, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко, И.Г. Голубев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 88 с.

11. Агродроны облетают российские поля. Как БПЛА помогают сельхозпредприятиям экономить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/43094-agrodrony-obletayut-rossiyskie-polya-kak-bpla-pomogayut-selkhozpredpriyatiyam-ekonomit/>. - дата обращения 15.03.2025 г.

12. Цифровизация в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/>. - 15.03.2025 г.

13. Дроны в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/>. - 17.03.2025 г.

14. Агродрон высокого полета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.agroinvestor.ru/column/aleksandr-kosterin/42271-agrodron-vysokogo-poleta/>. - 17.03.2025 г.

15. Agrofly - Агрокоптер для сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://agro-fly.com/dealers/>. - 17.03.2025 г.

#### **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, профессор кафедры информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

**Н.Д. Ульянова** - кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

**Е.М. Милyтина** - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры 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 at the Bryansk State Agrarian University.

**D.A. Pogonysheva** - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Computer Science, Information Systems, and Technologies at the Bryansk State Agrarian University.

**N.D. Ul'yanova** - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, and Head of the Department of Computer Science, Information Systems, and Technologies at the Bryansk State Agrarian University.

**E.M. Milyutina** - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Information Systems, and Technologies at the 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 01.03.2025, одобрена после рецензирования 11.05.2025, принята к публикации 18.07.2025.

The article was submitted 01.03.2025, approved after reviewing 11.05.2025, accepted for publication 18.07.2025.

© Погonyшев В.А., Погonyшева Д.А., Ульянова Н.Д., Милyтина Е.М.