

DOI: 10.12731/2227-930X-2025-15-2-342

EDN: SJXJCE

УДК 631.1



Научная статья | Транспортные и транспортно-технологические системы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.В. Крухмалев

Аннотация

Обоснование. В исследовании приведено обоснование использования современных технологий, активно внедряющихся в сельское хозяйство, особенно в условиях глобальных вызовов, таких как изменение климата и ужесточение регулирования. Одним из ключевых инструментов становятся сельскохозяйственные дроны, что позволяет фермерам получать точные данные о состоянии полей в реальном времени. Таким образом, их использование может стать важным шагом к устойчивому и эффективному сельскому хозяйству.

Цель – повышение эффективности управления предприятиями сельского хозяйства путем использования беспилотных летательных аппаратов для задач агропромышленных комплексов, существенно уменьшая издержки производства сельского хозяйства.

Материалы и методы исследования. Главный метод исследования является определение многозадачности БПЛА–анализ необходимых технологий, применяемых в агропромышленных комплексах. Статья базируется на комплексе источников, представленных нормативными правовыми актами, делопроизводством, статистическими и справочными материалами, периодикой.

Результаты исследования. Проведенный анализ показал, что БПЛА часто используются в качестве воздушного мониторинга, ко-

которые могут выполнять функцию как аэрофотосъёмки, так и для доставки средств защиты растений и выполнения множество необходимых функций. Беспилотные летательные аппараты также удобно использовать для создания моделей различных сельхоз объектов (зданий, технологических сооружений, мелиоративных объектов и гидротехнических сооружений).

Ключевые слова: сельское хозяйство; дрон; технологии; мониторинг; данные; урожайность; агродрон

Для цитирования. Крухмалев, А. В. (2025). Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве: современные технологии и перспективы. *International Journal of Advanced Studies*, 15(2), 124–142. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-2-342>

Original article | Transport and Transport-Technological Systems

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURE: MODERN TECHNOLOGIES AND PROSPECTS

A. V. Krukhmalev

Abstract

Background. The study provides a rationale for the use of modern technologies that are being actively introduced into agriculture, especially in the context of global challenges such as climate change and tightening regulations. Agricultural drones are becoming one of the key tools, allowing farmers to obtain accurate data on the condition of their fields in real time. Thus, their use can be an important step towards sustainable and efficient agriculture.

Purpose – increasing the efficiency of agricultural enterprise management by using unmanned aerial vehicles for the tasks of agro-industrial complexes, significantly reducing the costs of agricultural production.

Materials and methods. The main research method is to determine the multitasking of UAVs - analysis of the necessary technologies used in agro-in-

dustrial complexes. The article is based on a set of sources presented by regulatory legal acts, office work, statistical and reference materials, periodicals.

Results. The analysis showed that UAVs are often used as aerial monitoring, which can perform the function of both aerial photography and the delivery of plant protection products and perform many necessary functions. Unmanned aerial vehicles are also conveniently used to create models of various agricultural objects (buildings, technological structures, melioration facilities and hydraulic structures).

Keywords: agriculture; drone; technology; monitoring; data; yield; agrodrone

For citation. Krukhmalev, A. V. (2025). Use of unmanned aerial vehicles in agriculture: modern technologies and prospects. *International Journal of Advanced Studies*, 15(2), 124–142. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-2-342>

Введение

Технологии развиваются стремительными темпами. Глобальный спрос на сельскохозяйственную технику для производства растет. Сельское хозяйство значительно выигрывает от коммерциализации использования дронов. Авиационная инженерия и аэрофотосъемка эволюционировали и объединились, что привело к созданию технологии дронов.

Сегодня фермеры сталкиваются с растущим числом сложных проблем: изменение климата, качество воды и почвы, нестабильные цены на сырьевые товары, экономические вызовы в плане производительности и рентабельности, жесткое регулирование, международная конкуренция, рост затрат на рабочую силу, увеличение населения, урбанизация, ухудшение состояния окружающей среды, изменение пищевых предпочтений и многое другое. Они обращаются к высоким технологиям для решения этих задач. Фермеры вынуждены серьезно рассматривать любые инструменты, способные повысить продуктивность. Одним из таких инструментов является дрон – доступное и легко развертываемое решение.

Дрон (Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment) чаще называют беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Хотя изначально дроны разрабатывались для военных целей, сейчас они широко применяются в гражданских сферах: сельское хозяйство, чрезвычайные ситуации, патрулирование границ, ликвидация последствий стихийных бедствий и правоохранительная деятельность. Дроны становятся популярными для аэрофотосъемки, дополняя существующие технологии, такие как спутники и пилотируемые самолеты. Они используются в коммерческих и промышленных целях: военная киносъемка, видеосъемка свадеб, мониторинг железнодорожных путей, наблюдение за дикой природой, доставка небольших грузов, обеспечение безопасности, операции правоохранительных органов, управление при стихийных бедствиях и сельское хозяйство.

Современные дроны становятся «умнее» благодаря интеграции открытых технологий, интеллектуальных датчиков, улучшенной интеграции, увеличению времени полета, отслеживанию преступников, обнаружению лесных пожаров и зон стихийных бедствий.

Дроны оснащены всем необходимым программным обеспечением, датчиками и оборудованием, которое фермеру требуется для оценки состояния и обследования сельхозугодий. Типичный дрон включает системы двигателей и навигации, GPS-датчики, инфракрасные камеры, программное обеспечение и программируемые контроллеры. Камера на дроне предназначена для наблюдения. Из-за небольших размеров дроны не могут перевозить людей. Управление возможно двумя способами: напрямую оператором или автономно. Пролетая над полем, дрон делает высококачественные снимки. Это экономически эффективный подход для сбора данных о различных условиях.

Дрон – это беспилотный самолет, предназначенный для сбора более точной информации, чем самолеты или спутники. После обработки данных дрон передает их фермеру в удобном формате для принятия управленческих решений. Данные анализируются

с помощью специализированного ПО для сельскохозяйственных дронов, что позволяет фермеру оперативно корректировать производственные проблемы.

Цель исследования. Повышение эффективности управления предприятиями сельского хозяйства путем использования беспилотных летательных аппаратов для задач агропромышленных комплексов.

Как и любая технология, дроны имеют плюсы и минусы. Их растущая доступность объясняет рост популярности. Ключевые преимущества:

1. Повышение продуктивности

— Дроны помогают удовлетворять растущий спрос на продовольствие.

— Точные данные с камер показывают развитие, что особенно важно для мелких фермерских хозяйств.

2. Снижение загрязнения

— Минимизация сельскохозяйственных стоков за счет точного внесения удобрений и пестицидов.

3. Адаптация к изменению климата

— Экстремальные погодные условия (засухи, наводнения) угрожают продовольственной безопасности.

— Дроны помогают фермерам внедрять устойчивые практики для смягчения последствий.

4. Мультипликативный эффект

— Создание новых рабочих мест в сельской местности: операторы дронов, IT-специалисты, инженеры.

Слабые стороны внедрения дронов:

Распространению технологии мешают:

— Безопасность: Риск столкновений с самолетами из — за общего воздушного пространства.

— Конфиденциальность: Вопросы сбора данных и соблюдения приватности.

— Сложность и стоимость:

- Высокие капитальные затраты на оборудование и ПО.

- Необходимость оплаты труда операторов.

Проблемы с подключением:

- Зависимость от интернета (например, для работы с картами).

- Отсутствие связи в удаленных районах.

- Регуляторные ограничения:

- Дроны могут использоваться только на небольших территориях за один полет.

Растет число фермеров, внедряющих дроны. Технологии дронов постоянно совершенствуются: улучшаются батареи, снижается стоимость оборудования. Будущее дронов в сельском хозяйстве выглядит многообещающим. Они уже стали неотъемлемой частью агроиндустрии.

Материалы и методы

Дрон, используемый в сельском хозяйстве, называют сельскохозяйственным дроном. Его могут приобретать два типа специалистов: фермеры и поставщики сельскохозяйственных услуг.

В условиях быстро меняющегося мира фермерам необходимы технологии нового поколения для решения возникающих проблем. Дроны помогают справляться с широким спектром задач. Использование дронов в сельском хозяйстве может стать переломным моментом. Получая доступ к большому объему данных, фермеры могут повысить урожайность, сэкономить время, сократить расходы и действовать с высокой точностью.

Данные с дронов – мощный инструмент, позволяющий фермерам визуализировать свои поля. Высокое разрешение съемки помогает оценить плодородность, что позволяет точнее вносить удобрения и сокращать потери.

Сельское хозяйство предлагает разнообразные и перспективные способы использования дронов. На сегодня технология применяется для мониторинга, картографирования, орошения, инспекции, опрыскивания, обследования обширных территорий.

1. Мониторинг

— Сельскохозяйственные поля часто занимают огромные площади, что затрудняет наблюдение.

— Дроны позволяют в режиме реального времени отслеживать состояние полей точнее и дешевле, чем спутниковые снимки.

— С помощью датчиков дроны выявляют участки, требующие полива, анализируют здоровье, потребность в воде, состав почвы и растительные индексы (NDVI и др.).

— Раннее обнаружение болезней или вредителей помогает предотвратить их распространение.

2. Картографирование

— Дроны проводят регулярную съемку полей (ежедневно, еженедельно).

— Специальное ПО преобразует данные в детальные карты, выявляя скрытые проблемы (например, неравномерный рост).

— На основе актуальной информации фермеры принимают меры для улучшения состояния растений.

3. Посев семян

— Дроны могут «выстреливать» капсулы с семенами в подготовленную почву.

— Это сокращает затраты на ручной посев и экономит время.

4. Опрыскивание

— Дроны распыляют воду, удобрения или гербициды с высокой точностью, минимизируя контакт человека с химикатами.

— Сенсоры и камеры помогают обнаруживать зараженные участки для точечной обработки.

5. Точное земледелие

— Подход, основанный на использовании GPS, ГИС (геоинформационных систем).

— Дроны предоставляют актуальные данные для оптимизации внесения ресурсов (удобрений, воды), что повышает эффективность и урожайность.

Ключевые технологии:

— GPS и ГИС: интеграция с дронами позволяет создавать точные карты полей и автоматизировать задачи.

— Мультиспектральные камеры: анализируют здоровье через индексы.

— ИИ-алгоритмы: обрабатывают данные для прогнозирования урожайности и выявления аномалий.

Эти инструменты делают дроны незаменимыми для современного сельского хозяйства, где скорость и точность решений критически важны.

Принципы устойчивости сельского хозяйства:

— Устойчивое управление земельными ресурсами может обратить вспять последствия деградации почв, вызванной изменением климата.

— Дроны играют ключевую роль в улучшении устойчивых практик, помогая агрономам и фермерам оптимизировать операции.

— Технология способствует достижению Целей устойчивого развития (ЦУР), таких как борьба с голодом и сохранение экосистем.

Возрастающая численность населения на Земле за последнее десятилетие создаёт ситуацию дефицита производимой сельскохозяйственной продукции. По оценке ФАО, к 2050 году население на планете достигнет – 10 млрд. человек, то есть станет на треть больше, чем сегодня. Следовательно, сельскохозяйственным предприятиям нужно производить в 2 раза больше сельскохозяйственной продукции. Вот почему развитие сельскохозяйственной отрасли необратимо, что является итогом рыночной экономики приводящей к усилению конкуренции по качеству, цене и независимости урожая от погодных условий и вредителей, затратам на содержание техники и персонала [6].

Современный агропромышленный комплекс работает по тем же принципам, что и любой бизнес, при постоянном стремлении снижать себестоимость валовой единицы продукции с повыше-

нием производительности в расчёте на единицу затраченных ресурсов. На протяжении XX века достижение этих целей позволял классический инструментарий: энергоёмкие сельскохозяйственные машины, высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур, эффективные методы ухода (регуляторы роста, удобрения), а также оптимальные агротехнические приемы. Сегодня эти инструменты по-прежнему действительны, но их потенциал практически достиг предела возможного. В нынешнее время появились новые инструменты, в том числе спутниковые и компьютерные технологии, ставшие общедоступными, Освоение таких технологий и внедрение их в сельское хозяйство, привело к возникновению точного земледелия [4; 7].

Одним из многообещающих направлений в точном земледелии является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – «дронов», в обиходе – «беспилотников». Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – это летательный аппарат без экипажа на борту, способный обладать разной степенью автономности – от управляемого дистанционно, до полного автоматического режима, а также иметь различия по конструкции и назначению.

«Дроны» используются в коммерческих целях с начала 1980 года. В минувшее время возможности практического применения дронов начинают расширяться [1; 3].

Так, в 2018 году оценка мирового рынка беспилотных летательных аппаратов составила 7,5 млрд. долларов к 2021 году он вырос до 9,5 млрд. долларов. В нынешнее время Россия занимает незначительную долю в продаже «дронов», около 2%, но имеется высокие возможности для дальнейшего роста. Специфика российского рынка БПЛА состоит в преобладании производителей военных «дронов» и фактически полном отсутствии производителей потребительских и коммерческих «дронов». При этом преимущественно часть производителей военных БПЛА имеет в своем распоряжении либо уже устаревшие технические модели, либо только опытные современные прототипы, которые *наглядно показывает-*

ся на выставках, но не поступают в массовое производство, и, несмотря на существенные бюджетные вливания со стороны государства, продукция российских компаний сейчас не выдерживает конкуренции с западными образцами.

Использование БПЛА в сельском хозяйстве может совершить настоящий прогресс, существенно снизив производственные затраты. Использование беспилотных летающих аппаратов в производстве продукции сельскохозяйственного производства широко внедряются в США, Китае, Японии, Бразилии и многих европейских странах. По данным организации AUVSI, в отчете под названием «The Economic Impact of Unmanned Systems Integration in the United States» [13], применения БПЛА в сельском хозяйстве будут превалировать над всеми остальными классическими инструментами («dwarf all others») и к 2026 году около 80% рынка беспилотных машин («дронов») будет занято в сельском хозяйстве США.

Результаты и обсуждение

Огромная актуальность использования беспилотных летательных средств для сельского хозяйства России сохраняется. Стране с обширной территорией и большой площадью под сев, мониторинг сельхозугодий довольно часто является трудной задачей. При государственной поддержке Россия к 2035 году может занять от 15–20% (базовый прогноз) до 20–25% (оптимистический прогноз) мирового рынка в сельском хозяйстве.

В денежном эквиваленте объем рынка по предоставлению услуг на основе БАС в аграрном секторе, занимаемая российскими компаниями, – 340 млрд. рублей, а продажа БВС реализуется дополнительно на 37 млрд. рублей.

Использование БПЛА в аграрном секторе (табл. 1) имеет внушительный масштаб внедрения, и с каждым годом интерес к их использованию растет. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве является новшеством для России, в первую очередь, при исполнении задач точного земледелия [8].

«Беспилотники» оборудуются различными датчиками, в том числе мультиспектральными камерами, высокой четкости изображения которые дают возможность точно определять проблемные участки поля, системами спутниковой навигации.

Таблица 1.

Целевые возможности применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве [10; 11]

В земледелии	В зоотехнии и ветеринарии
• инвентаризация сельхозугодий; • проектирование электронных карт полей; • оценка объема работ и отслеживание их выполнения; • оперативный контроль состояния посевов; • определение всхожести сельскохозяйственных культур; • охран сельхозугодий; • предварительная обработка посевов пестицидами для борьбы с вредными болезнями и сорняками. Просматривая посевы, могут распылять необходимое количество жидкости, изменяя высоту полета и объем жидкости в реальном времени и обеспечивая равномерное покрытие всей площади посевов.	• Мониторинг здоровья животных; • наблюдение мест выпаса; • ветеринарная помощь (с помощью «БПЛА» можно дистанционно ввести успокоительное, вакцину, антибиотик или глистогонное средство); • судебная экспертиза (оценка причиненного ущерба посевов, животным); • защищенность и охрана животных на пастбищах; • контроль питания и водного баланса животных; • сбор скота в стадо.

Следует отметить, что на сегодняшний день БПЛА в нашей стране не так распространены, данное направление находится на начальном этапе.

Заключение

За последние несколько лет создано множество разнообразных проектов применения сельскохозяйственных «Беспилотников», но более 90% до сегодняшнего дня не воплощены в реальность [12]. Причин этого несколько (табл. 2):

Во-первых, слабым звеном «БПЛА» остаётся управление, которое нуждается в специфическом обучении. Так, при управлении «дроном» весом в несколько килограммов, умеющими совершать полёт на высоте в несколько сотен метров, недостаток опыта управления пилотов-операторов, представляет риск для окружающих людей, имущества.

Во-вторых, защищённость полетов относительно вопросов неприкосновенности личной жизни. Однако главной трудностью для сельского хозяйства является качество получаемых данных.

В-третьих, существенным барьером остается влияние погодных факторов на управление беспилотными летательными аппаратами.

В-четвертых, основной проблемой для агропромышленного комплекса остается вопрос цены «БПЛА», все зависит от технологического уровня компьютерного обеспечения беспилотной системы.

В-пятых, комплексному внедрению дронов в сельское хозяйство препятствует законодательство.

В-шестых, по мнению И. А. Родионова, Р. В. Кошкарлова, М. Н. Николаева, «Несмотря на высокую степень автоматизации, БПЛА все еще подвержены риску различных факторов, которые могут привести к возгоранию» [26]. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости знаний по предотвращению возгораний БПЛА.

В соответствии с Федеральным законом, от 03.07.2016 №291-ФЗ «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации» беспилотные авиационные системы и их элементы подлежат обязательной сертификация на основе федеральных авиационных правил. Обязательная сертификация завершается выдачей сертификата, если в ходе проведения сертификации установлено, что беспилотные авиационные системы и (или) их элементы соответствуют требованиям к летной годности и к охране окружающей среды [14].

Иначе говоря, все владельцы беспилотных летательных аппаратов обязаны регистрировать свои аппараты весом от 0,25 до 30 кг, ввезенные или произведенные в РФ. Технически под это определение попадают не только промышленно изготовленные «БПЛА», но и продукция кружков авиамоделирования, но и детские радиоуправляемые игрушки. Основываясь на федеральном законе, управлять дроном может только внешний пилот с правами [5]. В таком ходе развития событий необходимо обеспечить грамотное обучение «специалистов-агров», адресованное на оперативную работу с информацией и принятия эффективных управленческих решений. Для нормального

роста отрасли нужны также правила, разрешающие полеты «БПЛА» в явочном порядке, а не в разрешительном, ограничивая их лишь определенной высотой, установив запрещенные зоны.

Анализ «Использования «беспилотников» в сельском хозяйстве Российской Федерации»

Положительные стороны	Отрицательные стороны
• Оперативность поступления снимков. Дроны позволяют вести съемку даже в условиях облачности, что недоступно спутникам и ограничивает использование авиации. • Вероятность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов. • Дроны могут характеризоваться различной степенью автономности – от управляемых дистанционно до полностью автоматических. • Доступность и простота использования.	• Небольшое время полёта ввиду малой ёмкостью аккумулятора. • Ограниченный подъемная сила (к примеру, агродрон для сельского хозяйства DJI Agras T10, главной функцией которого является опрыскивание полей, предел подъема жидкости для орошения до 10 кг). • Не надежны в плохих погодных условиях (сильный дождь, ветер). • Необходимо надлежащее программное обеспечение, так как количество систем мобильного мониторинга с использованием «Агродронов» является крайне скудным и в основном находится на стадии проектирования.
Возможности	Риски
• Обследование и подкормка всхожих посевов, так как во многих случаях такие технологические операции ограничены при высоком стеблестое некоторых культур, по причине которой невозможно использования для этих целей наземных устройств. • Опыскивание посевов химическими препаратами для борьбы с вредителями и вирусами. • Создание электронных карт полей. • Переучет сельхозугодий. • Оценка и контроль объема выполнения работ. • Мониторинг NDVI для точного внесения удобрений. В динамике контролирование состояния посевов сельскохозяйственных культур и быстрое принятие управленческих решений на изменяющуюся ситуацию.	• Согласно федеральному закону №291-ФЗ от 03.07.2016. «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации», управлять беспилотным летательным аппаратом может только внешний пилот с правом управления. • Требуется пройти регистрацию «Дрона». • Дефицит специалистов. • Захват управления «Агродрона», угон. • Дефицитное финансовое обеспечение сельскохозяйственного производства. • Зарубежное производство «Дронов» и подходящего программного обеспечения.

Несмотря на сложности, которые претерпевает индустрия беспилотной авиации сейчас, в ближайшем будущем в сфере

беспилотных летательных аппаратов предвидится прорыв: дроны станут доступны практически каждому, будут обладать большим временем полета, оборудоваться камерами с высокой четкостью, разнообразными специализированными устройствами, системами безопасности полета и помощью контроля управления [12].

Благодаря развитию авиационных технологий, БПЛА будут активно входить во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и в агропромышленные комплексы, существенно увеличивая производительность труда и уменьшая издержки производства сельского хозяйства.

Список литературы

1. Бауэрс, П. (2016). *Летательные аппараты нетрадиционных схем*. Москва: Мир. 320 с.
2. Василин, Н. Я. (2017). *Беспилотные летательные аппараты*. Минск: Попурри. 272 с.
3. Витер, А. Ф., Турусов, В. И., Гармашов, В. М., & др. (2014). *Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия*. Монография. Москва: НИЦ ИНФРА-М. 173 с.
4. Кучкарова, Д. Ф., & Хаитов, Б. У. (2015). Современные системы ведения сельского хозяйства. *Молодой учёный*, (12), 222–223.
5. Лященко, Ю. В. (2016). Правовой аспект использования беспилотных аппаратов в России. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, 2(12), 612–614.
6. Семькин, В. А., & Пигорев, И. Я. (2008). Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства Курской области. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, (1), 3–7.
7. Труфляк, Е. В. (2016). *Основные элементы системы точного земледелия*. Краснодар: КубГАУ. 39 с.
8. Хорт, Д. О., Личман, Г. И., Филиппов, Р. А., & Беленков, А. И. (2016). Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) в точном земледелии. *Фермер. Поволжье*, (7), 34–37.
9. Можно ли использовать беспилотники в животноводстве? (2016). Форум робототехники RoboTrends. Получено с <http://robotrends>.

- ru/pub/1617/mozhno-li-ispolzovat-bespilotniki-v-zhivotnovodstve-i-veterinarii-bezuslovno (обращение 28 января 2025 г.)
10. Как дроны преобразовывают сельское хозяйство. (2016). Независимое издание RUSBASE. Получено с <http://rb.ru/list/agriculture-drones> (обращение 28 января 2025 г.)
 11. Будущее животноводства за беспилотными летательными аппаратами. (2016). Информационное агентство Milknews.ru. Получено с http://milknews.ru/index/Technology/Technology_952.html (обращение 28 января 2025 г.)
 12. Что мешает беспилотникам развиваться? (2015). Независимое издание RUSBASE. Получено с <https://rb.ru/opinion/drones-challenge> (обращение 28 января 2025 г.)
 13. The Economic Impact of Unmanned Systems Integration in the United States. (2013). Получено с https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/958c920a-7f9b-4ad2-9807-f9a4e95d1ef1/UploadedImages/New_Economic%20Report%202013%20Full.pdf (обращение 28 января 2025 г.)
 14. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации». (2016). Получено с <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/775843/#ixzz5dtiboWRA> (обращение 28 января 2025 г.)
 15. Закон о квадрокоптерах в РФ 2022. Нужно ли регистрировать квадрокоптер? 150 вместо 250 грамм. (2022). ПрофПВ.ру. Получено с <https://profpv.ru/zakon-o-bespilotnikah-v-rf-nuzhno-li-reg> (обращение 25 мая 2025 г.)
 16. Дрон и квадрокоптер – в чём разница? Сайт SlySky.ru. Получено с <https://slysky.ru/blog/between-dron-and-quadrocopter.html> (обращение 25 мая 2025 г.)
 17. Агродрон DJI Agras T30. Сайт ParaGraph.ru. Получено с <https://www.paragraf.ru/product-page/агродрон-dji-agras-t30> (обращение 25 мая 2025 г.)
 18. Караев, В. В., & Нартикоева, Л. Г. (2018). Беспилотники в сельском хозяйстве. Получено с https://russiadrone.ru/publications/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve_/ (обращение 25 мая 2025 г.)

19. Сергеев, К. (2023). Беспилотники в сельском хозяйстве. *Ресурсосберегающее земледелие*, (2).
20. БПЛА как основа земледелия ближайшего будущего. (2017). Сетевое издание «Айоти.ру». Получено с <https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/bpla-kak-osnova-zemledeliya-blizhayshego-budushchego> (обращение 25 мая 2025 г.)
21. Дроны в сельском хозяйстве. (2024). Tadviser.ru. Получено с https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны_в_сельском_хозяйстве (обращение 25 мая 2025 г.)
22. На полях Самарской области используют дроны для борьбы с сорняками. (2020). Agrarii.com. Получено с <https://agrarii.com/napoljah-samarskoj-oblasti-ispolzujut-drony-dlja-borby-s-sornjakami> (обращение 25 мая 2025 г.)
23. Сельскохозяйственные квадрокоптеры. Rusgeocom.ru. Получено с <https://www.rusgeocom.ru/catalog/bespilotniki-dlya-selskogo-khoziajstva> (обращение 25 мая 2025 г.)
24. Беспилотники в сельском хозяйстве. (2019). Geomir.ru. Получено с <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespilotniki-v-selskom-khozyaystve> (обращение 25 мая 2025 г.)
25. Родионов, И. А., Кошкарров, Р. В., & Николаева, М. Н. (2024). Пожарная опасность, вызванная выходом из строя беспилотных летательных аппаратов. В *Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, посвященной 375-летию пожарной охраны России* (Иваново, 21 ноября 2024 г.) (с. 555–558). Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ. EDN: <https://elibrary.ru/DTTXPK>

References

1. Bauers, P. (2016). *Non-traditional Aircraft Configurations*. Moscow: Mir. 320 p.
2. Vasilin, N. Y. (2017). *Unmanned Aerial Vehicles*. Minsk: Popurri. 272 p.

3. Viter, A. F., Turusov, V. I., Garmashov, V. M., et al. (2014). *Soil Processing as a Factor of Soil Fertility Regulation*. Monograph. Moscow: NC INFRA-M. 173 p.
4. Kuchkarova, D. F., & Khaitov, B. U. (2015). Modern agricultural management systems. *Molodoj Uchenyj*, (12), 222–223.
5. Lyashchenko, Yu. V. (2016). Legal aspects of unmanned aerial vehicles use in Russia. *Actual Problems of Aviation and Cosmonautics*, 2(12), 612–614.
6. Semykin, V. A., & Pigorev, I. Ya. (2008). Scientific support for innovative development of agriculture in the Kursk region. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*, (1), 3–7.
7. Truflyak, E. V. (2016). *Basic Elements of Precision Agriculture System*. Krasnodar: KubGAU. 39 p.
8. Hort, D. O., Lichman, G. I., Filippov, R. A., & Belenkov, A. I. (2016). Application of unmanned aerial vehicles (drones) in precision agriculture. *Farmer. Volga Region*, (7), 34–37.
9. Can unmanned aerial vehicles be used in animal husbandry? (2016). *RoboTrends Robotics Forum*. Retrieved January 28, 2025, from <http://robotrends.ru/pub/1617/mozhno-li-ispolzovat-bespilotniki-v-zhivotnovodstve-i-veterinarii-bezuslovno>
10. How drones are transforming agriculture. (2016). *Independent publication RUSBASE*. Retrieved January 28, 2025, from <http://rb.ru/list/agriculture-drones>
11. The future of animal husbandry lies in unmanned aerial vehicles. (2016). *Information agency Milknews.ru*. Retrieved January 28, 2025, from http://milknews.ru/index/Technology/Technology_952.html
12. What hinders the development of unmanned aerial vehicles? (2015). *Independent publication RUSBASE*. Retrieved January 28, 2025, from <https://rb.ru/opinion/drones-challenge>
13. *The Economic Impact of Unmanned Systems Integration in the United States*. (2013). Retrieved January 28, 2025, from https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/958c920a-7f9b-4ad2-9807-f9a4e95d1ef1/UploadedImages/New_Economic Report 2013 Full.pdf

14. *Federal Law No. 291-FZ of July 3, 2016 "On Amendments to the Air Code of the Russian Federation"*. (2016). Retrieved January 28, 2025, from <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/775843/#ixzz5dtiboWRA>
15. Law on quadcopters in the Russian Federation 2022. Is it necessary to register a quadcopter? 150 instead of 250 grams. (2022). *ProfPV.ru*. Retrieved May 25, 2025, from <https://profpv.ru/zakon-o-besplotnikah-v-rf-nuzhno-li-reg>
16. Drone and quadcopter - what's the difference? *SlySky.ru website*. Retrieved May 25, 2025, from <https://slysky.ru/blog/between-dron-and-quadrocopter.html>
17. Agricultural drone DJI Agras T30. *ParaGraph.ru website*. Retrieved May 25, 2025, from <https://www.paragraf.ru/product-page/агродрон-dji-agras-t30>
18. Karaev, V. V., & Nartikoeva, L. G. (2018). Unmanned aerial vehicles in agriculture. Retrieved May 25, 2025, from https://russiadrone.ru/publications/besplotniki-v-selskom-khozyaystve_
19. Sergeev, K. (2023). Unmanned aerial vehicles in agriculture. *Resource-saving agriculture*, (2).
20. Unmanned aerial vehicles as the basis of agriculture of the near future. (2017). *IoT.ru online publication*. Retrieved May 25, 2025, from <https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/bpla-kak-osnova-zemledeliya-blizhayshego-budushchego>
21. Drones in agriculture. (2024). *Tadviser.ru*. Retrieved May 25, 2025, from https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Дроны_в_сельском_хозяйстве
22. Drones are used in the fields of Samara region to combat weeds. (2020). *Agrarii.com*. Retrieved May 25, 2025, from <https://agrarii.com/na-poljah-samarskoj-oblasti-ispolzujut-drony-dlja-borby-s-sornjakami>
23. Agricultural quadcopters. *Rusgeocom.ru*. Retrieved May 25, 2025, from <https://www.rusgeocom.ru/catalog/besplotniki-dlya-selskogo-khoziajstva>
24. Unmanned aerial vehicles in agriculture. (2019). *Geomir.ru*. Retrieved May 25, 2025, from <https://www.geomir.ru/publikatsii/besplotniki-v-selskom-khozyaystve>

25. Rodionov, I. A., Koshkarov, R. V., & Nikolaeva, M. N. (2024). Fire hazard caused by unmanned aerial vehicles failure. In *Fire and Emergency Safety: Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference dedicated to the 375th anniversary of the Russian Fire Service* (Ivanovo, November 21, 2024) (pp. 555–558). Ivanovo: Ivanovo State Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia. EDN: <https://elibrary.ru/DTTXPK>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Крухмалев Александр Владимирович, магистр, преподаватель кафедры специальной подготовки факультета дополнительного профессионального образования
Дальневосточная пожарно-спасательная академия — филиал Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России
поселок Аякс, 27, о. Русский Остров, г. Владивосток, 690922, Российская Федерация
boysplus90@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Aleksandr V. Krukhmalev, Master, Lecturer, Department of Specialized Training, Faculty of Continuing Professional Education
Far Eastern Fire and Rescue Academy – Branch of St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia
27, Ayaks settlement, Russky Island, Vladivostok, 690922, Russian Federation
boysplus90@mail.ru
SPIN-code: 3419-4045
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7191-3946>

Поступила 15.05.2025

После рецензирования 10.06.2025

Принята 20.06.2025

Received 15.05.2025

Revised 10.06.2025

Accepted 20.06.2025