

**Научная статья****УДК 631.3****DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1380****Artem Valerievich Dyachenko**

Postgraduate of the Department of Management of Socio-Economic Systems and Business Processes, field of training 5.2.3 —

Regional and sectoral economy,

Voronezh branch

of Plekhanov Russian University of Economics

Voronezh, Russian Federation

temak69@yandex.ru

**Marina Viktorovna Ledeneva**

Doctor of Economics, Associate Professor,

Professor of the Department of Management and Marketing,

Volgograd branch

of Plekhanov Russian University of Economics

Volgograd, Russian Federation

mledenjova@yandex.ru

**Margarita Vladimirovna Chub**

Candidate of Economics, Associate Professor,

Associate Professor of the Department

of Economics and Finance,

Volgograd Institute of Management —

branch of Russian Presidential Academy of National Economy

and Public Administration

Volgograd, Russian Federation

chub-mv@ranepa.ru

**Артём Валерьевич Дьяченко**

аспирант кафедры управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами,

направление подготовки

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика,

Воронежский филиал Российского экономического

университета им. Г. В. Плеханова

Воронеж, Российская Федерация

temak69@yandex.ru

**Марина Викторовна Леденёва**

д-р экон. наук, доцент,

профессор кафедры менеджмента и маркетинга,

Волгоградский филиал Российского экономического

университета им. Г. В. Плеханова

Волгоград, Российская Федерация

mledenjova@yandex.ru

**Маргарита Владимировна Чуб**

канд. экон. наук, доцент,

доцент кафедры экономики и финансов,

Волгоградский институт управления —

филиал Российской академии народного хозяйства

и государственной службы

при Президенте Российской Федерации

Волгоград, Российская Федерация

chub-mv@ranepa.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

**Аннотация.** В статье исследуются теоретические и практические аспекты применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельском хозяйстве для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. В работе обоснована актуальность использования БПЛА в сельском хозяйстве, обусловленная такими факторами, как рост численности населения планеты, изменение климата, проявляющееся в виде экстремальных погодных явлений, а также истощение почвенного плодородия, загрязнение окружающей среды пестицидами и гербицидами, ограниченность земельных ресурсов. Выявлены основные направления использования БПЛА в сельском хозяйстве. Проанализировано использование БПЛА в сельском хозяйстве России и имеющиеся на данный момент итоги, позволяющие делать выводы об эффективности применения БПЛА. Проанализирована деятельность государственных органов по распространению использования БПЛА в сельском хозяйстве России, включая меры господдержки для производителей БПЛА и сельхозпредприятий. Меры господдержки рассмотрены не только на федеральном, но и на региональном уровне.

Акцентируется проблема импортозависимости при производстве сельскохозяйственных БПЛА. На конкретном примере показано, что инновационные разработки способны повысить эффективность использования БПЛА в сельском хозяйстве. Выявлены преимущества, риски и ограничения использования БПЛА в сельском хозяйстве России, а также проблемы, препятствующие широкому использованию сельскохозяйственных БПЛА, предложены направления их решения. Теоретическая значимость работы заключается в развитии концепции использования БПЛА в сельском хозяйстве, включая преимущества, риски и ограничения. Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегий, государственных программ и инструментов поддержки производства и БПЛА и их использования в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат / БПЛА, дрон, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, урожайность, продовольственная безопасность, государственная поддержка сельскохозяйственных предприятий, обработка полей, внесение удобрений, высокоточная съемка

**Для цитирования:** Дьяченко А. В., Леденёва М. В., Чуб М. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве как способ повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 3(72). С. 25—31. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1380.

## Original article

## THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGRICULTURE AS A WAY TO INCREASE CROP YIELD AND ENSURE FOOD SECURITY OF THE RUSSIAN FEDERATION

## 5.2.3 — Regional and sectoral economy

**Abstract.** *The article examines the theoretical and practical aspects of using UAVs in agriculture to increase crop yields and ensure food security of the Russian Federation. The paper substantiates the relevance of using UAVs in agriculture due to such factors as the growth of the planet's population, climate change manifested in the form of extreme weather events, as well as depletion of soil fertility, environmental pollution with pesticides and herbicides, and limited land resources. The main areas of using UAVs in agriculture are identified. The use of UAVs in agriculture in Russia and its current results are analyzed, allowing us to draw conclusions about the effectiveness of using UAVs. The activities of government agencies to spread the use of UAVs in agriculture in Russia are analyzed, including government support measures for UAV manufacturers and agricultural enterprises. Government support measures are considered not only at the federal, but also at the regional level. The problem of import dependence*

*in the production of agricultural UAVs is emphasized. A specific example shows that innovative developments can increase the efficiency of using UAVs in agriculture. The advantages, risks and limitations of using UAVs in agriculture in Russia, as well as problems that hinder the widespread use of agricultural UAVs, are identified, and directions for their solution are proposed. The theoretical significance of the work lies in the development of the concept of using UAVs in agriculture, including advantages, risks and limitations. The practical significance of the study lies in the fact that the results obtained can be used in the development of strategies, government programs and tools to support production and UAVs and their use in agriculture.*

**Keywords:** *unmanned aerial vehicle / UAV, drone, agriculture, agro-industrial complex, crop yield, food security, state support for agricultural enterprises, field cultivation, fertilization, high-detail shooting*

**For citation:** Dyachenko A. V., Ledeneva M. V., Chub M. V. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture as a way to increase crop yield and ensure food security of the Russian Federation. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;3(72):25—31. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.72.1380.

## Введение

**Актуальность** исследования применения беспилотных летательных аппаратов (далее — БПЛА) для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности обусловлена рядом критически важных факторов, усиливающих в контексте глобальных вызовов XXI в. Во-первых, рост численности населения планеты неизбежно ведет к увеличению спроса на продовольствие, превышающему темпы роста производства сельскохозяйственной продукции в традиционных методах ведения сельского хозяйства. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (*Food and Agriculture Organization, FAO*), к 2050 г. количество людей на планете может составить 9,6 млрд, т. е. увеличится на одну треть по сравнению с нынешними показателями. Это означает, что фермерские предприятия должны удвоить объем производства сельскохозяйственной продукции. Во-вторых, изменение климата, проявляющееся в виде экстремальных погодных явлений (засухи, наводнения, град), негативно сказывается на урожайности, создавая угрозу продовольственной безопасности на региональном и глобальном уровнях. В-третьих, истощение почвенного плодородия, загрязнение окружающей среды пестицидами и гербицидами, а также ограниченность земельных ресурсов требуют внедрения инновационных технологий, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду и повышающих эффективность использования имеющихся ресурсов.

Поэтому процесс развития аграрной сферы становится неизбежным, что является естественным следствием рыночной экономики. Это приводит к усилению конкуренции, которая зависит от таких факторов, как качество продукции, ценовые колебания, устойчивость к погодным условиям и вредителям, а также затраты на ведение хозяйства и зарплату сотрудников. В условиях растущей конкуренции агросектору необходимо адаптироваться и инновационно развиваться, чтобы удовлетворить потребности

растущего населения и обеспечить продовольственную безопасность. Данные факторы обуславливают актуальность выбранной темы исследования.

**Изученность проблемы.** Несмотря на то, что первый БПЛА был создан в США еще в 1917 г. [1, с. 40], существенный скачок в развитии данной технологии произошел в 1980—1990-х гг. благодаря развитию радиоэлектронных систем и компьютерных технологий. Гражданские БПЛА начали набирать популярность в начале 2010-х гг. Примерно в это же время дроны начинают использовать в сельском хозяйстве. Соответственно, изучение проблемы использования БПЛА в сельском хозяйстве, выявления возможностей, факторов внедрения БПЛА в сельское хозяйство и оценка экономической эффективности их применения началось также с 2010-х гг.

Большая часть исследований носит обзорный характер и концентрируется на различных способах использования БПЛА в сельском хозяйстве и выявлении имеющегося потенциала, преимуществ и ограничений. К таким исследованиям можно отнести статьи М.-С. Мариан и М. А. Неблеа [2], Л. А. Йорге, Ж. Н. Брандао, Р. Й. Инамасу [3], обзорные статьи Р. Янга [4], М. Т. Калдага [5], С. Н. Лысенковой и К. В. Исаева [6], М. Ю. Катаева, О. А. Пасько, Е. Ю. Карташова [7], работы И. Н. Абдуллина и Р. Г. Сунгатуллина [8], М. М. Мизаева, А. У. Байдровой, С.-А. А. Сугаипова [9], Ю. Н. Зубарева, Д. С. Фомина, А. Н. Чашина, М. В. Заболотновой [10] и др. В последней названной работе проведен *SWOT*-анализ использования БПЛА в сельском хозяйстве Российской Федерации. В отдельных работах рассматривается также разнообразие видов сельскохозяйственных БПЛА, их конструктивные особенности (см.: [4; 10—12]).

При этом ряд авторов более подробно анализирует определенные направления использования БПЛА в сельском хозяйстве. Так, в статье М. М. Мизаева, А. У. Байдровой, С.-А. А. Сугаипова [9] особое внимание уделено точному

земледелию и мониторингу урожая. В работе А. В. Шубина рассмотрена проблема применения БПЛА для отпугивания птиц [13]. В статье Л. А. Йорге, Ж. Н. Брандао, Р. Й. Ина-масу отражены результаты реального исследования на цитрусовом участке для мониторинга заражения хун-лунбином (*HLB*), выявлены проблемы, связанные с платформами БПЛА для дистанционного зондирования и точного земледелия, были разработаны рекомендуемые меры для использования БПЛА для высокоточного обнаружения заболеваний сельскохозяйственных культур [3].

Отдельным направлением исследований является формирование рынка сельскохозяйственных БПЛА. Н. Ю. Зубаревым с соавторами [14] исследуются факторы исследования рынка сельскохозяйственных БПЛА с помощью факторного и *PEST*-анализа. В обзорной статье А. В. Шевченко и А. Н. Мингачева представлена структура рынка сельскохозяйственных БПЛА, выявлены основные игроки и основные сегменты рынка [15].

Нельзя обойти вниманием исследования, направленные на экологические аспекты применения БПЛА в сельском хозяйстве. Так, в работе А. Яблоковой с соавторами рассматривается потенциальное воздействие беспилотных летательных аппаратов на окружающую среду, анализируются такие аспекты, как шум и вибрация, загрязнение воздуха и почвы, электромагнитное излучение, а также воздействие на биоразнообразие и экосистемы в целом [16]. В обзорной статье Р. Нарзари, Б. Чоудхари, Г. Сингхала и К. Чоудхари анализируется влияние использования БПЛА в сельском хозяйстве на достижение целей устойчивого развития [17].

Несколько позже, когда был накоплен достаточный массив данных для анализа, стали появляться работы, касающиеся оценки экономической эффективности использования дронов в сельском хозяйстве, например статья В. А. Чирковой [18], в которой приводится оценка эффективности применения БПЛА для фунгицидной обработки подсолнечника в Алтайском крае компанией ООО «Агро-Сибирь». Однако, таких работ пока немного.

В целом, нельзя не согласиться с выводом Х. М. Ф. э Мораеса, М. Р. Фуртадо-мл., Е. Л. де Витория и Р. Н. Мартинса о том, что «использование БПЛА все еще претерпевает изменения и напрямую связано с развитием технологий, используемых в этом оборудовании» и «исследований всё еще недостаточно для изучения всех возможностей применения БПЛА в сельском хозяйстве, животноводстве и лесном хозяйстве» [19]. Требуется дальнейшего исследования и проблема экономической и социальной эффективности использования БПЛА в сельском хозяйстве.

**Научная новизна** исследования заключается в обосновании необходимости использования БПЛА для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности России на основе систематизации накопленных данных об экономической эффективности использования БПЛА в сельском хозяйстве России, действующих инструментах господдержки, а также выявлении рисков и преимуществ использования БПЛА в сельском хозяйстве.

**Целью** исследования является обоснование возможности, потенциала, рисков и ограничений использования БПЛА для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности России.

Поставленная цель предопределила необходимость решения ряда **задач**:

- обосновать актуальность использования БПЛА в сельском хозяйстве;

- определить основные направления и потенциал использования БПЛА в сельском хозяйстве;

- оценить экономическую эффективность использования БПЛА в сельском хозяйстве России;

- выявить риски и преимущества использования БПЛА в сельском хозяйстве России.

**Методология исследования.** В статье на основе системного подхода использованы общетеоретические методы исследования: анализ и синтез, методы сравнительного анализа, обобщение, интеграция и аналитическая обработка данных, метод экспертных оценок.

**Теоретическая значимость** работы заключается в развитии концепции использования БПЛА в сельском хозяйстве, включая преимущества, риски и ограничения.

**Практическая значимость** исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегий, государственных программ и инструментов поддержки производства и БПЛА и их использования в сельском хозяйстве.

### Основная часть

Современный агропромышленный комплекс функционирует по принципам, аналогичным любому бизнесу, постоянно стремясь уменьшить затраты на производство одной единицы продукции при увеличении производительности на каждую единицу ресурсов. На протяжении XX в. для достижения этих целей использовались традиционные методы: энергоемкие сельскохозяйственные машины, высокоурожайные сорта растений, эффективные технологии ухода (удобрения, регуляторы роста) и оптимальные агрономические практики. Хотя эти инструменты остаются актуальными и сейчас, их возможности почти исчерпаны в рамках нынешнего уровня агротехнологий. Одним из многообещающих направлений в области прецизионного сельского хозяйства является применение БПЛА, которые в повседневной жизни называют «дронами» или «беспилотниками». Беспилотный летательный аппарат — это устройство, предназначенное для полета без человека на борту, обладающее различными уровнями автономности: от управляемого извне до полного автоматического режима.

Применение БПЛА в сельском хозяйстве включает в себя широкий спектр задач, таких как мониторинг состояния посевов, определение зон с недостаточным поливом или питательными веществами, выявление очагов вредителей и болезней, а также точное внесение удобрений и пестицидов. С помощью высокоразрешающих мультиспектральных и гиперспектральных камер, установленных на БПЛА, возможно получение детальной информации о состоянии растений, что позволяет своевременно выявлять отклонения от нормы и принимать корректирующие меры. Анализ данных, полученных с помощью БПЛА, осуществляется с использованием специализированного программного обеспечения, позволяющего создавать карты состояния полей, определять зоны риска и оптимизировать использование ресурсов. Точное земледелие, основанное на данных, полученных с помощью БПЛА, позволяет значительно сократить расход удобрений и пестицидов, минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду. Применение БПЛА для внесения удобрений и пестицидов методом точечного опрыскивания обеспечивает эффективное использование химических средств, снижает затраты и повышает урожайность. Кроме того, использование БПЛА для мониторинга состояния посевов позволяет оптимизировать полив, что особенно актуально в условиях дефицита водных ресурсов.

Тремя основными направлениями использования БПЛА в сельском хозяйстве являются:

- обработка полей, которая осуществляется с помощью больших БПЛА коптерного (вертолетного) типа, десикация посевов с помощью дронов, внесение энтомофагов, инсектицидов и фунгицидов, реже — гербицидов;
- сев и внесение удобрений (их эффективность в данных операциях ниже из-за необходимости использования высоких доз препаратов);
- высокоточная съемка полей небольшими БПЛА коптерного типа распознавание снимков с помощью искусственного интеллекта для автоматической оценки густоты посевов и их засоренности; рекомендация по схеме защиты, формируемая на основании распознанных сорняков, позволяет выбрать оптимальную баковую смесь для обработки и помогает сэкономить на гербицидах и не допустить снижения урожайности полей [20].

В России использование БПЛА в сельском хозяйстве пока не является массовым. По состоянию на 2023 г., согласно данным компании «Геомир», на агродроны пришлось всего 5 % рынка гражданских БПЛА. Согласно данным ассоциации «Аэронекст», за 2018—2022 гг. на сельское хозяйство приходится только 4 % государственных и коммерческих закупок БПЛА в натуральном выражении.

Минсельхозом России проводится активная работа по распространению использования БПЛА в сельском хозяйстве. Так, Минсельхоз России и государственная лизинговая компания «Росагролизинг» провели работу по включению БПЛА в перечень техники и оборудования, доступного для приобретения на условиях льготного лизинга. Сельскохозяйственные БПЛА были включены в продуктовую линейку «Росагролизинга» в 2022 г., в программу льготного лизинга — в 2023 г. В 2024 г. были аккредитованы первые поставщики, получены первые заявки, Минсельхоз России согласовал первые сделки.

Минпромторг России в рамках государственной программы стимулирования развития беспилотной авиационной техники разработал механизм субсидирования производителей и эксплуатантов БПЛА. Предложенная модель предполагает многоуровневую поддержку, охватывающую весь жизненный цикл беспилотного летательного аппарата, от этапа производства до его эксплуатации. В основе программы лежит принцип адресной финансовой помощи, направленной на повышение конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем рынке и стимулирование инновационной деятельности в данной сфере. Ключевыми инструментами государственной поддержки являются субсидирование эксплуатационных расходов, частичное возмещение затрат на приобретение БПЛА и льготное лизинговое финансирование. Субсидирование летного часа, предполагаемое в рамках программы, ориентировано на снижение операционных издержек эксплуатирующих организаций, что, в свою очередь, должно привести к увеличению коммерческой привлекательности использования отечественных БПЛА. Размер субсидии на один летный час будет определяться, с учетом типа БПЛА, его технических характеристик, а также направленности выполняемых задач. В качестве альтернативы или в дополнение к субсидированию летного часа предлагается механизм частичного возмещения затрат на приобретение российских БПЛА.

На текущий момент рассматривается вариант компенсации до 50 % стоимости аппарата, что должно существенно снизить порог входа для потенциальных покупателей,

стимулируя тем самым рост внутреннего спроса. Внедрение льготного лизинга призвано облегчить доступ к современной беспилотной технике для малых и средних предприятий, часто испытывающих сложности с привлечением инвестиций. Процентная ставка по льготным лизинговым программам будет, ниже рыночной, что позволит снизить финансовую нагрузку на предприятия и повысит их готовность к инвестициям в отечественные БПЛА.

Реализация данной программы находится в тесной взаимосвязи со Стратегией развития беспилотной авиации в Российской Федерации до 2030 г., утвержденной по поручению Президента РФ. Согласно этой стратегии к 2030 г. планируется достичь объема рынка БПЛА в 1 трлн руб. Достижение данной амбициозной цели предполагает не только государственную поддержку, но и активное развитие научно-исследовательских работ, создание инновационных технологий производства БПЛА, а также формирование квалифицированного кадрового потенциала в отрасли.

В рамках реализации масштабной программы по цифровизации федерального проекта «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и интенсификации сельскохозяйственного производства в Российской Федерации, а также в рамках стратегических задач, Минсельхоз России планирует создание специализированного центра по применению БПЛА в агропромышленном комплексе. Запланированные на 2024—2026 гг. закупки порядка 300 БПЛА являются лишь первым этапом реализации данной программы, которая предполагает многоступенчатый подход, включающий в себя не только приобретение техники, но и разработку методологических основ применения агродронов, создание системы обучения персонала и формирование инфраструктуры поддержки. Центр, планируемый к созданию, будет выполнять функции научно-исследовательского, образовательного и консультативного учреждения.

Господдержка, направленная на увеличение масштабов использования дронов в сельском хозяйстве, осуществляется и на региональном уровне. Так, 23 мая 2024 г. администрация Новгородской области объявила о внедрении новой инициативы по поддержке аграриев региона — программе субсидирования приобретения БПЛА сельскохозяйственного назначения. Введение данной меры, впервые реализуемой в регионе, может быть интерпретировано как стратегический шаг, направленный на повышение эффективности сельскохозяйственного производства и конкурентоспособности региональных агропредприятий на федеральном рынке. Компенсация до 50 % стоимости БПЛА является значительным стимулом для внедрения инновационных технологий, учитывая высокую начальную стоимость данного оборудования.

Применение БПЛА в российском агропромышленном комплексе уже демонстрирует значительный потенциал для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности. В 2022 г., согласно данным Минсельхоза России и агропромышленной лизинговой компании АО «Росагролизинг», экономия урожая за счет применения БПЛА для мониторинга состояния посевов и своевременного выявления проблемных зон составила приблизительно 3,5 % общего объема. Данный показатель, как указало в своей отчетности АО «Росагролизинг», в основном был обусловлен ранним обнаружением очагов заболеваний и вредителей и позволил минимизировать потери от неэффективного использования пестицидов и гербицидов, а также оптимизировать стратегии внесения удобрений.

В 2023 г. наблюдался заметный рост эффективности применения БПЛА. Благодаря совершенствованию программного обеспечения для обработки аэрофотосъемки и развитию технологий машинного обучения, точность анализа состояния посевов значительно увеличилась. Это позволило повысить эффективность адресного внесения удобрений и пестицидов, что привело к экономии урожая в размере 3,8 %. Кроме того, расширилось применение БПЛА для проведения аэрофотосъемки больших площадей, что значительно сократило время проведения полевых обследований и, соответственно, оперативность принятия решений по оптимизации агротехнических мероприятий. В первом полугодии 2024 г. экономический эффект от использования БПЛА в агропромышленном комплексе стал еще выше. Интеграция данных, полученных с БПЛА, с системами точного земледелия, такими как GPS-навигация и автоматизированные системы управления сельскохозяйственной техникой, позволила повысить точность внесения удобрений и средств защиты растений до 95 %. Это, в свою очередь, привело к снижению затрат на ресурсы и повышению урожайности на 4,2 %. Дополнительный вклад в повышение эффективности внес рост количества операторов БПЛА, прошедших специальную подготовку, а также развитие отечественного производства БПЛА, адаптированных к специфическим условиям различных регионов России.

Анализируя данные Федеральной службы государственной статистики, можно сделать вывод о том, что применение БПЛА в сельском хозяйстве позволило повысить урожайность отдельных культур на 15–20 %, снизить затраты на удобрения на 10–15 % и сократить потери от вредителей и болезней на 5–10 %.

Согласно данным Минпромторга России, доля импортных компонентов в российских БПЛА, используемых в сельском хозяйстве, достигает 70 %, причем значительная часть данных компонентов поступала из Китая. Это обусловлено, во-первых, высокой конкурентоспособностью китайских производителей по цене и качеству отдельных компонентов, таких как двигатели, электроника управления и системы навигации, и, во-вторых, отсутствием в России масштабного производства аналогов необходимой номенклатуры. Китай собирается увеличивать поставки в Россию сельхозтехники, оборудования, в т. ч. БПЛА, на фоне ситуации с повышением США пошлин против китайской продукции.

При этом существует потенциал для импортозамещения, который заключается в развитии собственного производства необходимых компонентов и комплектующих для сельскохозяйственных БПЛА. В настоящее время ряд российских предприятий уже работает над созданием отечественных аналогов ключевых компонентов БПЛА, но их производственные мощности и объемы выпуска пока недостаточны для полного удовлетворения потребностей рынка. Кроме того, необходимо учитывать временные задержки, связанные с разработкой, тестированием и сертификацией новых компонентов, что может занять от 1 до 3 лет.

Следует отметить, что инновационные разработки способны повысить эффективность использования БПЛА в сельском хозяйстве. Так, американская компания *Ryse Aero Technologies* в 2024 г. вывела на рынок «летающий квадроцикл» для фермеров — электрический аппарат под названием *Ryse Recon*. Данный аппарат представляет собой значительный шаг вперед в применении БПЛА в прецизионном сельском хозяйстве. Его возможности, выходящие за рамки простой аэрофотосъемки, открывают новые

перспективы для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности. Анализ данных, получаемых с *Recon*, позволяет перейти от традиционных, часто неэффективных, методов управления сельскохозяйственными угодьями к интеллектуальному земледелию, основанному на объективных данных. Система сбора данных *Recon* включает в себя высокоразрешающую мультиспектральную камеру, способную захватывать изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Обработка этих изображений с помощью специализированного программного обеспечения позволяет создавать ортофотопланы с геопривязкой, цифровые модели рельефа и индексные карты растительности (например, *NDVI*, *NDRE*). Эти карты визуализируют состояние посевов, выявляя зоны с недостатком влаги, питательных веществ или зараженные вредителями и болезнями. Разрешение снимков позволяет проводить детальный анализ отдельных растений, что критично для точного определения необходимости применения удобрений или пестицидов.

Преимущества использования *Recon* перед традиционными методами мониторинга очевидны. Во-первых, это значительная экономия времени и ресурсов. Обследование больших площадей, которое ранее требовало значительных трудозатрат и времени, теперь может быть выполнено за считанные часы. Во-вторых, получение информации в режиме реального времени позволяет оперативно реагировать на изменения условий и предотвращать потенциальные потери урожая.

**Результаты исследования.** Анализ применения БПЛА в сельском хозяйстве Российской Федерации для повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности выявил как значительный потенциал, так и ряд существенных ограничений, требующих комплексного решения. Несмотря на очевидные преимущества БПЛА, такие как повышение точности внесения удобрений и пестицидов, оптимизация полива, своевременное обнаружение очагов заболеваний и вредителей, а также сокращение трудозатрат и материальных ресурсов, реализация их потенциала сталкивается с рядом препятствий.

Сдерживает использование БПЛА в сельском хозяйстве действующий в большинстве аграрных субъектах Российской Федерации запрет на использование беспилотных воздушных судов, их применение регулируется на региональном уровне. В некоторых регионах разрешено применение БПЛА на период выполнения сельхозработ, в других оперативные штабы дают такие разрешения по запросу.

Согласно Федеральному закону от 3 июля 2016 г. № 291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации», регулирующему использование воздушного пространства, необходимость наличия квалифицированных пилотов с соответствующими правами, процедура регистрации БПЛА и связанная с ней бюрократическая нагрузка создают значительные барьеры для широкого внедрения беспилотных технологий в сельскохозяйственную практику. Дефицит специалистов, способных эффективно управлять БПЛА и обрабатывать получаемые данные, усугубляет ситуацию. Требуется развитие системы профессиональной подготовки и переподготовки кадров, специализирующихся на эксплуатации и обслуживании БПЛА в сельском хозяйстве, включая обучение навыкам пилотирования, обработке данных дистанционного зондирования и применению специализированного программного обеспечения. Риск перехвата управления или угона БПЛА представляет серьезную угрозу безопасности и эффективности использования данной технологии.

Для минимизации этих рисков необходимо разработать и внедрить надежные системы защиты от несанкционированного доступа и киберугроз, включая шифрование данных, многофакторную аутентификацию и системы мониторинга целостности аппарата. Исследования в области кибербезопасности БПЛА должны стать приоритетным направлением.

Недостаточное финансовое обеспечение сельскохозяйственного производства является фундаментальной проблемой, препятствующей широкому внедрению инновационных технологий, включая БПЛА. Высокая стоимость самих аппаратов, сопутствующего оборудования и программного обеспечения создает существенные барьеры для фермеров, особенно для мелких и средних хозяйств. Необходима разработка государственных программ поддержки, направленных на субсидирование закупки БПЛА, обучение персонала и создание инфраструктуры для их обслуживания.

Экономическая эффективность использования БПЛА должна быть всесторонне проанализирована с учетом различных факторов, таких как размер хозяйств, тип культуры, географическое расположение и климатические условия. Только на основе детального экономического анализа можно определить оптимальные стратегии внедрения БПЛА и их экономическое обоснование.

Зависимость от импортного производства БПЛА и программного обеспечения создает риски, связанные с технологической зависимостью и потенциальными санкциями. Стимулирование отечественного производства БПЛА и разработка собственного программного обеспечения явля-

ются стратегически важными задачами для обеспечения продовольственной безопасности страны. Это требует инвестиций в научные исследования и разработки, поддержки инновационных компаний и создания благоприятного инвестиционного климата. Необходимо разработать программы по импортозамещению, направленные на создание конкурентоспособных отечественных аналогов импортной продукции.

### Заключение

Таким образом, БПЛА сегодня всё более активно используются в сельском хозяйстве, выполняя задачи мониторинга, оценки и анализа состояния сельскохозяйственных культур, внесения удобрений, десикации. Применение БПЛА в сельском хозяйстве имеет ряд преимуществ, таких как низкая себестоимость обработки за счет сокращения объемов химикатов при использовании ультрамалых объемов, снижение себестоимости за счет исключения необходимости использования авиатехники, исключение порчи агрокультуры, которая свойственна при использовании самоходной техники, снижение численности штата, высокая точность внесения препаратов, обработка сельскохозяйственных культур в автоматическом режиме, возможность работы на участках и рельефах любой сложности, возможность работать круглосуточно.

Анализ потенциала БПЛА в сельском хозяйстве России в целом демонстрирует значительные перспективы повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности и свидетельствует о возможности существенного роста доли России на мировом рынке аграрных услуг, основанных на применении БПЛА.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фомичев М. А. История создания и развития беспилотных летательных аппаратов // Перспективы беспилотных технологий в различных пространственных средах: конвергентный подход : сб. материалов Пятого Симп. конвергент. исслед. с междунар. участием. Н. Новгород : Центр СРПН, 2023. С. 40—43.
2. Marian M.-C., Neblea M. A., Oproiu F. The impact of UAV technology in agricultural monitoring // *Current Trends in Natural Sciences*. 2024. Vol. 13. Iss. 26. Pp. 84—92. DOI: 10.47068/ctns.2024.v13i26.010.
3. Jorge L. A. C., Brandão Z. N., Inamasu R. Y. Insights and recommendations of use of UAV platforms in precision agriculture in Brazil // *Proceedings of SPIE*. 2014. Vol. 9239 : Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVI. Art. 923911. DOI: 10.1117/12.2067450.
4. Yang R. Review of Applications of UAVs in Agriculture // *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2022. Vol. 27 : 4th International Conference on Electronic Science and Automation Control (ESAC 2022). Pp. 153—157. DOI: 10.54097/hset.v27i.3733.
5. Çaldağ M. T. Value-based Adoption of UAVs in Agriculture: A Systematic Literature Review // *ICONST EST 2024. International Conferences on Science and Technology. Engineering Science and Technology : abstracts & proceedings book*. Isparta, Türkiye : Association of Kutbilge Academicians, 2024. P. 1.
6. Лысенкова С. Н., Исаев К. В. Беспилотники в сельском хозяйстве // *Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Информационные технологии*. 2022. № 2(20). С. 12—14.
7. Катаев М. Ю., Пасько О. А., Карташов Е. Ю. Анализ практических возможностей применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 1. С. 54—62. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-54-62.
8. Абдуллин И. Н., Сунгатуллин Р. Г. Беспилотники в сельском хозяйстве: как дроны меняют подход к агрономии // *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2024. № 11. Т. 9. С. 104—111.
9. Мизаев М. М., Байдарова А. У., Сугаипов С.-А. А. Дроны в сельском хозяйстве: как беспилотники революционизируют методы ведения сельского хозяйства // *Экономика и предпринимательство*. 2023. № 11. С. 1365—1368. DOI: 10.34925/EIP.2023.160.11.260.
10. Зубарев Ю. Н., Фомин Д. С., Чашин А. Н., Заболотнова М. В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // *Вестник Пермского федерального исследовательского центра*. 2019. № 2. С. 47—51. DOI: 10.7242/2658-705X/2019.2.5.
11. Хабарина Д. С., Тишанинов И. А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа в сельском хозяйстве // *Наука без границ*. 2021. № 4(56). С. 78—83.
12. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Б. К. Салаев, А. А. Серегин, В. А. Эвиев и др. // *Вестник аграрной науки Дона*. 2022. Т. 15. № 4. С. 29—44. DOI: 10.55618/20756704\_2022\_15\_4\_29-44.
13. Шубин А. В. О роли «хищных» беспилотников в сельском хозяйстве // *Молодежь. Образование. Наука*. 2020. № 1(15). С. 139—146.
14. Значимые факторы развития рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов в новых реалиях / Н. Ю. Зубарев, А. А. Урасова, Л. В. Глезман и др. // *Аграрный вестник Урала*. 2024. Т. 24. № 1. С. 139—150. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-139-150.

15. Шевченко А. В., Мигачев А. Н. Обзор состояния мирового рынка беспилотных летательных аппаратов и их применения в сельском хозяйстве // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. Т. 7. № 3. С. 183—195. DOI: 10.31776/RTCJ.7303.
16. Environmental safety problems of swarm use of UAVs in precision agriculture / A. Yablokova, D. Kovalev, I. Kovalev et al. // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 471. Art. 04018. DOI: 10.1051/e3sconf/202447104018.
17. Narzari R., Choudhury B., Singhal G., Choudhury K. A critical review of how UAVs can transform precision agriculture in the realm of Agroecology // Discover Soil. 2025. Vol. 2. Art. 28. DOI: 10.1007/s44378-025-00055-2.
18. Чиркова В. А. Сельскохозяйственные беспилотные летательные аппараты: экономическая эффективность // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 1. С. 125—128.
19. e Moraes H. M. F., Furtado M. R. Jr, da Vitória E. L., Martins R. N. A bibliometric and scientometric analysis on the use of UAVs in agriculture, livestock and forestry // Ciência Rural. 2023. Vol. 53. Iss. 8. Art. e20220130. DOI: 10.1590/0103-8478cr20220130.
20. Горбунова Е. Агродроны облетают российские поля. Как БПЛА помогают сельхозпредприятиям экономить // Агроинвестор. 2024. 4 окт. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/43094-agrodrony-obletayut-rossiyskie-polya-kak-bpla-pomogayut-selkhozpredpriyatiyam-ekonomit/> (дата обращения: 15.06.2025).

## REFERENCES

1. Fomichev M. A. History of the creation and development of unmanned aerial vehicles. *Perspektivy bespilotnykh tekhnologii v razlichnykh prostranstvennykh sredakh: konvergentnyi podkhod = Prospects for unmanned technologies in various spatial environments: a convergent approach. Collection of materials of the Fifth Symposium of Convergent Research with international participation*. Nizhny Novgorod, Strategic Development Center publ., 2023:40—43. (In Russ.)
2. Marian M.-C., Neblea M. A., Oproiu F. The impact of UAV technology in agricultural monitoring. *Current Trends in Natural Sciences*. 2024;13(26):84—92. DOI: 10.47068/ctns.2024.v13i26.010.
3. Jorge L. A. C., Brandão Z. N., Inamasu R. Y. Insights and recommendations of use of UAV platforms in precision agriculture in Brazil. *Proceedings of SPIE*. 2014;9239: 923911. DOI: 10.1117/12.2067450.
4. Yang R. Review of Applications of UAVs in Agriculture. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2022; 27:153—157. DOI: 10.54097/hset.v27i.3733.
5. Çaldağ M. T. Value-based Adoption of UAVs in Agriculture: A Systematic Literature Review. *ICONST EST 2024. International Conferences on Science and Technology. Engineering Science and Technology. Abstracts & proceedings book*. Isparta, Türkiye, Association of Kutbilge Academicians publ., 2024:1.
6. Lysenkova S. N., Isaev K. V. Drones in agriculture. *Vestnik obrazovatel'nogo konsortsiума Srednerusskii universitet. Informatsionnye tekhnologii*. 2022;2(20):12—14. (In Russ.)
7. Kataev M. Yu., Pasko O. A., Kartashov E. Yu. Analysis of the practical possibilities of using unmanned aerial vehicles in agriculture. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*. 2023;1:54—62. (In Russ.) DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-54-62.
8. Abdullin I. N., Sungatullin R. G. Drones in agriculture: how drones are changing the approach to agronomy. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;11-9:104—111. (In Russ.) DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.09.015
9. Mizaev M. M., Baidarova A. U., Sugaipov S.-A. A. Drones in agriculture: how drones are revolutionizing farming methods. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and entrepreneurship*. 2023;11:1365—1368. (In Russ.) DOI: 10.34925/EIP.2023.160.11.260.
10. Zubarev Yu. N., Fomin D. S., Chashchin A. N., Zabolotnova M. V. Use of uncleaned aircraft in agriculture. *Vestnik Permskogo federal'nogo issledovatel'skogo tsentra = Perm Federal Research Centre Journal*. 2019;2:47—51. (In Russ.) DOI: 10.7242/2658-705X/2019.2.5.
11. Habarina D. S., Tishaninov I. A. Analysis of the use of various types of unmanned aerial vehicles (UAVs) in agriculture. *Nauka bez granits*. 2021;4(56):78—83. (In Russ.)
12. Salaev B. K., Seregin A. A., Eviev V. A. et al. Analysis of using unmanned aerial vehicles in agriculture. *Vestnik agrarnoi nauki Dona = Don agrarian science bulletin*. 2022;15(4):29—44. (In Russ.) DOI: 10.55618/20756704\_2022\_15\_4\_29-44.
13. Shubin A. V. On the role of “predatory” drones in agriculture. *Molodezh'. Obrazovanie. Nauka*. 2020;1(15):139—146. (In Russ.)
14. Zubarev N. Yu., Urasova A. A., Glezman L. V. et al. Significant factors in the development of the agricultural unmanned aerial vehicles market in new realities. *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024;24(1):139—150. (In Russ.) DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-139-150.
15. Shevchenko A., Migachev A. Review of the state of the world market of drones and their application for agriculture. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika = Robotics and Technical Cybernetics*. 2019;7(3):183—195. (In Russ.) DOI: 10.31776/RTCJ.7303.
16. Yablokova A., Kovalev D., Kovalev I. et al. Environmental safety problems of swarm use of UAVs in precision agriculture. *E3S Web of Conferences*. 2024;471:04018. DOI: 10.1051/e3sconf/202447104018.
17. Narzari R., Choudhury B., Singhal G., Choudhury K. A critical review of how UAVs can transform precision agriculture in the realm of Agroecology. *Discover Soil*. 2025;2:28. DOI: 10.1007/s44378-025-00055-2.
18. Chirkova V. A. Agricultural unmanned aerial vehicles: economic efficiency. *Vestnik molodezhnoi nauki Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2025;1:125—128. (In Russ.)
19. e Moraes H. M. F., Furtado M. R. Jr, da Vitória E. L., Martins R. N. A bibliometric and scientometric analysis on the use of UAVs in agriculture, livestock and forestry. *Ciência Rural*. 2023;53(8):e20220130. DOI: 10.1590/0103-8478cr20220130.
20. Gorbunova E. Agrodrones fly around Russian fields. How UAVs help agricultural enterprises save. *Agroinvestor*. October 4, 2024. (In Russ.) URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/43094-agrodrony-obletayut-rossiyskie-polya-kak-bpla-pomogayut-selkhozpredpriyatiyam-ekonomit/> (accessed: 15.06.2025).

Статья поступила в редакцию 20.07.2025; одобрена после рецензирования 21.08.2025; принята к публикации 25.08.2025.  
The article was submitted 20.07.2025; approved after reviewing 21.08.2025; accepted for publication 25.08.2025.