

---

---

## ОБЗОРЫ И ДИСКУССИИ REVIEWS AND DISCUSSIONS

---

---

Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 12 (506). С. 179–187.  
Bulletin of Chelyabinsk State University. 2025;(12(506):179-187.

Обзорная статья

УДК 338.45

DOI: 10.47475/1994-2796-2025-506-12-179-187

### ПОТЕНЦИАЛ И ОГРАНИЧЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Наталья Александровна Диесперова<sup>1✉</sup>, Константин Владимирович Диесперов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Высшая школа управления (ВШУ) Российского университета дружбы, Москва, Россия, Diesperova\_na@pfur.ru, 0000-0002-0103-235X

<sup>2</sup>ООО «ОЛЕОНИКА», Москва, Россия, info@oleonika.ru

**Аннотация.** Необходимость повышения продовольственной безопасности при одновременном росте населения Земли и деградации пахотных земель из-за чрезмерного использования агрохимикатов ставит задачу более эффективного и безопасного использования сельскохозяйственных ресурсов. Одним из решений является широкое использование беспилотных летательных аппаратов совместно с другими инновационными технологиями — гиперспектральными камерами для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур, алгоритмов машинного обучения для выявления отклонений в состоянии урожая, точного внесения удобрений, пестицидов. Цель исследования — оценить потенциал применения БПЛА в сельском хозяйстве, анализируя опыт ряда стран (США, Китай, Индия), выделить существующие ограничения их применения, обозначить направления по внедрению БПЛА в сельскохозяйственную практику РФ. Предлагаемые рекомендации заключаются в изменении законодательной базы применения БПЛА в сельском хозяйстве для агрохимической обработки с учетом вновь разработанных на основе натуральных испытаний регламентов. Разработка мер государственной поддержки, софинансирования, льготного кредитования на покупку БПЛА сельскохозяйственными предприятиями, как и высокая степень локализации производства БПЛА на территории РФ также должны существенно ослабить существующие ограничения для массового внедрения БПЛА в сельское хозяйство РФ.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные БПЛА, точное земледелие, устойчивое сельское хозяйство, дистанционное зондирование земли (ДЗЗ), агрохимикаты, пестициды, мониторинг сельскохозяйственных культур

**Для цитирования:** Диесперова Н. А., Диесперов К. В. Потенциал и ограничения внедрения беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственное производство // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 12 (506). С. 179–187. DOI: 10.47475/1994-2796-2025-506-12-179-187

Original article

### THE POTENTIAL AND RESTRICTIONS OF INTEGRATING UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAVS) IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Natalia A. Diesperova<sup>1✉</sup>, Konstantin V. Diesperov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>High School of Management of Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia, Diesperova\_na@pfur.ru, 0000-0002-0103-235X

<sup>2</sup>LLC «OLEONIKA», Moscow, Russia, info@oleonika.ru

**Abstract.** The rapid growth of the global population combined with soil degradation of arable land worsened by overuse of agrochemicals, creates an urgent need to manage agricultural resources more efficiently and harmless. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) combined with complementary technologies such as hyper-spectral imaging and

machine learning-based analytics offer promising solutions for precision farming—from real-time crop monitoring to targeted pesticide and fertilizer application. This research aims to evaluate the practical potential of UAV technology in agriculture by examining case studies from the USA, China, India, highlighting key challenges hindering its broad-scale implementation, and proposing strategies tailored specifically for Russian agricultural conditions. We propose amendments to current regulations governing UAV use in agriculture, which includes formulating new standards based on field tests. Government incentives, such as grants, low-interest loans, and support for local UAV manufacturing in Russia could significantly reduce existing barriers, enabling large-scale integration of drones into Russian agricultural practices.

**Keywords:** agricultural UAVs, precision agriculture, Earth remote sensing (ERS), agrochemicals, pesticides, crop monitoring

**For citation:** Diesperova NA, Diesperov KV. The Potential and Restrictions of Integrating Unmanned Aerial Vehicles (Uavs) in Agricultural Production. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2025;(12(506):179-187. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2025-506-12-179-187

## Введение

Быстрый рост населения планеты — по прогнозам к 2050 году его численность может достигнуть 10 млрд. человек — на фоне негативных изменений климата, а также сокращения в определенных регионах пахотных земель делает задачу обеспечения продовольственной безопасности как никогда актуальной и требует применения инновационных технологий, к которым сегодня относятся беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

БПЛА — это дистанционно управляемый аппарат, оснащенный специализированными тепловыми и мульти- или гиперспектральными датчиками и системой глобального позиционирования. В сельском хозяйстве используются самолетные, вертолетные и мультикоптерные дроны, все они имеют свои особенности, что определяет специфику их применения и решаемые задачи. Дроны самолетного характера характеризуются высокой скоростью полета (25–45 миль в час) и большой продолжительностью пребывания в воздухе, что позволяет им обеспечивать высокую производительность — 200–300 га в час, в зависимости от характеристик аккумулятора. Дроны вертолетного типа могут осуществлять вертикальный взлет и посадку, а также зависание и боковой полет. Они обладают большой грузоподъемностью, могут нести датчики LIDAR (Light Detection and Ranging), использующие лазерные импульсы для измерения расстояний и создания точных 3D моделей окружающего пространства. Мультикоптеры, оснащенные 4–8 лопастями — обеспечивают повышенный контроль за движениями и высокую маневренность для применения в ограниченных пространствах и сложных условиях, они также экономичны, но имеют меньшую грузоподъемность и большую уязвимость к неблагоприятным погодным условиям [9].

Применение БПЛА в сельском хозяйстве имеет своей целью сохранение урожая, повышение

эффективности производимых затрат, снижение вредного воздействия на окружающую среду и рисков, связанных с опасностью для здоровья людей, замену ручного труда в труднодоступных местностях, где использование наземной техники затруднено. Кроме того, БПЛА является одним из решений нехватки рабочей силы.

Сельское хозяйство имеет для экономики РФ стратегическое значение, выполняя не только задачу обеспечения населения продовольствием, но и поддержания социальной и экономической стабильности, особенно в условиях беспрецедентных санкций со стороны США, ЕС и других стран мира. Необходимость быстрого и эффективного внедрения в российскую практику сельскохозяйственных дронов, сопряженное с цифровизацией и внедрением ИИ в АПК в целом определили цель данного исследования — оценить потенциал применения БПЛА в сельском хозяйстве, в том числе исследуя опыт других стран (США, Китай, Индия), выделить существующие технические, финансовые, законодательные и другие ограничения, обозначить направления их преодоления в ближайшей и среднесрочной перспективе в РФ.

## Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическую основу исследования составили научные статьи отечественных и зарубежных авторов, аналитические обзоры мирового и российского рынка дронов, в том числе, сельскохозяйственного назначения, аналитические отчеты FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations).

При проведении исследования были использованы общенаучные методы познания, а именно: наблюдение и диалектическая логика, анализ и синтез, познание объективной действительности, приемы обобщения и сравнительного анализа.

Направления и возможности применения сельскохозяйственных дронов получили широкое ос-

вещение в научных публикациях российских [2, 6] и зарубежных авторов [3, 5, 7, 8]. Обращает на себя внимание, что в рамках точного земледелия наибольшее распространение получило применение сельскохозяйственных дронов для распыления пестицидов, что как показывает ряд авторов [1, 4, 9] обусловлено их техническими конструкционными особенностями, высокой востребованностью подобной обработки сельскохозяйственных площадей для сохранения урожая. Для оценки зрелости нормативно-правового регулирования применения сельскохозяйственных дронов были рассмотрены законы и законодательные акты ряда стран, в том числе и РФ. Исследование существующей, преимущественно зарубежной практики [3, 5, 8], позволили определить другие — технические и финансовые — ограничения широкого внедрения БПЛА в сельскохозяйственную практику [7, 9, 10]. На этой основе нами были сформулированы ближайшие и среднесрочные действия по преодолению выявленных ограничений применительно к российской специфике.

### Результаты исследования и обсуждение

#### *Рынок сельскохозяйственных дронов и направления их использования*

Мировой рынок коммерческих БПЛА или дронов показывает быстрый рост, по прогнозам к 2030 году он достигнет отметки в 57,8 млрд. долл. США, тогда как в 2024 году он составлял 38,2 млрд. долл. США<sup>1</sup>. Растет использование БПЛА в сельском хозяйстве, рынок сельскохозяйственных дронов, согласно прогнозам, вырастет с 3,6 млрд. долл. США в 2024 году до 5,7 млрд. долл. США к 2030 году<sup>2</sup>.

Сельскохозяйственные дроны, оснащенные различными датчиками, тепловизионными камерами, устройствами формирования изображений способны сбору данных дистанционного зондирования (ДЗЗ), позволяют решать широкий спектр задач в сельском хозяйстве в рамках точного земледелия. Например, съёмка мультиспектральной камерой, осуществляемая одновременно в ближнем инфракрасном (NIR — Near-Infrared) и видимом красном (Red Visible) диапазонах, последующий анализ полученных фотоснимков и вычисление мультиспектральных индексов, в частности индек-

са NDVI<sup>3</sup>, с использованием моделей отражения от полога растений, позволяют отобразить данные о состоянии растительного покрова в виде цветовой карты, где каждый цвет отражает состояние сельскохозяйственных культур и отклонения, связанные с заражением насекомыми, дефицитом питательных веществ, водным стрессом и т.д. и своевременно принять соответствующие меры [5].

Помимо мониторинга дроны активно используются для опрыскивания растений в целях точной доставки необходимых веществ, прежде всего пестицидов, на запланированные участки. По данным FAO с 2001 года по 2023 год площадь пахотных земель в мире увеличилась на 80 млн га или 5%, но произошло это за счет расширения площадей в Африке, Южной Америке, Юго-Восточной Азии, прирост в которых составил 120 млн га. В Северной Америке и Европе было зафиксировано сокращение пахотных земель почти на 40 млн. га. С учетом роста населения Земли это привело к сокращению площади пахотных земель на душу населения на 20 %, примерно с 0,24 га до 0,19 га. При этом продуктивность земель увеличилась почти на 63 %, с 546 долл. США/га до 891 долл. США/га<sup>4</sup>, что в значительной мере обусловлено эффективным использованием средств борьбы с вредителями. По данным ООН в настоящее время 40 % мирового производства продуктов питания получено в результате применения средств защиты растений (СЗР)<sup>5</sup>. В период с 1990 по 2022 гг. интенсивность использования пестицидов в мире на площадь пахотных земель увеличилась на 94 %, на человека — на 35 %. Поэтому возможность распыления пестицидов с дронов вызывает большой интерес, в частности, в Китае 95 % сельскохозяйственных дронов используется именно для опрыскивания посевов и только 5 % приходится на получение изображений и анализ<sup>6</sup>. Имея всего 7 % мировых сельскохозяйственных площадей,

<sup>3</sup> NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный индекс растительности - показатель, применяемый для оценки здоровья и плотности растительного покрова.

<sup>4</sup> Land statistics 2001–2023 Global, regional and country trends // FAO. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL> (дата обращения: 06.07.2025).

<sup>5</sup> Pesticides use and trade – 1990–2022. FAOSTAT Analytical Briefs, No. 89. Rome // FAO. URL: <https://openknowledge.fao.org/items/262b96c8-eef0-4810-9c23-d8639a5dbf1b> (дата обращения: 07.07.2025).

<sup>6</sup> China's Agriculture Drone Revolution. Disruption in the Agriculture Ecosystem // IPSOSconsulting. URL: [www.ipsosconsulting.com](http://www.ipsosconsulting.com) (дата обращения: 12.01.2025).

<sup>1</sup> Understanding the Drone Market Growth in 2025 and Beyond // Drone. URL: <https://droneii.com/drone-market-growth-in-2025-and-beyond> (дата обращения: 05.07.2025).

<sup>2</sup> The Market for Agricultural Drones // Drone. URL: <https://droneii.com/the-market-for-agricultural-drones> (дата обращения: 05.07.2025).

Китай обеспечивает 30 % мировой потребности в продовольствии в значительной мере благодаря эффективной борьбе с сорняками и сельскохозяйственными вредителями [1]. БПЛА собирают пространственные данные высокого разрешения, последующий анализ которых позволяет определить куда и в каких количествах в зависимости от пространственной изменчивости урожая и пораженности вредителями необходимо доставлять удобрения и пестициды. Это обеспечивает достаточную, но не чрезмерную обработку, нацеленную на четко идентифицированных вредителей, без ущерба для здоровых культур, а также способствует повышению результативности сельского хозяйства, обеспечивая эффективную борьбу с вредителями и более высокую рентабельность подобного мероприятия по сравнению с привычными методами опрыскивания.

Дроны позволяют оценивать состояние почвы, наличие питательных веществ в почве или ее эрозию, могут использоваться для посадки сельхозкультур в труднодоступных местах. В животноводстве дроны применяются для отслеживания крупных сельскохозяйственных животных, оценки состояния их здоровья, предупреждения нападения хищников [9]. Использование дронов для мониторинга позволяет своевременно выявлять проблемы, быстро реагировать на них и оценивать результаты данного реагирования.

#### *Ограничения применения сельскохозяйственных дронов*

Применение дронов для решения сельскохозяйственных задач имеет ряд ограничений, прежде всего технических. В частности, сельскохозяйственный дрон летит низко, поэтому ему необходимо избегать препятствия, что в свою очередь определяет его достаточно низкую скорость, поскольку его «зрение» — от 3 до 30 метров [10]. Одним из решений является использование ИИ, в частности, создание моделей предиктивного управления для обеспечения беспрепятственного полета в местностях с препятствиями.

Другая проблема — это ограничение времени работы аккумулятора, обусловленное в свою очередь ограничениями по емкости и весу аккумулятора [1]. Время работы еще более уменьшается при наличии сильного встречного ветра, осадков — все это снижает зону охвата беспилотника для выполнения заданных работ, требует внесения атмосферных, радиометрических, геометрических поправок, привязанных к месту и времени. Анализ данных и навигация могут также быть улучшены за счет применения ИИ.

При использовании гиперспектральных датчиков<sup>1</sup> — генерируются терабайты данных, которые необходимо соответствующим образом хранить, обрабатывать и анализировать, что является сложной и дорогостоящей задачей. Стоимость приобретения и дальнейшего обслуживания беспилотников, как и проведение глубокой аналитики данных — высокая, кроме того, требуются затраты на обучение операторов дронов. Это создает запретительно высокие инвестиционные барьеры для некрупных фермеров.

Более полной реализации потенциала использования беспилотных систем в сельском хозяйстве помимо названного препятствует отсутствие четкой нормативно-правовой базы для использования беспилотников в сельском хозяйстве, определяющих требуемые разрешения на эксплуатацию с учетом типа, размера, скорости, высоты используемых дронов, а также режимов их работы в зависимости от выполняемой задачи. Страновые правила также преимущественно носят общий характер, в том числе в Китае или Индии, где использование сельскохозяйственных беспилотников быстро растет.

#### *Законодательная база применения дронов в сельском хозяйстве*

Базовые стандарты по использованию БПЛА, в том числе сельскохозяйственных дронов сформулировала Международная организация гражданской авиации (ИКАО)<sup>2</sup>, на них ориентируются и страновые правила.

В США использование сельскохозяйственных дронов регулируется законами, принятыми Федеральным авиационным агентством (Federal Aviation Administration, FAA). В частности, Федеральный закон № 112–95 Modernization and reform Act<sup>3</sup>, определяет общие процедуры и правила использования дронов, а также правила сертификации операторов дронов. Постановление FAA

<sup>1</sup> Гиперспектральные датчики – это устройства, предназначенные для регистрации электромагнитного излучения объектов в широком диапазоне длин волн, включая видимый спектр, ближний инфракрасный, средний инфракрасный и иногда даже ультрафиолетовую область спектра.

<sup>2</sup> UAS Regulation // ICAO. URL: <https://www.icao.int/safety/UA/UASToolkit/Pages/Narrative-Regulation.aspx> (дата обращения: 12.01.2025)

<sup>3</sup> Federal Aviation Administration. FAA Modernization and Reform Act of 2012 (Public Law 112-95). Section 315. URL: <https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/FAA-190215-008-Flight-Standards-Evaluation-Program-P.L.-112-095-COMPLETED-report.pdf> (дата обращения: 09.07.2025).

Часть 107<sup>1</sup> регулирует коммерческое использование дронов, в частности, вес — до 25 кг, скорость — до 160 км/ч, высоту — до 120 м, полеты дронов в прямой видимости оператора, посадку и взлет в светлое время суток или при использовании осветительных приборов. Постановление FAA Часть 137<sup>2</sup> регулирует наряду с Постановлением Министерства сельского хозяйства США (USDA)<sup>3</sup> использование сельскохозяйственных дронов, применяемых для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, в частности: распыление на высоте от 3 до 10 метров для минимизирования риска загрязнения окружающей среды; объем резервуара для раствора от 1 до 20 литров в зависимости от модели дрона; удаленность от жилой застройки или административных зданий не менее 500 метров, запрет на полеты около аэропортов, крупных трасс.

В Китае правила использования беспилотных летательных аппаратов определяются Администрацией гражданской авиации Китая (CAAC)<sup>4</sup>, использование сельскохозяйственных дронов для распыления пестицидов определяется рядом конкретных санитарных норм и правил, изданных Министерством сельского хозяйства и сельских дел, Национальной комиссией по стандартизации. В их числе: наличие специального разрешения на полеты от региональных властей и службы гражданской авиации; наличие у оператора соответствующих удостоверений, подтверждающих его квалификацию; соблюдение при полетах дистанции в 500 м от зон обработки до мест проживания людей и 200 м — до водоемов и естественных источников воды; запрет на полеты при неблагоприятных погодных условиях — высокой влажности и/или скорости ветра более 5 м/с; осуществление обработки предпочтительно в утреннее и вечернее время во избежание прямого солнечного

света и повышения риска испарения химикатов; соблюдение ряда ограничений — высота полета не более 30 метров над поверхностью, площадь обрабатываемой поверхности за один цикл — не более 1 гектара, скорость движения — до 15 м/с, уровень шума от работающих агрегатов — не более 70 децибел на удалении 10 метров от центра вращения пропеллеров; эксплуатация беспилотников не более 5 лет<sup>5</sup>; применение только одобренных Государственным комитетом здравоохранения совместно с Министерством сельского хозяйства и сельской местности препаратов (пестицидов, удобрений)<sup>6</sup>.

Также сформулированы общие рекомендации к ключевым компонентам сельскохозяйственных дронов, таким как навигационные системы и механизмы распыления. Навигационные модули должны базироваться на спутниковых системах глобального позиционирования (GPS, BeiDou, Galileo), обеспечивающих точность позиционирования не менее  $\pm 5$  метров горизонтальной погрешности и  $\pm 10$  метров вертикальной погрешности. Система распыления пестицидов или удобрений должна соответствовать ряду требований: для распыления должны использоваться форсунки, обеспечивающие диаметр капель в диапазоне от 100 мкм до 3 мм в зависимости от распыляемой смеси, давление впрыска должно быть в диапазоне от 0,5 до 3 бар для обеспечения равномерного покрытия площади; размер резервуара в зависимости от модели дрона должна составлять от 10 до 30 литров, длительность автономной работы аккумулятора 1 час для обеспечения длительного использования дрона. Сельскохозяйственный дрон не должен превышать 15 кг вместе с грузом, размеры не должны превышать по длине 1,5 метра, размах крыльев или диаметр ротора должен быть не более 1,2 метра.

В Индии правила использования коммерческих дронов, в том числе сельскохозяйственных, были разработаны DGCA, Индийским агентством гражданской авиации и предполагают: получение лицензии на использование дрона в воздушном про-

<sup>1</sup> Federal Aviation Administration. Part 107 Airspace Authorization. URL: [https://www.faa.gov/uas/commercial\\_operators/part\\_107\\_airspace\\_authorizations](https://www.faa.gov/uas/commercial_operators/part_107_airspace_authorizations) (дата обращения: 09.07.2025).

<sup>2</sup> Federal Aviation Administration. Part 137 Dispensing Chemicals and Agricultural Products with UAS. URL: [https://www.faa.gov/uas/advanced\\_operations/dispensing\\_chemicals](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/dispensing_chemicals) (дата обращения: 09.07.2025).

<sup>3</sup> U.S. Department of Agriculture. URL: <https://www.usda.gov/> (дата обращения: 07.07.2025).

<sup>4</sup> Civil Aviation Administration of China. Regulations on Real-name Registration of Civil Unmanned Aircraft Systems. No. AP-45-AA-2017-03. 2017. URL: <https://www.caac.gov.cn/English/Regulations/Normative/202305/P020230515405679697079.pdf> (дата обращения: 09.07.2025).

<sup>5</sup> National Standards of People's Republic of China. GB/T 43071-2023 Plant Protection Drone. The Standardization Administration of the People's Republic of China. 2023. URL: [https://gbstandards.org/China\\_standard\\_english.asp?code=GB/T%2043071-2023](https://gbstandards.org/China_standard_english.asp?code=GB/T%2043071-2023) (дата обращения: 09.07.2025).

<sup>6</sup> National Standard of the People's Republic of China. GB/T 8321. Guideline for Safety Application of Pesticides. Ministry of Agriculture of PRC. 1987–2018. URL: <https://www.chinesestandard.net/Default.aspx?StdID=GB/T%208321> (дата обращения: 09.07.2025).

странстве Индии; получение сертификата для управления БПЛА в авторизованных школах при Агентстве гражданской авиации; получение разрешения на полеты во всех зонах, кроме запретной (окрестности аэропортов, железных дорог, электростанций), , страхование гражданской ответственности<sup>1</sup>. Правила использования сельхоздронов для распыления пестицидов, дополнительно включают ограничения по массе груза — не более 25 кг, максимальную высоту полета не более 200 метров, рекомендуемую рабочую высоту распыления — от 2 до 10 метров над поверхностью, расстояние от обрабатываемых площадей до населенных пунктов, других мест скопления людей — не менее 500 метров, преимущественное применение дронов для распыления пестицидов в периоды меньшей солнечной активности, установление ветрового порога на уровне 5 м/с, использование сертифицированных препаратов<sup>2</sup>.

Данные стандарты призваны минимизировать негативные последствия для окружающей среды и населения и обеспечить эффективное применение сельскохозяйственных дронов для повышения продуктивности и сокращению затрат на сельскохозяйственное производство. Но нельзя не отметить, что правила и рекомендации, закрепленные законодательно, в том числе в КНР носят весьма общий характер, в частности, в них не отражена специфика применения БПЛА для распыления различных видов пестицидов, режимы и особенности применения при различных погодных условиях.

#### *Применение БПЛА в сельском хозяйстве РФ*

В РФ массовое использование БПЛА в сельском хозяйстве началось в последние 10 лет. В 1960–1980 гг. для обработки сельхозугодий в Советском союзе преимущественно использовались лёгкие самолёты Ан-2 с объёмом бака для химической смеси 1460 литров, вертолёт Ми-2 с объёмом бака 1200 литров и Ка-26 с объёмом бака 1000 литров [2]. Тогда же были определены и закреплены законодательно основные правила применения агрохимикатов, распыляемых с помощью летательных аппаратов. В 2007 году начал применяться легкомоторный самолёт «Фермер-2» МВЕН-2 с объёмом бака 500 литров и последующие модели МВ-500 и

Т-500, в 2025 году планируется ввести в эксплуатацию лёгкий вертолёт для сельскохозяйственных нужд модели Ка-226Т с баком до 1000 литров<sup>3</sup>.

Правила эксплуатации самолетов и порядок проведения сельскохозяйственных работ закреплены Приказом Минтранса России № 128 от 31.07.2009 года<sup>4</sup>. В разделе VII «Правила выполнения видов авиационных работ» сформулированы ограничения для использования авиационных средств в сельском хозяйстве с применением агрохимикатов — по удаленности от холмов и склонов не менее 5 км при видимости не менее 3 км для самолетов и 2 км для вертолетов, по высоте — не менее 50 метров. Поскольку при распылении агрохимикатов с такой высоты существует опасность их разнесения ветром, Роспотребнадзором были сформулированы дополнительные правила, изложенные в СанПиН 1.2.2584-10, ограничивающие удаленность распыления пестицидов от объектов рыбоводства, животноводства и сельхозкультур, идущих в пищу без предварительной обработки расстоянием до 2 км, от мест медоносных пчел — до 5 км<sup>5</sup>. Токсичность пестицидов определяет необходимость соблюдения четких регламентов способа и норм их применения с указанием токсичности и средств индивидуальной защиты, закрепляемых в процессе регистрационных испытаний, порядок проведения которых определен приказом Минсельхоза РФ № 23 от 21.01.2022 г.<sup>6</sup> На 1 июля 2025 года 388 пестицидов российских и зарубежных производителей было разрешено для авиационных обработок.

<sup>3</sup> Ростех создаст вертолёт для сельского хозяйства на базе Ка-226Т // Ростех. URL: <https://rostec.ru/media/news/rostekh-sozdast-vertolet-dlya-selskogo-khozyaystva-na-baze-ka-226t/> (дата обращения: 07.07.2025).

<sup>4</sup> Приказ Минтранса России от 31 июля 2009 г. № 128 «Об утверждении федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации». URL: <https://favt.gov.ru/public/materials/6/2/f/7/2/62f72d288596b1626a9faf47b000f01c.pdf?ysclid=llyzuw112c139763629> (дата обращения: 10.07.25).

<sup>5</sup> Санитарные правила и нормативы СанПиН 1.2.2584-10 «Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов». URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/101/4293820341.pdf?ysclid=llyzu7smwk176920738> (дата обращения: 10.07.2025).

<sup>6</sup> Приказ Минсельхоза России от 21 января 2022 г. № 23 «Об установлении требований к форме и порядку утверждения рекомендаций о транспортировке, применении, хранении пестицидов и агрохимикатов...». URL: <https://69.fsvps.gov.ru/files/prikaz-23-ot-21-01-2022> (дата обращения: 10.07.25).

<sup>1</sup> Directorate General of Civil Aviation. The Drone Rules. 2021. URL: <https://www.dgca.gov.in> (дата обращения: 09.07.2025).

<sup>2</sup> Bhatt A., Josh Ci. Booklet on Aviation and Airport Laws in India. URL: <https://bhattandjoshiassociates.s3.amazonaws.com/booklets+%26+publications/Aviation+Laws+in+India+-+Regulations%2C+Safety+%26+Compliance.pdf> (дата обращения: 09.07.2025).

Очевидно, что санитарные правила, регламентирующие применение агрохимикатов с помощью БПЛА, в частности, вертолетного типа должны отличаться от существующих, поскольку распыление происходит на более низких высотах, с другими скоростями, при другой дисперсности аэрозольных частиц, что вместе вызывает другую миграцию агрохимикатов — например, распыление на высоте 1 м приводит к тому, что снос капель ветром по отношению к обрабатываемым площадям не превышает 100 м [1], что снижает уровень загрязнения воздуха и территорий. Это позволяет говорить о возможности и необходимости смягчения требований СанПиН 1.2.2584-10, а также внесения изменений в «Правила выполнения авиационных работ». Одновременно с этим специфика внесения пестицидов с БПЛА требует разработки специальных регламентов с указанием рабочих концентраций, режимов распыления аэрозольных пестицидов (скорость, высота, дисперсность аэрозольных частиц), обеспечивающих создание эффективных концентраций на обрабатываемых площадях, с одной стороны, и не допускающих их миграцию и поражение не предназначенных для этого биообъектов с учетом различных погодных условий — влажности, скорости ветра, температуры воздуха, а также движения приземных воздушных потоков. Разработка подобных регламентов требует проведения натурных испытаний.

Применение БВС регламентируется Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства РФ»<sup>1</sup>, которое не содержит четко определенных правил и требований по применению БВС в сельском хозяйстве. В рамках решения данной задачи премьер-министром Михаилом Мишустиним было подписано постановление о начале эксперимента по внедрению беспилотных авиационных систем в ряде регионов России, первоначально это были Томская область, Камчатский край, а также Чукотский, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. Для них был установлен экспериментальный правовой режим (ЭВР)<sup>2</sup>, в соответ-

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства РФ». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_98957](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98957) (дата обращения: 10.07.2025).

<sup>2</sup> Постановление Правительства Российской Федерации. От 16 сентября 2023 г. № 1510 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых иннова-

ции с которым предполагалось использование беспилотников в том числе и для авиахимических работ, направленных на борьбу с вредителями. С 28 сентября 2023 к ним присоединились территории еще 12 областей. 1 марта 2024 г. вступило в силу постановление Правительства Российской Федерации от 2.106.2023 № 1016<sup>3</sup>, которым упрощаются процедуры организации полетов для гражданских беспилотных воздушных судов.

### Заключение

Использование БПЛА имеет ряд очевидных преимуществ для решения различных задач в рамках точного земледелия, особенно это относится к распылению пестицидов. Инновационные технологии — мультиспектральные датчики, обеспечивающие снимки высокого разрешения, алгоритмы машинного обучения, позволяющие точно распознавать зараженность вредителями и другие отклонения в состоянии урожая, глубокая аналитика полученных данных позволяют оптимизировать сельскохозяйственные процессы, минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Использование БПЛА в сельском хозяйстве имеет ряд общих для разных стран ограничений, прежде всего технических — ограниченные емкость резервуара, автономная грузовая нагрузка, срок работы аккумулятора значительно сокращает время рабочего цикла БПЛА. Но стоит отметить, что работа в этом направлении активно ведется, прежде всего основным производителем дронов в мире — KNP, поэтому можно ожидать определенных усовершенствований в этой области в скором будущем.

Другим серьезным ограничением является отсутствие надлежащей законодательной базы в отношении применения сельскохозяйственных дронов, в том числе и для распыления пестицидов как наиболее востребованной задачи. В РФ законодательство так же не совершенно, что серьезно тормозит массовое внедрение БПЛА в сельскохозяйственную практику. Решением является проведение натурных испытаний в РФ различных пестицидов с известными физико-химическими свойствами с последующей разработкой регламентов их авиационного применения с использованием

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1016 «О внесении изменений в Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации». URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/80861.html> (дата обращения: 10.07.2025).

БПЛА, которые должны стать основой для внесения изменений в существующие нормативные документы, в частности СанПин 2.1 3684–21.

Не менее значимое ограничение применения БПЛА в сельском хозяйстве — это высокая стоимость приобретения и дальнейшего обслуживания беспилотников, поскольку преимущества использования БПЛА, например, при опрыскивании пестицидами сельскохозяйственных площадей, определяется качеством предварительно получаемых и обрабатываемых снимков, что требует высокотехнологичного оборудования, устанавливаемого на дроне и последующего дорогостоящего анализа полученных снимков. Кроме того, требуются затраты на обучение операторов дронов. Для некрупных фермерских хозяйств такие расходы могут стать запретительно — высокими, но и для крупных сельскохозяйственных предприятий — на начальном этапе они могут быть проблемными. Софинансирование со стороны государства, субсидирование сельскохозяйственных дронов, предоставление на эти цели кредитов под низкие проценты, очевидно будет способствовать наряду с законодательными изменениями массовому внедрению сельскохозяйственных дронов в российскую практику.

Для РФ еще одной очевидной проблемой, не характерной для КНР, Индия или США, является отсутствие, по существу, собственного производства дронов. Но современные реалии СВО, в рамках которой использование дронов выросло многократ-

но, как и курс на импортозамещение, принятый Правительством РФ, способствуют первоначальной локализации производства дронов с перспективой налаживания их собственного производства. Необходимость развития гражданского направления производства дронов продиктована рядом обстоятельств. Отрасль должна иметь гражданские ниши для обеспечения загрузки предприятий ВПК в мирное время, а также необходимо создать эффективные механизмы трудоустройства ветеранов СВО, имеющих практические навыки использования БПЛА. Кроме того, решение сельскохозяйственных задач, таких как разработка эффективных алгоритмов искусственного интеллекта по распознаванию и классификации патогенов, организация деятельности БПЛА в составе роя с целью повышения эффективности сельскохозяйственной обработки, применение искусственного интеллекта для формирования полетного задания создают научно-технический задел для решения соответствующих военных задач и могут быть использованы в дальнейшем.

Таким образом предложенные решения призваны способствовать сокращению существующих ограничений для внедрения и массового использования БПЛА в сельском хозяйстве в РФ для решения задач обеспечения продовольственной безопасности, повышения производительности сельского хозяйства, снижения неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

### Список источников

1. Использование беспилотных авиационных систем в растениеводстве: метод. рек. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. 100 с.
2. Эрдниева Л. П., Кузянов Д.А., Гусев Ю. С., Микеров А.Н. Проблемные вопросы применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91, № 5. С. 513–521.
3. Barbedo J. G. A. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses // Drones. 2019. Vol. 3. Art 40.
4. Hafeez A., Husain M. A., Singh S., Chauhan A., Khan M. T., Kumar N. Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying: a review // Information Processing in Agriculture. 2022. Vol. 10, № 2. P. 192-203.
5. Lawrence I. D., Agnishwar J., Vijayakumar R. Drone technology in agriculture for surveillance and inspection // European Chemical Bulletin. 2023. Vol. 12, № 12. P. 1253–1263.
6. Nazarov D., Nazarov A., Kulikova E. Drones in agriculture: analysis of different countries // International Scientific and Practical Conference “VAVILOV READINGS-2023” (VVRD 2023). Section Modern Agrobiotechnologies for Ensuring Sustainable Development of Agriculture. BIO Web of Conferences. 2023. № 67 (02029).
7. Nhamo L., Magidi J., Nyamugama A., Clulow A.D., Sibanda M., Chimonyo V. G. P., Mabhaudhi T. Prospects of improving agricultural and water productivity through unmanned aerial vehicles // Agriculture. 2020. Vol. 10, №7 Art. 256.

8. Pradhan S. K., Nayek D., Muduli S., Patel M. Revolutionizing Indian Agriculture with Drones: A comprehensive review of applications, challenges and prospects // *Journal of Geography Environment and Earth Science International*. 2025. Vol. 29, No. 3. P. 74–81.
9. Rishikesavan S., Kannan P., Pazhanivelan S., Kumaraperumal R., Sritharan N. Prospects and challenges of drone technology in sustainable agriculture // *Plant Science Today*. 2024. Vol. 11, № sp4. P. 1–14.
10. Wang L., Lan Y., Zhang Y., Zhang H., Tahir M., Ou S., Liu X., Chen P. Applications and prospects of agricultural unmanned aerial vehicle obstacle avoidance technology in China // *Sensors*. 2019. Vol. 19, № 642.

## References

1. Ispolzovanie bespilotnykh aviatsionnykh sistem v rasteniyevodstve: metod. rek = Use of unmanned aircraft systems in crop production: methodical recommendations. Moscow: Rosinformagrotekh; 2024. 100 p. (In Russ.).
2. Erdniyev LP, Kuzyanov DA, Gusev YuS, Mikerov AN. Problematic Issues of Using Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture. *Traktory i sel'hozmashiny = Tractors and Farm Machinery*. 2024;91(5):513-521. (In Russ).
3. Barbedo JGA. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. *Drones*. 2019;3(2):40.
4. Hafeez A, Husain MA, Singh S, Chauhan A, Khan MT, Kumar N. Implementation of drone technology for farm monitoring & pesticide spraying: a review. *Information Processing in Agriculture*. 2022;10 (2):192-203.
5. Lawrence ID, Agnishwar J, Vijayakumar R. Drone technology in agriculture for surveillance and inspection. *European Chemical Bulletin*. 2023;12(12):1253-1263.
6. Nazarov D, Nazarov A, Kulikova E. Drones in Agriculture: Analysis of Different Countries. International Scientific and Practical Conference “VAVILOV READINGS-2023” (VVRD 2023). Section Modern Agrobiotechnologies for Ensuring Sustainable Development of Agriculture. *BIO Web of Conferences*. 2023; 67(02029).
7. Nhamo L, Magidi J, Nyamugama A, Clulow AD, Sibanda M, Chimonyo VG. Prospects of improving agricultural and water productivity through unmanned aerial vehicles. *Agriculture*. 2020;10(7):256.
8. Pradhan SK, Nayek D, Muduli S, Patel M. Revolutionizing Indian Agriculture with Drones: A comprehensive review of applications, challenges and prospects. *Journal of Geography Environment and Earth Science International*. 2025;29(3):74-81. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2025/v29i3874>.
9. Rishikesavan S, Kannan P, Pazhanivelan S, Kumaraperumal R, Sritharan N. Prospects and challenges of drone technology in sustainable agriculture. *Plant Science Today*. 2024;11(sp4).
10. Wang L, Lan Y, Zhang Y, Zhang H, Tahir M, Ou S, Liu X, Chen P. Applications and prospects of agricultural unmanned aerial vehicle obstacle avoidance technology in China. *Sensors*. 2019;19(642).

## Информация об авторах

**Н. А. Диесперова** — кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной экономики.

**К. В. Диесперов** — генеральный директор ООО «ОЛЕОНИКА».

## Information about authors

**N. A. Diesperova** — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Applied Economics.

**K. V. Diesperov** — CEO, LLC «OLEONIKA».

---

Статья поступила в редакцию 14.07.2025; одобрена после рецензирования 15.09.2025; принята к публикации 15.12.2025.

The article was submitted 14.07.2025; approved after reviewing 15.09.2025; accepted for publication 15.12.2025.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests