

УДК 629.7.018.7.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Романенко И.Д., студент гр. КТм-241, II курс
Научный руководитель: Останин О.А., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Аннотация. Рассматриваются основные этапы эволюции беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), их классификация по конструктивным особенностям, массе, дальности и типу силовой установки. Анализируются гражданские и военные сферы применения дронов. Отдельное внимание уделяется нормативно-правовым аспектам использования БПЛА в воздушном пространстве Российской Федерации, а также перспективным направлениям развития: роевым интеллектуальным системам, гибридным схемам и водородным топливными элементами.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, БПЛА, дрон, классификация, аэродинамическая схема, роевое взаимодействие, воздушное законодательство.

1. Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) за последние два десятилетия превратились из дорогостоящих военных разработок в массовый технологический продукт, доступный широкому кругу пользователей. Согласно отчету Drone Industry Insights (2023), мировой рынок дронов к 2030 году достигнет \$58 млрд, причем среднегодовой темп роста составит 9,4 %. Актуальность темы обусловлена стремительным проникновением БПЛА в такие отрасли, как сельское хозяйство, геодезия, мониторинг инфраструктуры, логистика, кинематография и оборонный комплекс.

Цель данной работы — систематизировать знания о современном состоянии рынка БПЛА, выделить ключевые классификационные признаки и определить векторы дальнейшего технологического развития.

2. Историческая справка

Идея создания летательного аппарата без пилота на борту возникла одновременно с первыми полетами человека. В 1898 году Никола Тесла продемонстрировал управляемую по радио лодку, однако первым серийным БПЛА принято считать британскую радиоуправляемую мишень «Fairey Queen» (1935 г.). Во время Второй мировой войны немецкий «Фау-1» по сути являлся крылатой ракетой — предшественником современных ударных дронов.

Настоящий прорыв произошел в 1990-х годах с развитием микропроцессорной техники, GPS и систем микромеханических гироскопов. Израильские и американские аппараты (RQ-1 Predator, RQ-2 Pioneer) доказали эффективность БПЛА для разведки и точечных ударов. С 2010 года началось активное внедрение гражданских квадрокоптеров (в частности, продукции компании DJI), что изменило представление о доступности авиационных технологий.

3. Классификация беспилотных летательных аппаратов

Единой общепринятой классификации БПЛА не существует, так как разные ведомства (Минобороны, Росавиация, ИКАО) используют собственные критерии. Тем не менее, можно выделить наиболее значимые признаки.

3.1. По массе и размеру

- **Микро- и нано-БПЛА** (до 0,25 кг). Применяются для разведки внутри помещений, в качестве игрушек. Пример: DJI Avata.
- **Малые БПЛА** (0,25–30 кг). Наиболее массовый сегмент гражданских дронов. Способны нести полезную нагрузку до 5 кг.
- **Средние БПЛА** (30–300 кг). Используются в мониторинге трубопроводов, лесов, для доставки грузов.
- **Тяжелые БПЛА** (более 300 кг). В основном военные: «Орион», «Пост», MQ-9 Reaper.

3.2. По типу силовой установки

- **Электрические** (аккумуляторные). Характерны для малых дронов. Время полета — 20–40 минут.
- **Гибридные** (ДВС + генератор + аккумулятор). Обеспечивают до 2–4 часов полета.
- **Турбореактивные и поршневые**. Используются в больших БПЛА самолетного типа.

3.3. По аэродинамической схеме

- **Мультироторные** (квадрокоптеры, гексакоптеры, октокоптеры). Просты в управлении, способны к висению, но энергонезэффективны.
- **Самолетного типа** (фиксированное крыло). Высокая скорость и дальность, но требуют взлетно-посадочной полосы или катапульты.
- **Конвертопланы (VTOL)**. Сочетают вертикальный взлет/посадку мультиротора и крейсерский полет самолета.
- **Гибридные схемы** (тандем, «летающее крыло», бесхвостка).

3.4. По дальности и высоте полета

- Ближнего радиуса (до 10 км) — для инспекций зданий.
- Среднего радиуса (10–100 км) — сельхозработы, картография.
- Дальнего радиуса (>100 км) — военные и специальные гражданские миссии.

4. Основные сферы применения

Гражданский сектор сегодня занимает около 70 % парка БПЛА в мире (данные FAA, 2024). Основные применения:

- **Сельское хозяйство** — точное земледелие: картирование NDVI, точечное опрыскивание пестицидами. По данным Минсельхоза РФ, применение дронов повышает урожайность на 15–20 %.

- **Нефтегазовая отрасль** — мониторинг факельных установок, трасс трубопроводов, обнаружение утечек метана с помощью LIDAR и тепловизоров.

- **Строительство и геодезия** — создание 3D-моделей карьеров и стройплощадок, контроль объемов земляных работ.

- **Доставка грузов** — первые коммерческие маршруты (в РФ — проект «Лаборатории Касперского» в Калининградской области, в мире — Amazon Prime Air, Zipline).

- **МЧС и экстренные службы** — поиск пропавших людей, сброс спасательных жилетов, разведка пожаров.

В военной области дроны подразделяются на разведывательные, ударные, разведывательно-ударные, ложные цели и барражирующие боеприпасы (камикадзе). Примером последних служат российские «Ланцет» и «Куб».

5. Нормативно-правовое регулирование в России

С 2019 года в РФ действуют поправки в Воздушный кодекс и приказы Минтранса, регламентирующие полеты БПЛА массой более 0,15 кг. Ключевые требования:

1. **Обязательная регистрация** в Росавиации (через портал «Госуслуги») аппаратов от 0,15 до 30 кг.

2. **Разрешение на использование воздушного пространства** для полетов выше 150 м или в зонах ограничений.

3. **Страхование гражданской ответственности** (для коммерческих полетов).

4. **Запрет на полеты** вблизи аэродромов, особо охраняемых природных территорий и в период проведения массовых мероприятий без специального согласования.

С 2023 года ужесточена ответственность за несанкционированные полеты дронов в приграничных регионах (ст. 11.5.1 КоАП РФ и ст. 215.4 УК РФ). Внедряется система «Небосвод» для идентификации нарушителей.

6. Перспективы развития технологий

1. **Автономность и ИИ** — переход от простого программирования маршрутов к визуальному позиционированию без GPS, распознаванию объектов в реальном времени и принятию решений (например, облет препятствий).

2. **Роевые системы** — десятки и сотни дронов, действующих как единый организм. Такие разработки ведут DARPA (проект OFFensive Swarm-Enabled Tactics) и российский НЦУОИ (эксперименты с роем из 100 коптеров).

3. **Энергоэффективность** — водородные топливные элементы (время полета до 4 часов на малых дронах), солнечные панели на крыле для высотных псевдоспутников (Zephyr S).

4. **Интеграция в единое воздушное пространство** — создание UTM-систем (Unmanned Traffic Management) для автоматического разрешения конфликтов с пилотируемой авиацией.

5. **Борьба с БПЛА** — развитие средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ), лазерных комплексов, сеточных перехватчиков.

7. Проблемы и ограничения

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение БПЛА сдерживается рядом факторов:

- **Ограниченное время полета** для электрических мультикоптеров (20–30 минут).

- **Уязвимость к погодным условиям** (сильный ветер, осадки, обледенение).

- **Этические и правовые вопросы приватности** — видеосъемка частных владений.

- **Риски кибербезопасности** — подмена GPS-сигнала, перехват управления через уязвимости протоколов связи.

8. Заключение

Беспилотные летательные аппараты стали неотъемлемой частью современной техносферы. Проведенный анализ показал, что эволюция БПЛА идет по пути миниатюризации, увеличения автономности, перехода к роевому интеллекту и расширения спектра полезных нагрузок. При этом правовое поле пока отстает от технологического развития, что создает риски и требует дальнейшего совершенствования законодательства.

Для России развитие индустрии БПЛА является стратегическим приоритетом (федеральный проект «Беспилотные летательные системы» на 2023–2030 гг.). Подготовка инженерных кадров, создание отечественной компонентной базы (в частности, автопилотов «Геоскан», «Аэрорусь») и внедрение цифровых платформ управления воздушным движением позволят реализовать потенциал дронов в полной мере.

Список литературы

1. Авиационные правила. Часть 21. Сертификация беспилотных авиационных систем. — М.: Авиаиздат, 2021. — 340 с. — ISBN 978-5-9023-56-14-9.

2. Баранов, А.Ю. Беспилотные летательные аппараты: устройство, применение, перспективы / А.Ю. Баранов, И.В. Смирнов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-9775-6789-0.

3. Дорофеев, В.В. Интеллектуальные системы управления групповым взаимодействием БПЛА / В.В. Дорофеев // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. — 2023. — № 4. — С. 54–61.

4. Егоров, С.Н. Классификация беспилотных воздушных судов: анализ отечественных и международных подходов / С.Н. Егоров // Научный вестник МГТУ ГА. — 2022. — Т. 25, № 2. — С. 18–28.

5. Иванов, Д.А. Применение БПЛА в точном земледелии: экономическая эффективность / Д.А. Иванов, К.Л. Петрова // Агроинженерия. – 2024. – № 1 (107). – С. 42–49.
6. Козлов, В.П. Основы проектирования беспилотных летательных аппаратов. Учебное пособие. – М.: МАИ, 2021. – 204 с. – ISBN 978-5-4316-0782-4.
7. Лаврентьев, О.Г. Правовые аспекты использования беспилотников в Российской Федерации / О.Г. Лаврентьев // Транспортное право. – 2023. – № 3. – С. 12–17.
8. Мещеряков, Р.В. Технологии роевого интеллекта для БПЛА: обзор состояния и перспективы / Р.В. Мещеряков, А.А. Трифонов // Информационно-управляющие системы. – 2023. – № 5 (114). – С. 23–35.
9. О беспилотных летательных аппаратах: Федеральный закон от 30.12.2021 № 462-ФЗ (с изм. от 01.07.2023) // Собрание законодательства РФ. – 2022. – № 1. – Ст. 24.
10. Павлов, С.Ю. Гиперспектральное зондирование с БПЛА для мониторинга нефтегазовой инфраструктуры / С.Ю. Павлов // Экспозиция Нефть Газ. – 2024. – № 2 (85). – С. 58–63.
11. Савин, А.И. Борьба с малыми беспилотными летательными аппаратами: современные методы и средства / А.И. Савин, Е.В. Новиков. – М.: Радиотехника, 2022. – 192 с. – ISBN 978-5-93108-215-6.
12. Тимофеев, А.Н. Водородные топливные элементы для БПЛА большой продолжительности полета / А.Н. Тимофеев // Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 11–12. – С. 30–38.
13. Шевченко, В.Л. Аэродинамический расчет конвертопланов класса VTOL / В.Л. Шевченко, М.А. Козырев // Вестник МАИ. – 2022. – Т. 29, № 4. – С. 74–85.
14. Drone Industry Insights. Global Drone Market Report 2023–2030. – Hamburg: Drone Industry Insights GmbH, 2023. – 154 p. – URL: <https://droneii.com/product/drone-market-report> (дата обращения: 10.03.2026).
15. FAA. Unmanned Aircraft Systems (UAS) Traffic Management (UTM) Concept of Operations. – Washington: Federal Aviation Administration, 2024. – 88 p.