



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
ГОРОДА МОСКВЫ

**АПР**

АГЕНТСТВО  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ



# ДРОНЫ

и беспилотные  
летательные аппараты

Москва | 2020 год



## СОДЕРЖАНИЕ

Основные термины и определения.....	4-5
Введение.....	8-9
История.....	10-11
Определение и классификация БПЛА.....	10-13
Обзор технологий и состава БПЛА.....	14-16
Состав (структура) технологии и классификация.....	14-15
Преимущества и недостатки технологии.....	17
Технологические тренды.....	18-19
Области применения технологии БПЛА.....	20-23
Применение технологии БПЛА.....	24-26
Кооперационные и технологические цепочки.....	27-30
Основные поставщики и производители	
Мировые производители (ТОП-10).....	32-40
Российские производители	
и разработчики систем БПЛА.....	41-43
Московские производители	
и разработчики систем БПЛА.....	44-50
Заключение.....	51-52
Список использованных источников.....	53



## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчёте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**4G** **англ. fourth generation** — четвёртое поколение мобильной связи.

**4K HD** — обозначение разрешающей способности, примерно соответствующее 4000 пикселей по горизонтали.

**АЗН-В** **англ. ADS-B** — Автоматическое зависимое наблюдение-вещание — технология, позволяющая наблюдать движение воздушных судов с большей точностью, чем это было доступно ранее, и получать аэронавигационную информацию о погоде. Эта информация значительно расширяет осведомленность экипажа об обстановке и повышает безопасность полётов. Доступ к АЗН-В информации бесплатен и свободен для всех.

**АЗН-В 2020** **англ. ADS-B 2020** — Концепция внедрения технологии АЗН-В после 2020 года на всех летательных аппаратах, включая БПЛА, объединяю-

щая всех участников воздушного движения в единую информационную сеть информирования о воздушном трафике и погоде.

**BIG DATA** — большие данные (обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объёмов и значительного многообразия).

**FPV** **англ. first person view** — вид от первого лица.

**GPS** **англ. global positioning system** — спутниковая навигационная система.

**GSC** **англ. ground system control** — система дистанционного управления с земли.

**Hardware** — электронные и механические части вычислительного устройства, входящие в состав системы или сети, исключая программное обеспечение и данные (информацию, которую вычислительная система хранит и обрабатывает). Аппаратное обеспечение включает: компьютеры и логические устройства, внешние устройства и диагностическую аппаратуру, энергетическое оборудование, батареи и аккумуляторы.

**IMU** **англ. inertial measurement unit** — инерциальный измерительный модуль.

**LTE** **англ. long-term evolution** — стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных телефонов и других терминалов, работающих с данными.

**Micro-USB** **англ. universal serial bus** — универсальная последовательная шина — последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике.

**NDVI** **англ. normalized difference vegetation index** — нормализованный относительный индекс растительности — простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы.

**Remote ID** — удаленный идентификационный номер.

**SLAM** **англ. simultaneous localization and mapping** — одновременная локализация и построение карты.

**UTM** **англ. unmanned aircraft system traffic management** — управление полётами беспилотников.



**АО** — акционерное общество.

**АРМ** — автоматизированное рабочее место.

**ВС** — воздушное судно.

**ДВС** — двигатель внутреннего сгорания

**ДЗЗ** — дистанционное зондирование земли.

**Дроны** — Синонимы: **БПЛА** — беспилотный летательный аппарат; **БЛА** — беспилотный летательный аппарат;

**БАС** — беспилотная авиационная система;

**БВС** — беспилотное воздушное судно; **UAV** (англ. unmanned arial vehicle) — беспилотный летательный аппарат.

**ИК** — инфракрасное излучение.

**ИКАО (ICAO) англ. International Civil Aviation**

**Organization** — специализированное учреждение ООН, устанавливающее международные нормы гражданской авиации и координирующее её развитие с целью повышения безопасности и эффективности.

**КБ** — конструкторское бюро.

**НИИ** — научно-исследовательский институт.

**НИОКР** — научно-исследовательская опытно-конструкторская работа.

**НПО** — научно-производственное объединение.

**НПП** — научно-производственное предприятие.

**ОКБ** — опытно-конструкторское бюро.

**ООО** — общество с ограниченной ответственностью.

**ОрВД** — организация воздушного движения.

**ОСРВ** — операционная система реального времени.

**ПАО** — публичное акционерное общество.

**ПВС** — пилотируемое воздушное средство.

**ПК** — персональный компьютер.

**ТЭК** — топливно-энергетический комплекс.

**УФ** — ультрафиолетовое излучение.

**ФГУП** — федеральное государственное унитарное предприятие.

**ЧС** — чрезвычайная ситуация.



## ВВЕДЕНИЕ

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) — вид авиационной техники. Применяются в гражданском секторе коммерческими предприятиями и физическими лицами, входят в состав авиационных комплексов Российской армии и силовых ведомств.

Изготовление БПЛА относится к самым высокотехнологичным производствам авиационной отрасли, составляет основу технологической самостоятельности национального авиастроения.

Ввиду высокой добавленной стоимости развитие производств беспилотных летательных аппаратов является приоритетным направлением для высокотех-

нологичных и развитых стран Европы, Азии, Северной Америки и т.д.

В российской научной среде большое внимание уделяется проблематике БПЛА: истории создания, конструктивным особенностям, областям применения и перспективам развития.

Вопросы создания и массового производства беспилотной авиационной техники для гражданского и военного применения, а также тенденции развития беспилотных летательных аппаратов мира актуальны и влияют на российский рынок БПЛА, а также национальную безопасность.

При исследовании использованы материалы, опубликованные в открытых печатных и электронных изданиях.

В исследование включены беспилотные летательные аппараты, находящиеся на снабжении Вооруженных сил РФ и других силовых ведомств, в эксплуатации у гражданских компаний, новые модели, проходящие летные испытания или еще только готовящиеся к ним в ближайшее время, а также передовые конструкторские решения, созданные НИИ и вузами России. [26]



# ИСТОРИЯ

Беспилотные летательные аппараты появились для решения военных задач — тактической разведки, доставки к месту назначения боевого оружия — бомб, торпед и др., управления боевыми действиями и пр.



1849 г.

Доставка австрийскими войсками бомб к осажденной Венеции с помощью воздушных шаров.



1898 г.

Никола Тесла разработал и продемонстрировал миниатюрное радиоуправляемое судно.



1910 г.

Американский военный инженер Чарльз Кеттеринг предложил, построил и испытал беспилотные летательные аппараты.



1933 г.

В Великобритании разработан первый БПЛА многократного использования, а созданная на его основе радиоуправляемая мишень использовалась в королевском флоте Великобритании до 1943 года.



1940-е г.

Создание крылатой ракеты «Фау-1» — как первый применявшийся в боевых действиях беспилотный летательный аппарат.



1930-1940 гг.

В СССР авиаконструктором Никитиным разработан торпедоносец-планер типа «летающее крыло», а к началу 40-х годов подготовлен проект беспилотной летающей торпеды с дальностью полета свыше 100 километров (однако в производство разработки запущены не были).

Хронологию создания беспилотных летательных аппаратов можно условно разделить на четыре временных этапа:

**1**

1849 год — начало XX века — попытки и экспериментальные опыты по созданию БПЛА, формирование теоретических основ аэродинамики, теории полета и расчета самолета в работах ученых.

**2**

Начало XX века — 1945 год — разработка и создание БПЛА военного назначения — самолетов-снарядов с малой дальностью и продолжительностью полета.

1945–1960 годы — период расширения классификации БПЛА по назначению и создание преимущественно для разведывательных операций.

**3**

1970–1980 годы — Ту-141 «Рейс» и Ту-143 первые разведывательные БПЛА советской армии. За 16 лет производства, начиная с 1974 года, было выпущено свыше 950 БПЛА «Рейс».

1980 годы — наши дни — расширение классификации и усовершенствование БПЛА, начало массового использования для решения задач невоенного характера. [17]

**4**

2009–2010 годы — после неудачи российских миротворцев в 2008 году на границе Грузии и Южной Осетии были закуплены израильские разведывательные БПЛА. К 2011 году уже российские БПЛА поступают в состав авиационных комплексов Российской армии и силовых ведомств.





# ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БПЛА

Дроны или БПЛА — это беспилотные летательные аппараты, представляющие собой автономные роботизированные системы, основной задачей которых является выполнение полёта, потенциально опасных для человека, по заранее заданной программе с возможностью автоматической или ручной корректировки полетного задания, а также оперативного принятия решений, в зависимости от меняющихся условий полета и окружающего пространства.

БПЛА могут обладать разной степенью автономности, а также могут различаться по конструкции, назначению и другим параметрам.

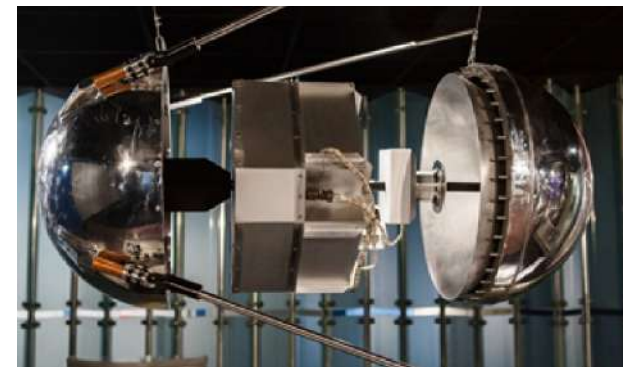
## КЛАССИФИКАЦИЯ ДРОНОВ

В настоящее время отсутствуют какие-либо стандарты отрасли по классификации дронов. Производители не ограничены никакими стандартами, в результате сегодня отсутствуют требования к оснащению беспилотных летательных аппаратов со стороны авиационных регуляторов. Возможно это связано с тем, что БПЛА уже имеют множество конфигураций, аэродинамических схем и их компонентов, а также с тем, что внедрение жестких стандартов и классификаций может ограничить развитие технологий БПЛА.[4]

## РАЗЛИЧАЮТ БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ:



Беспилотные неуправляемые — шары-зонды, свободные аэростаты



Беспилотные автоматические



Беспилотные дистанционно-пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА)



**ПО СПОСОБУ ЗАПУСКА:**



С помощью шасси (собственного или сбрасываемого) – Аэродромный старт



С помощью пускового устройства – катапульты, с платформы – без аэродромный старт

**ПО СПОСОБУ ВОЗВРАЩЕНИЯ:**



Свободным спуском на парашюте в заданном районе



Падением на уловители;  
Посадкой на нужный аэродром на шасси и др. [20]

УСЛОВНО ДРОНЫ РАЗДЕЛЯЮТ НА 4 ГРУППЫ:

#### МИКРО



Вес меньше  
**10 кг**



Время нахождения  
в воздухе до  
**60 мин**



Высота полета  
**1 км**



#### МИНИ



Вес до  
**50 кг**



Время нахождения  
в воздухе до  
**5 ч**



Высота полета  
**3-5 км**



#### СРЕДНИЕ



Вес до  
**1 т**



Время нахождения  
в воздухе до  
**15 ч**



Высота полета  
**10 км**



#### ТЯЖЕЛЫЕ БЕСПИЛОТНИКИ



Вес превышает  
**1 т**



Время нахождения  
в воздухе более  
**24 ч**



Высота полета  
**20 км**



ТИПЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ:



Аэростатические — аэростат, дирижабль



Фиксированное крыло — планеры (без мотора) и беспилотные летательные аппараты самолетного типа (с мотором)



Реактивные — космические реактивные аппараты [20]



Аэродинамические — гибкое крыло — воздушные змеи и аналоги безмоторных аппаратов сверхлегкой авиации (парaglаны, дельтапланы и др.)



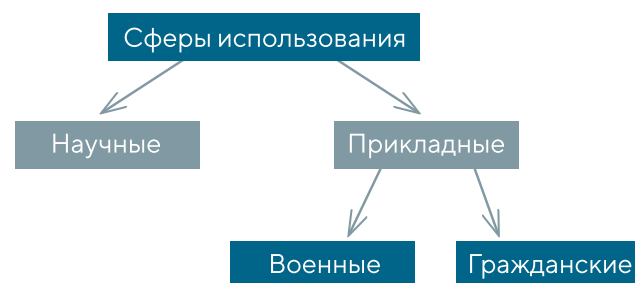
Вращающееся крыло — беспилотные летательные аппараты вертолетного типа.



Реактивные — космические реактивные аппараты [20]

Логичным является классификация, в котором беспилотные летательные аппараты ранжируются по сферам использования или назначению. В научной сфере беспилотные летательные аппараты используются для получения новых знаний, причем не имеет значения то, из какой области эти знания и где потом будут применены. Это могут быть испытания новой техники (в т. ч. новых принципов полета) или наблюдения за природными явлениями.

Сферы применения БПЛА укрупненно представлены на схеме ниже:



- радиотрансляционные;
- БПЛА РЭБ — для целей радиоэлектронной борьбы;
- транспортные;
- БПЛА-мишени;
- БПЛА-имитаторы цели;
- многоцелевые БПЛА.

Гражданская область применения беспилотных летательных аппаратов обширна. Отрасли и потребители услуг, предоставляемых с помощью БПЛА:

- сельское хозяйство — обработка растений от сорняков и насекомых, обработка животных от гнуса, отслеживание миграции стада;
- строительство — топографическая съемка, геодезические исследования, землеустройство, контроль за высотным строительством;
- нефтегазовый сектор и сектор безопасности — контроль целостности нефтегазопроводов, поиск утечек и обрыва электросетей и т.д.;
- научные организации — изучение атмосферных и геомагнитных явлений, испытания новых аэродинамических схем и их систем управления и т.д.;
- рекламные кампании — различные световые шоу с применением технологии роя, съемка рекламных роликов, передача информации в местах массового скопления путем применения технологии надписи на небе (draw in sky);
- средства массовой информации — аэрофотосъемка репортажей;
- личное использование — развлечения, аэрофотосъемка, соревнования и т.д.. [21]



# ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ БПЛА

## БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ БПЛА

Технологии беспилотных летательных аппаратов находятся на стыке прикладных наук и высокотехнологичных отраслей: от аэродинамической схемы летательных аппаратов, специальных материалов для изготовления силовой конструкции фюзеляжа до нанотехнологий изготовления процессоров, сенсоров и т.д. В настоящее время этап технологического и промышленного уровня развития, материаловедения, а также уровня развития цифровых технологий позволили создавать полностью автономные высокоточные летательные аппараты с высокими лётно-техническими и массово-габаритными характеристиками.

Типичный беспилотный летательный аппарат изготовлен из лёгких композитных материалов с целью повышения манёвренности, прочности, уменьшения веса, поглощения вибраций и уменьшения шума при полете. Постоянство характеристик композитного материала при различных параметрах окружающей среды позволяет дронам совершать полёты на большой высоте и с высокими перегрузками в любую погоду.

Основной и самый высокотехнологичный элемент системы БПЛА — это электронная система управления. Электронная система управления любого БПЛА состоит из вычислительной мощности и сенсоров, включающих в себя:

1. Процессор и/или микроконтроллер с модулями опе-

ративной и энергонезависимой памяти, необходимые для функционирования систем БПЛА

2. Модуль определения пространственного положения, состоящий из многоосевых MEMS-сенсоров, таких как гироскопы, акселерометры, магнетометры и т.д.,

3. Модуль аналоговых или цифровых барометрических датчиков, для определения высоты и воздушной скорости,

4. Модуль управления двигателями и энергоснабжением,

5. Модуль управления сервоприводами, для управления полетом и режимами двигателей

6. Модуль приема спутниковой навигации GPS, для точного геопозиционирования

7. Модуль радиосвязи, для ручного управления и передачи данных телеметрии.

Базовая система управления БПЛА также может дополняться другими системами, такими как радиолокационные системы, лидары, ультразвуковые датчики расстояний, системы стабилизации фото и видеоборудования и т. д. Данные системы относятся к системам полезной нагрузки и не являются обязательными и достаточными для полета БПЛА.

## ТЕХНОЛОГИИ

Технология гиостабилизации — компонент дрона, обеспечивающая плавный полет без рывков. Инерциальный измерительный блок — IMU необходим для отслеживания текущего пространственного положения БПЛА и предоставления навигационной информации

центральному контроллеру полета. Блок IMU обычно состоит из гироскопов и акселерометров. Гироскоп предназначен для определения углов поворота (угловых скоростей) БПЛА. Акселерометр предназначен для измерения ускорения устройства и корректировки гироскопов. Некоторые инерциальные измерительные блоки включают в себя магнитометр (компас) для дополнительной стабилизации БПЛА и определения направления полета (курса).

Технология геопозиционирования (GPS) совмещенная с внутренним компасом позволяют беспилотному летательному аппарату и системе дистанционного управления определять местоположение дрона в полёте. Исходная точка взлета, определенная системой геопозиционирования, задается как место, в которое дрон приземлится в случае отсутствия сигнала между ним и системой дистанционного управления (Failsafe point). Для того чтобы повысить безопасность полетов и предотвратить случайные полеты в запрещенных зонах, последние модели дронов включают функцию «No Fly Zone» — «Бесполетная зона».

Технология силовых установок — это технология беспилотных летательных аппаратов, которая поднимает дрон в воздух и даёт возможность летать в любых направлениях, а также зависать в воздухе. Например, на квадрокоптере двигатели и пропеллеры работают в паре: 2 двигателя и 2 пропеллера, вращающиеся по часовой стрелке — пропеллеры CW и 2 двигателя,

вращающиеся против часовой стрелки — пропеллеры CCW. Они получают команды с контроллера полёта и электронных регуляторов скорости — ESC о направлении движения дрона.

Технология управления БПЛА реализуется при помощи пульта дистанционного управления или посредством приложения для смартфона. Приложение для мобильных устройств предоставляет полный контроль над дроном. Система управления полётом обменивается данными с приемником сигналов, установленным на ПК, через разъем USB. Это позволяет настраивать беспилотный летательный аппарат и обновлять прошивку БПЛА. В большинстве дронов встроен контроллер наземной станции или приложение, которое отслеживает текущую телеметрию полёта и «видит» на мобильном устройстве то, что «видит» дрон.

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Дроны оснащены встроенным программным обеспечением, которое отправляет команды исполняющим устройствам БПЛА или удалённому контроллеру.

Во многом качество и надежность системы управления БПЛА зависит от программного обеспечения.

В последние годы для управления роботизированными системами, в том числе и БПЛА, широкое распространение получили операционные системы реального времени (ОСРВ). Такие операционные системы позволяют реагировать БПЛА на возникающие события и изменения в окружающей обстановке с высокой

скоростью. Применение ОСРВ позволяет полностью автоматизировать функционирование БПЛА, оператор в данном случае лишь задает полетное задание и выполняет задачи, не связанные с контролем за полетом, например, производит аэрофотосъемку, топографическую съемку и т.д.

Большинство беспилотных летательных аппаратов используют операционные системы реального времени на базе UNIX систем. В 2014 году компанией Linux Foundation запущен проект Dronecode project. Dronecode Project — это проект с открытым исходным кодом, который объединяет существующие и будущие проекты беспилотных летательных аппаратов с открытым исходным кодом в рамках некоммерческой структуры, управляемой The Linux Foundation. Результатом

является открытая общая платформа для БПЛА.

Современные БПЛА напоминают летающие компьютеры с операционной системой реального времени, контроллерами полета, что открывает возможность для перехвата управления беспилотником. В настоящее время созданы дроны, которые летают в поисках других дронов и взламывают их системы управления, отключают владельца и перехватывают дрон. Данная проблема сформировала целую отрасль по разработке безопасных систем управления БПЛА. [8]

### УСТРОЙСТВО ДРОНОВ

Устройство стандартного дрона вертолетного типа (квадрокоптер) и основные узлы БПЛА представлены на рисунке 1.

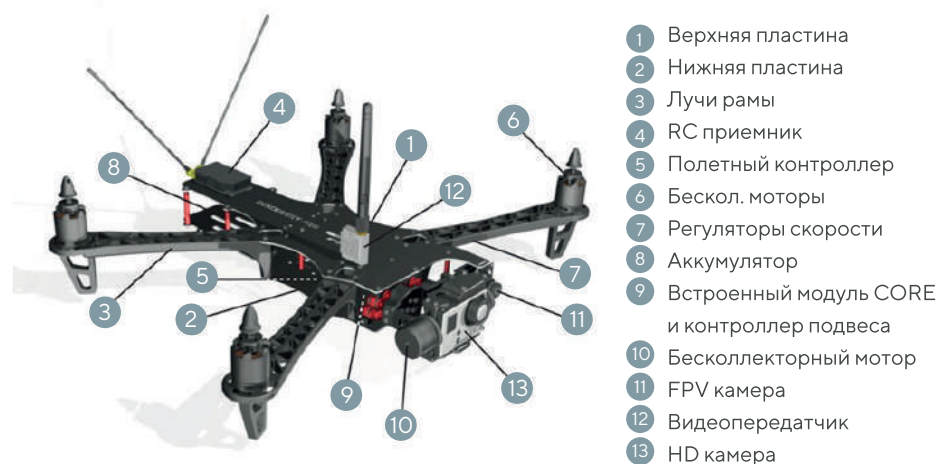


Рисунок 1 — Устройство дрона вертолетного типа



Как видно из приведенной схемы отличие различных типов дронов заключается в аэродинамической схеме (вертолетный, самолетный типы, БПЛА вертикального взлета и посадки и т.п.). Электронно-механические системы управления как правило различаются не значительно и только в части полезной нагрузки (дополнительного оборудования).

#### ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА БПЛА

Лидарные, мультиспектральные и фотограмметрические датчики используются для создания трёхмерных моделей зданий и ландшафтов. Датчики ночного видения используются для работы при слабом освещении, тепловизионные датчики используются для сканирования зданий и ландшафтов, оказания помощи в сельском хозяйстве, пожаротушении, поисковых и спасательных операциях.

Беспилотниками управляют с помощью систем дистанционного управления с земли. Беспилотный летательный аппарат состоит: из самого дрона и системы управления.

Дроны оснащают системами предотвращения стол-

кновений. В системе искусственного зрения применяются датчики обнаружения препятствий для сканирования окружающей среды, вместе с тем, программные алгоритмы и технология SLAM переносят изображения в трёхмерные карты, позволяя контроллеру полёта обнаруживать препятствия и избегать столкновения с ними. Эти системы объединяют один или несколько датчиков для обнаружения и обхода препятствий:

- датчик изображения;
- ультразвуковой датчик;
- инфракрасный датчик;
- лидар;
- инерциальные навигационные модули;
- монокулярное зрение.

Технология карданного подвеса используется для получения качественных аэрофотоснимков, видео или 3D-изображений. Подвес сохраняет камеру от вибраций, позволяет наклонять камеру во время полёта и стабилизировать камеру относительно горизонта. Подвесы, в основном, 3-х осевые стабилизированные карданы. FPV — «вид от первого лица» На беспилотном летательном аппарате установлена видеокамера, которая транс-

лирует видео в реальном времени пилоту на земле. Пилот летает на дроне и видит картину так, будто находится на борту самолёта. FPV дает возможность летать намного выше и дальше, чем если смотреть на дрон с земли. Режим FPV даёт возможность летать аккуратно при обходе препятствий. FPV позволяет запускать дрон в помещении, пролетать через леса и вокруг зданий, где было бы невозможно летать, наблюдать за ним с земли. Рост и развитие индустрии беспилотных летательных аппаратов был бы невозможен без технологии прямой передачи видео FPV. Эта технология использует радиосигнал для передачи и приёма видео в реальном времени. Дрон оснащен встроенным многодиапазонным беспроводным передатчиком FPV с антенной. В зависимости от дрона, приемником видеосигналов может быть пульт дистанционного управления, компьютер, планшет или смартфон.

В 2016 году появилась возможность трансляции видео в режиме реального времени и с низкой задержкой с помощью 4G. Эта технология БПЛА называется Sky Drone FPV 2. Состоит из: модуля камеры, модуля данных и модема 4G.



# ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИИ

## ПРЕИМУЩЕСТВА

Преимущества беспилотных летательных аппаратов над пилотируемыми летательными аппаратами:

- затраты на производство и обслуживание меньше в 10–100 раз, чем у пилотируемых летательных аппаратов;
- меньшее количество регламентных операций, увеличен межрегламентный период эксплуатации БПЛА по сравнению с пилотируемым воздушным судном;
- ниже затраты и меньше времени требуется на обучение и подготовку пилотов;
- небольшие размеры и малая заметность;
- отсутствуют потери личного состава;
- БПЛА выполняет маневры с перегрузкой, превышающей физические возможности человека;
- беспилотные летательные аппараты затрачивают гораздо меньший объем топлива благодаря своему весу, при этом, не исключается использование альтернативных видов топлива;
- меньшая взлетно-посадочная полоса, так, БПЛА класса «микро», приземляются на порог дома или подоконник;
- скорость разворачивания на плановых полетах подготовка модели к эксплуатации занимает в среднем 5–20 минут;
- количество операторов для обслуживания — один либо два;
- мобильность — применение подвижных и мобильных

станций управления;

- не уступающие по характеристикам современные видеосистемы и средства передачи информации в режиме реального времени, применяемые на вертолетах и самолетах (дальность применения до 150 км). БПЛА применяется при аэрофотосъемке движущихся объектов с не постоянной скоростью и энергичными маневрами в силу меньшего веса БПЛА и их высокой маневренности.

## НЕДОСТАТКИ

- перехват и подмена сигналов управления, сигналов GPS, сигналов телеметрии БПЛА; [20]
- необходимость постоянного обмена информацией с наземными пунктами управления в пилотируемом режиме;
- требуются надежные каналы радиосвязи для передачи и приема данных;
- малая величина полезной нагрузки в абсолютном значении для средних и малых БПЛА;
- несовершенство законодательства в области регулирования полетов БПЛА и трудоемкость получения необходимых разрешений для проведения полетной деятельности.



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ БПЛА

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ БПЛА

1. Разработка и внедрение БПЛА на альтернативных источниках электрического питания, в том числе водород — электрических ячейках.
2. Внедрение технологий «BIG DATA» и дальнейшее развитие внедренных алгоритмов искусственного интеллекта может помочь быстрее, точнее и проще обрабатывать полученные изображения путем обработки тысяч изображений деталей без участия человека.
3. Внедрение систем управления трафиком БПЛА (UTM) и удаленной идентификации (Remote ID).
4. Увеличение активности в области разработки программного обеспечения и операционных систем реального времени.
5. Внедрение технологии роя — самоорганизующихся групповых БПЛА («рой»), использующих легкие классы летательных аппаратов и применяемых для рекламы, зрелищных представлений, поисковых и спасательных операций в сложных погодных и природных условиях, при проведении авиационных работ на протяженных и разветвленных инфраструктурных объектах, а также объектах большой площади — сельскохозяйственные угодья, леса, водные акватории; [22]
6. Создание новой авиации с заменой традиционных пилотируемых ВС транспортными БПЛА массой до 30 кг для выполнения авиационных работ. Такие БПЛА, отвечающие требованиям по взлетно-посадочным характеристикам, маневренности, транспортной эффективности и весовой отдаче, на рынке в настоящее время отсутствуют [22]

7. Создание системы управления безопасностью [5].
8. Самыми массовыми аэродинамическими схемами БПЛА являются мультироторные системы, преимущественно квадрокоптеры и конвертопланы.
9. Внедрение в качестве полезной нагрузки камер оптического диапазона, мультиспектральных камер и тепловизоров, которые являются основными средствами получения информации при дистанционном зондировании земли.
10. Разработка и внедрение лазерных сканеров (лидаров) является развивающимся направлением в области применения полезных нагрузок. В ближайшей перспективе при удешевлении и снижении массы лазерного сканера подобные решения могут быть применены при определении объема деревьев, запаса и возраста насаждений, мониторинге линий электропередач и съемке промышленных объектов, что не всегда возможно при использовании камер оптического диапазона. [6]
11. Применение стандартных авиационных двигателей внутреннего сгорания и гибридных установок, на углеводородном топливе.
12. Разработка комбинированных или принципиально новых аэродинамических схем: конвертопланы; дроны с наклонным ротором (tilted rotor drones); дроны с изменяемой геометрией крыла и т. д.

## РЫНОЧНЫЕ ТРЕНДЫ БПЛА

1. Развиваются и создаются недорогие гражданские БПЛА, с малой массой и компактными размерами для спорта, отдыха и развлечений. [26]

2. Внедряются программы и открываются центры подготовки операторов малых БПЛА — весом до 30 кг.
3. Внедряется обязательная регистрация БПЛА и система удаленной идентификации. [4]
4. Развивается индустрия доставки товаров с применением БПЛА.
5. Увеличивается число продаж дронов с высококачественными камерами и системами их гиростабилизации.[4]
6. Растет объем применения БПЛА, связанных с экологическим мониторингом.

Новые рынки и технологии применения БПЛА, которые появились в 2016–2018 годах:

- Разрабатываются воздушные такси — под аэротакси подразумевается личный или коммерческий летательный аппарат с автоматическими взлетом и посадкой. Это основа безопасной эксплуатации, поскольку исключается вмешательство человека на аварийно-опасных участках полета. Таким образом, аэротакси можно рассматривать как БПЛА. В мире на начало 2019 г. насчитывалось 117 проектов аэротакси, в том числе, опционально пилотируемых, находящихся в разной степени готовности;
- Внедряются технологии противодействия беспилотникам;
- Внедряется технология роя для военных и специальных задач;
- Растет объем инвестиций в страхование дронов;
- Развивается индустрия развлечений с применением дронов, например, гонки дронов, световые представ-

ления и т.д.;

Новые области применения БПЛА в России:

- Срочная доставка различных товаров и покупок — еды, запасных частей, батарей, кабелей, комплектующих, документов и т.д. Использование БПЛА в качестве последней мили — при доставке дронами в пределах последней мили возможно снижение расходов на доставку до 40%. [22]
- Применение БПЛА силовыми ведомствами и гражданскими службами — полицией, пожарными, скорой помощью и т.д.
- Применение БПЛА в картографии и составлении геоданных высокой четкости.
- Применение БПЛА для нужд агробизнеса и точного сельского хозяйства.
- Мониторинг трубопроводов и линий электропередач.
- Использование БПЛА в средствах массовой информации.
- Освоение Арктики.

Российский рынок беспилотных летательных аппаратов преимущественно представлен военным сегментом, который финансируется за счет государственных инвестиций, частные инвестиции практически отсутствуют. [19]

## ТРЕНДЫ В ОБЛАСТИ НОВЫХ РАЗРАБОТОК И ТЕХНОЛОГИЙ

1. Искусственный интеллект — исследования, свя-

занные с беспилотными летательными аппаратами, проводят интеграцию в летательные аппараты искусственного интеллекта, программного обеспечения для машинного обучения. ПО для систем искусственного интеллекта использует алгоритм, способный учиться решению сложных задач на основе системы обучения, аналогичной схеме работы человеческого мозга.

2. Технология обнаружения и предупреждения столкновения с препятствиями — исследования, посвященные обеспечению технической безопасности дронов и технологий, позволяющих обнаруживать и избегать столкновения с препятствиями, а также их интеграция в существующие авиадиспетчерские системы. Предлагаемые в этой области решения должны также учитывать нормативно-правовую базу, регулирующую производство и эксплуатацию беспилотных летательных аппаратов в каждой конкретной стране.

3. Технология «роя» и коммуникация БПЛА — в число задач, решаемых производителями беспилотных летательных аппаратов в этих направлениях, входят:

- контроль и взаимодействие с другими беспилотными летательными аппаратами;
- развитие автономного управления дронами;
- разработка способности дронов мгновенно связываться с другими летательными аппаратами на удаленном расстоянии.

Применение высокоскоростных мобильных сетей, таких как 4G и 5G позволяют управлять летательным аппаратом, передавать данные телеметрии, фото и видео пото-

ки в режиме реального времени. Однако не решенным остается вопрос высокого энергопотребления и ограниченной дальности передачи данных по сетям LTE.

4. Обработка изображений — обработка и аналитика графических данных, полученных с помощью аэрофото и видеосъемки, представляет собой направление активного исследования, которое преследует цель решить две задачи: точность получаемого результата и сокращение времени обработки данных.

5. Емкость аккумулятора — вес аккумулятора — основное ограничение времени полета мультироторных БПЛА, представляющее собой главную проблему для производителей. Стандартный аккумулятор беспилотных летательных аппаратов — литий-полимерный аккумулятор (LiPo), рассчитанный на 40–50 минут полета. Ограничения литий-полимерных аккумуляторов:

- ограничение аккумуляторной емкости;
- возможности увеличения мощности;
- чувствительность к колебаниям температуры окружающей среды, что приводит к сокращению срока службы аккумулятора.

В поисках решения этих проблем исследователи занимаются разработкой новых видов аккумуляторных батарей. Кроме того, ведутся исследования по поиску новых видов источников энергоснабжения, таких как водород-электрические топливные элементы. [25]

<sup>1</sup> Термин использующийся в логистике и электронной коммерции для описания последнего этапа доставки товара до покупателя.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БПЛА

БПЛА в РФ в хозяйственных целях используют в основном в нефтяной отрасли, строительстве, горнодобывающей промышленности и энергетике. Большой потенциал, но минимальное использование в сельском хозяйстве, здравоохранении, управлении инфраструктурой и территориями.

Развитие рынка БПЛА в РФ сдерживает авиационное регулирование и отсутствие инфраструктуры (систем управления трафиком, ADS-B 2020, удаленной идентификации, станций зарядки и разгрузки).

Фото  видео съемка		Радиус использования		
		Помещения	ПВП*	ППП*
Мониторинг, измерения, охрана	Здания, сооружения, техника	■	■	■
	Карьеры, шахты	■	■	■
	Протяженная инфраструктура	■	■	■
	Аэропорты	■	■	■
	Градостроительство	■	■	■
	Территории (геодезия, картография)	■	■	■
Инвентаризация, склад		■	■	■
Доставка грузов		■	■	■
Перевозка людей		■	■	■
Агро	Состояние растений, животных, почвы, воды	■	■	■
	Посадка семян, саженцев	■	■	■
	Обработка химикатами, полив	■	■	■
	Лесное хозяйство	■	■	■
Геологоразведка		■	■	■
ЧС	Осмотр места происшествия	■	■	■
	Пожаротушение	■	■	■
	Поиск людей (ЧС)	■	■	■

Таблица 1 – Применение БПЛА [1]

Самыми распространенными видами деятельности компаний-эксплуатантов БПЛА в Российской Федерации являются работы в области геодезии и мониторинга земли, то есть деятельность по дистанционному зондированию земли.

Развивающимися направлениями эксплуатации являются сельское хозяйство и сегмент образования. Компании начинают сотрудничество со средне-специальными и высшими учебными заведениями, помогая в составлении методик и программ для новых профессий, связанных с эксплуатацией и разработкой БПЛА. В сельском хозяйстве увеличивается количество компаний, выполняющих работы по определению индексов NDVI (индекс растительности - активной биомассы) и внесению удобрений с помощью БПЛА, что подтверждает эффективность использования данных инструментов и, как следствие, будет наблюдаться развитие в данном направлении. [6]

#### **Барьеры развития рынка БПЛА в России:**

- Отсутствие в российском законодательстве четкой информации о правилах использования потребительских и коммерческих дронов, а также запрет на свободное использование БПЛА в воздушном пространстве России;
- Отсутствие в России современной производственной и компонентной базы, ориентированной на массовый потребительский и массовый коммерческий ры-

нок, что приводит к высоким издержкам и повышению стоимости аппаратов;

- Беспилотные средства относятся к категории товаров, экспорт которой де-юре из России ограничен и может быть осуществлен только в случае наличия разовой лицензии ФСТЭК. Де-факто для производителей это означает полный запрет на экспорт, так как получение лицензии ФСТЭК для каждой единицы БПЛА весьма длительная и затратная процедура, при таких условиях о выходе на зарубежный массовый рынок говорить не приходится. Аналогичная ситуация и в других странах участниках ЕАЭС, где существуют таможенные ограничения на импорт или экспорт данных аппаратов.

Существует опасность создания проблем для других участников воздушного движения, а также транспортных средств, инфраструктуры и людей на земле. Серьезные опасения по использованию дронов не по назначению для вмешательства в частную жизнь и коммерческую тайну, возможность перехвата и получения контроля за дроном другими лицами. Для снижения рассмотренных рисков в ряде стран существует требование обязательного страхования коммерческих БПЛА. Все это сдерживает развитие отрасли и в результате объем частных венчурных инвестиций в проекты, связанные с БПЛА в России ничтожно мал. [4]

#### **АНАЛИЗ БАРЬЕРОВ ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ОТРАСЛЬ**

Пять общепризнанных факторов, ограничивающих и влияющих на инвестиции в рынок БПЛА:

1. Инфраструктура. Развитие инфраструктуры, как, например, строительство посадочных площадок и зарядных узлов.
2. Регулирование. Регулирование продолжит определять жизнеспособность различных сегментов.
3. Технологические возможности. Улучшенные технологические возможности позволят использовать новые приложения для дронов.
4. Общественное признание. Общественное признание увеличит инвестиции в беспилотники, особенно если компании заинтересованы в проблемах по безопасности.
5. Экономические «драйверы». Экономические «драйверы» определяют, будут ли приложения иметь жизнеспособную клиентскую базу. [18]

Основные проблемы российского гражданского рынка технологий БПЛА, которые, в свою очередь, являются препятствием для привлечения частных инвесторов:

- санкции, ограничивающие поставки компонентов, материалов и технологий;
- отсутствие законодательства в области использова-

ния воздушного пространства и коммерческого применения БПЛА;

- неполнота нормативного технического законодательства, отсутствие стандартов, системы сертификации, регистрации и т. д.;
  - ограниченность инвестиций в НИОКР гражданских технологий БПЛА, ввиду неразвитости потребительского рынка и бизнеса.
  - неразвитость высокотехнологичного бизнеса, в том числе малого и среднего, которые являются локомотивами новых технологий;
  - традиционная «закрытость» оборонной индустрии и неразвитость экспортной политики в отношении продукции двойного назначения затрудняют российским производителям «опору» на мировой потребительский рынок и ограничивают развитие отрасли. Рынки высокотехнологичной продукции сегодня являются мировыми. Компании, «опираясь» на потребителей всего мира, обеспечивают массовые продажи и удешевляют производство, что способствует ещё большему захвату рынков. Изоляция ведет к малым объемам продукции, росту цен, технологическому отставанию и «выталкиванию» с рынков.
- Проблема отрасли — легитимность выполнения полетов БПЛА в общем воздушном пространстве. В российских условиях у этой задачи две составляющие:
- обеспечение безопасности окружающих, эффектив-

ное применение существующих БПЛА, создание условий для развития рынка, как задачи сегодняшнего дня;

- обеспечение совместных полетов пилотируемых и беспилотных аппаратов — «интеграция БПЛА в открытое (не сегрегированное) воздушное пространство», то есть реализация полетов, аналогично малой авиации — по уведомительному принципу.
- К массовым полетам БПЛА также не готово и общество. Чтобы БПЛА летали в «открытом» воздушном пространстве, должен пройти эволюционный процесс, аналогичный тому, который десятки лет происходил в гражданской авиации. С опорой на существующий опыт организации и обеспечения безопасности полетов пилотируемой техники интеграция БПЛА в открытое воздушное пространство займет несколько лет и будет происходить в 3 этапа:
- Технологическое совершенствование систем и комплектующих на этапе разработок и экспериментов (системы управления и связи, системы предотвращения столкновения, силовые агрегаты и др.) до приемлемого уровня надежности. Полеты БПЛА в «изолированном» воздушном пространстве.
  - Создание системы сертификации, отработанных методик наземной эксплуатации БПЛА и взаимодействия со структурами организации воздушного движения (ОрВД), выработка норм летной годности, стандартов и правил разработки.

- Массовая практика полетов БПЛА в условиях, когда риски для окружающих минимальны. [19]

### РЕГУЛИРОВАНИЕ БПЛА

Особенности полетов БПЛА делают эксплуатацию по авиационному регулированию затруднённой. По большинству областей применения нормы либо отсутствуют, либо используется регулирование для пилотируемых воздушных судов (ПВС) [1].

Область регулирования БПЛА	Критичность (от 0 до 5)	Статус в РФ		Примечание
Регистрация	1	С 2019г, по почте		
Классификация БПЛА	3	Только по весу		Классификация БПЛА в РФ: три группы, по весу. Регулирование EU определяет 5 групп по весу, размерам, автономности, системам безопасности, высоте. Разделяются три категории полетов.
Классификация воздушного пространства	3	ПВС*		
Удаленная идентификация (УИД) БПЛА	5	ПВС*		
Использование воздушного пространства	5	ПВС*	До 150 м**	Предварительное согласование полета занимает от 3 дней, временное закрытие воздушного пространства для других пользователей.
Летная годность	2	ПВС*		
Сертификация БПЛА, камер, ПО	3	Нет		Сертификация летной годности БПЛА, сертификация камер и ПО для официального статуса результатов съемки (пр. маркшейдер).
Аэрофотосъемка (АФС)	5	ПВС*		Требуется разрешение Генштаба России, штаба округа, УФСБ. После съемки контрольный просмотр. От нескольких дней до месяца.
Сертификация пилота	3	ПВС*		
Страхование ответственности, имущества	4			Страхование обеспечивает саморегулирование страховщики отсекают высокий уровень риска.
Полеты за пределами прямой видимости	5	Нет		
Автономные полеты	3	Нет		
Полеты над людьми	2	Нет		Для полетов над людьми БПЛА должны иметь системы безопасности, систему оценки риска полета дрона.
Ограничения по уровням шума	2	Нет		
Кибербезопасность, С UAV	4	Нет		Устойчивость к помехам для навигационного оборудования, правила использования анти дронов.

Таблица 2 – Регулирование БПЛА

\*«ПВС»: Использование для беспилотников норм пилотируемых воздушных средств | \*\* с 2020 года в РФ разрешены полеты БПЛА без согласования в пределах прямой видимости, в классе G, днем, БПЛА до 30 кг

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БПЛА

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА

Для систематизации обзора беспилотных летательных аппаратов гражданского назначения выделено 5 укрупненных групп, сформированных по критерию выполняемых функций (группы перечислены в порядке убывания частоты применения).

### 1. Наблюдение и мониторинг

В состав этой группы входят задачи, связанные с наблюдением за объектами, сбор измерительной и другой информации. Применения из этой группы:

- видеонаблюдение — для охраны промышленных объектов;
- разведка и составление планов помещений с помощью малых БПЛА внутри разрушенных или опасных зданий;
- мониторинг нефтегазовых объектов, трубопроводов;
- видео-фотосъемка труднодоступных промышленных объектов (линий электропередач, опор мостов, дымовых труб, ветрогенераторов, антенн и т.д.);
- радиационная и химическая разведка на опасных объектах и территориях;
- экологический мониторинг атмосферы и поверхности водоемов;
- инспектирование строек;
- поиск полезных ископаемых с помощью специальных средств зондирования;
- мониторинг опасных природных явлений (паводков, извержений вулканов, лавиноопасных горных районов и др.);
- оценка результатов стихийных бедствий и ликвида-

ции их последствий;

- наблюдение за дикими животными в заповедниках.
- мониторинг лесных массивов службой лесоохраны;
- патрулирование заданных зон полицией;
- наблюдение за движением на железных и шоссейных дорогах, контроль судоходства;
- наблюдение за посевами фермерами и предприятиями сельского хозяйства;
- контроль рыбного промысла;
- картографирование земной поверхности;
- метеорологические наблюдения;

### 2. Презентации, реклама, развлечения, творчество

Благодаря деятельности многочисленных фирм эта группа применений БПЛА быстро расширяется.

К данной группе относится:

- видео- и фотосъемка объектов архитектуры, природы, бизнеса, а также массовых мероприятий с целью презентации или рекламы;
- использование БПЛА в качестве носителей рекламы (например, на поверхности дирижабля);
- использование малых БПЛА в учебных целях в школах и вузах;
- авиамоделизм и авиаконструирование для многочисленных любителей;
- использование малых БПЛА в качестве арт-объекта или объекта развлечения.

### 3. Доставка и перемещение грузов

Специфика этой группы применений разрешает называть используемые таким образом БПЛА воздушными роботами. Применения БПЛА в указанной группе:

- доставка почты;
  - доставка инструмента, комплектующих и материалов на строительные объекты;
  - монтаж конструкций;
  - выполнение или обеспечение ремонтных работ на труднодоступных объектах;
  - распыление химикатов и внесение удобрений на полях;
  - прокладка кабеля в опасных зонах;
  - доставка в труднодоступные районы продуктов питания, горючего, запчастей и т.д.;
  - сброс маркеров (световых, радиоизлучающих) для обозначения объектов;
  - доставка для пострадавших в зоны аварий и катастроф медикаментов и медицинского оборудования;
  - эвакуация пострадавших из зоны бедствия;
  - эвакуация дорогостоящих материальных ценностей из опасных зон;
  - доставка спасательных средств терпящим бедствие на воде;
  - сброс взрывных устройств в горах для организации превентивного схода лавин;
  - дозаправка или подзарядка автономно работающих труднодоступных устройств (буйев, маяков, метеостанций, ретрансляционных станций и т.д.).
- ### 4. Ретрансляция сигналов и подобные задачи
- Такие применения реализуются с помощью БПЛА вертолетного или аэростатического типов:
- ретрансляция радиосигналов с целью увеличения дальности действия связи;



- установка на борту громкоговорителей для воспроизведения звука: команд, музыки и т.п.;
- использование БПЛА в качестве площадки для генерации или отражения лазерного луча.
- использование БПЛА в качестве носителей осветительного оборудования;

#### **5. Управление поведением живых объектов**

Такие применения включают:

- использование БПЛА в качестве «пастуха»: управление передвижением табунов лошадей, отар овец и т.д.;
- отпугивание стай птиц вблизи аэродромов. [21]

### **ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

#### **1. Расширение направлений мониторинга производственной деятельности предприятия**

К примеру, автономные средства, оснащенные технологиями инфракрасного или теплового зрения, собирают точную информацию о температуре поверхности деталей и состоянии технологического оборудования, а в случае перегрева - оповещать о неисправности.

#### **2. Экономия времени при инвентаризации**

Беспилотные летательные аппараты используют для проведения точных инвентарных проверок. Это рутинная задача, требующая временных и ресурсных затрат на складах и предприятиях. Дроны выполняют инвентаризацию быстрее человека за счет технологий сканирования идентификационных чипов и штрихкодов.

#### **3. Оптимизация внутренней логистики предприятия**

Транспортировка деталей между производственными подразделениями предприятия или группы предприятий процесс технически сложный и недешевый, так как чем больше территория завода и чем сложнее производственный процесс, тем выше риск перебоя с доставкой деталей и срыва сроков изготовления изделий. Современные беспилотники, включая летательные аппараты, способны перевозить тяжелый груз. Транспортировка продукции на склады и другие пункты назначения будет доставлена в срок только при правильно выстроенной логистике маршрутов передвижения. К примеру, БПЛА могут запрограммированы на то, чтобы пролетать над зданиями, а автономные погрузчики – реагировать на препятствия в режиме реального времени. [23]

#### **4. Мониторинг инженерных систем**

Электроэнергетические компании проводят с помощью БПЛА диагностику и ремонт линий электропередач. Для поиска поврежденного участка требовался выезд работников «в поля», что занимало продолжительное время, то в текущее время дрон может за считанные минуты облететь линию. Отдельные модели приземляются на провод, чтобы устранить неполадку – при этом отключать энергоснабжение на время ремонта не требуется.

Использование БПЛА нефтегазовыми компаниями заключается в мониторинге состояния трубопроводов и экологической обстановки на объектах, особенно в пожароопасный период.

БПЛА находят применение в металлургической промышленности для мониторинга горных выработок.

#### **НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ БПЛА В РОССИИ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ:**

1. Компании «Научно-производственный комплекс Интеграл», «Вершина» выполнили опытные проекты, связанные с полетами в горах и прибрежных акваториях, а также в сложных природных и погодных условиях. Осуществлена ортофотосъемка, магнитная съемка, поиск полезных ископаемых, поиск терпящих бедствие. По итогам работ подготовлены развернутые технические задания к специализированным БПЛА, предназначенным для полета в тяжелых условиях, обладающих грузоподъемностью от 30 до 120 кг и дальностью полета до 250 км. Сформулированы требования к специализированным полезным нагрузкам и бортовому оборудованию: к РЛС бокового обзора, магнитометрам, сигнальным буям и т.п.
2. В Белгородской области реализован опытный проект АгроНТИ, в ходе которого выполнено:
  - съемка свыше 200 тыс. га сельскохозяйственных угодий;
  - обработка биологическими агентами 1200 Га (компания FIXAR);
  - работа по кадастровой съемке;
  - мониторинг свиноводческих хозяйств;
  - обработка полученных информации;
  - вычислен индекс NDVI растений и т.д.

<sup>1</sup> Термин использующийся в логистике и электронной коммерции для описания последнего этапа доставки товара до покупателя.

В этой части беспилотные авиационные системы стали полноценной заменой пилотируемой авиации. Известно, что точное земледелие в разрезе пилотируемых авиационных работ является убыточным, так как затраты на создание соответствующей пилотируемой авиационной техники превосходят экономический эффект, в отличие от БПЛА, где их применение дает дополнительный экономический эффект. Основные работы по средним и тяжелым БПЛА ведутся по заказу Министерства обороны РФ.

3. Новосибирский институт авиационных технологий разрабатывает и производит по заказу Министерства обороны РФ динамически подобные копии пилотируемых воздушных судов, в частности, Бе-200. С точки зрения рынка БПЛА данные модели являются крупными дистанционно пилотируемыми БПЛА среднего класса, на которых отрабатываются режимы взлета и посадки, а также маневрирования. Этот опыт имеет большое значение, как с точки зрения собственно разработки и изготовления БПЛА, так и с точки зрения создания летно-испытательной базы для БПЛА данного класса.

Работы над беспилотными вертолетами ведут компании «Аэроб» и «ВРтехнологии». Представленные образцы БПЛА подтвердили наличие ниши для беспилотных вертолетов с дальностью полета до 200 км и грузоподъемностью до 100 кг, в которой эффективность применения вертолетов выше, чем у БПЛА самолетного типа.

4. ПАО «ГМК «Норильский никель» разработал модель беспилотника, которая работает под землёй, в отсутствие GPS-сигнала и освещения — это делает возможным оперативно изучить обстановку в труднодоступных местах шахты. [24]



## КООПЕРАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕПОЧКИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КООПЕРАЦИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

1. Российская объединенная промышленная корпорация «Оборонпром» и израильская компания IAI организовали сборочное производство БПЛА Searcher Mk II на Уральском заводе гражданской авиации в Екатеринбурге. Беспилотник российской сборки под названием «Форпост» демонстрировался на авиасалоне МАКС.

2. Ростовская компания «Горизонт» и австрийская фирма Schiebel, создавшая БПЛА Camcopter S-100, организовали сборочное производство БПЛА «Горизонт Эйр S-100». [26]

Производители и потребители ключевых комплектующих при производстве БПЛА представлены в таблице 3.



№ п/п	Наименование технологии/продукта	Производитель технологии/продукта	Потребитель технологии/продукта
1	Роторно - поршневой двигатель в классе 100 л.с. с турбонадувом и уплотнениями на основе матричных композитов	Лаборатория ФПИ, ФГУП «ЦИАМ»	н/д
2	Роторно - поршневой двигатель в классе 150 л.с.	«Поршень»	н/д
3	Законченная платформа силовой установки с электроприводом винтов, включающая программируемую аккумуляторную батарею, силовой контроллер, набор разъемов, электродвигатели класса 15 - 30 кВт	«Миландр-СМ»	н/д
4	Платформа бортовой силовой электроники для легких БПЛА	«НаукаСофт»	н/д
5	Криогенные электрические силовые установки с использованием высокотемпературной сверхпроводимости	«Супер-Окс»	н/д
6	Распределенная силовая установка для БПЛА с использованием активного управления обтеканием, включающая синхронный электрический генератор на 100 кВт, электроприводы тоннельных вентиляторов, электродвигатель для привода биротативных винтов противоположного вращения, силовой контроллер	Университет ИТМО, «Кулон», «Фокус Техно»	н/д
7	Линейка турбореактивных и газотурбинных двигателей, в конструкции которых широко используются узлы, изготовленные с применением аддитивных технологий	БГТУ «Военмех», Инжиниринговый центр БГТУ «ВОЕНМЕХ», «Проблемная Лаборатория Турбомашин»	н/д

Таблица 3 – Производители и потребители ключевых комплектующих при производстве БПЛА

№ п/п	Наименование технологии/продукта	Производитель технологии/продукта	Потребитель технологии/продукта
8	Ключевые технологии беспроводных сенсорных сетей и протокол обмена данными между блоками управления и беспроводными датчиками БПЛА	АО «АБРИС» совместно с Университетом ИТМО	н/д
9	Экспериментальный полетный контроллер	Инжиниринговый центр СевГУ совместно с компанией МКод	н/д
10	Лазерный гироскоп с использованием сверхгладких карбидкремниевых зеркал	Компания Лазэкс	н/д
11	Комплекты высокоинтегрированных приборных отсеков	Компании «Вершина» и «Фокус - Техно»	н/д
12	Фотоаппарат	Sony	ГК «Беспилотные системы» (ООО «Финко»)
13	АВТОПИЛОТ АП - 05 <sup>2</sup>	ООО НПП «АВАКС - ГеоСервис»	н/д
	Сервопривод СП - 03		
	Цифровой магнитный компас ЦМК - 01		
	Устройство ввода - вывода УВВ - 02		
	Датчик уровня топлива ДУТ - 01		
	Бортовой вычислительный кластер комплексных измерений		
Система комплексного анализа телеметрии «СКАТ»			
ПО АРМ оператора БПЛА «EFIR»			
14	Ударный БПЛА вертолетного типа «Скаймак - 3001» с взлетной массой 800 кг	НПО «Авиационные системы» совместно с Летно-исследовательским институтом им. М. М. Громова	
15	БПЛА «Форпост -Р»	Уральский завод гражданской авиации (УЗГА)	Министерство обороны РФ

16	Закрытый канал связи	«Радиосигнал»	ZalaAero Концерн «Калашников»
	Вычислительная техника	Ижевский радиозавод (ИРЗ)	
	Программное обеспечение	ZalaAero	
	Передатчики сигнала	Ижевский радиозавод, Сарапульский радиозавод (СРЗ)	
	Электронный блок управления	Ижевский завод микроэлектронных технологий, ИРЗ, СРЗ	
	Телевизионный канал	ИРЗ	
	Гиросtabilизированные платформы	ИЭМЗ Купол	
	Системы навигации GPS, Glonass	ИРЗ	
	Радиоэлектронная база	ИРЗ+ СРЗ+ российские предприятия	
	Блок приема команд	ИРЗ	
	Аэроосветотехника	СЭГЗ, КБЭЭ21	
	Антенна	ИРЗ	
	Накопители энергии	Элеконд	
	Точное литье, МИМ-Технологии, Стуо-технологии	Концерн «Калашников»	
	Сервоприводы	Сарапульский электрогенераторный з-д	
Жгуты проводов	Глазов-Электрон		
Электродвигатель	Сарапульский электрогенераторный завод		
Сырье	АО «Стекловолокно»		
17	Оптико-электронное средство (тепловизор и/или активно-импульсная система наблюдения)	АО «ОКБ «АСТРОН»	АО «НПО «ЛЭМЗ»
18	ИК-модуль	АО «ОКБ «АСТРОН»	ООО «Научно-производственное объединение «Авиационные системы»

19	Двигатель внутреннего сгорания	АО «АВАКС Геосервис»	Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина
	Аппаратура навигации	СФУ НПП «Радиосвязь»	
	Автопилот	АО «Конструкторское бюро промышленной автоматики»	
	Фюзеляж	НПК «Солдис»	
	Система связи и передачи данных	ООО «Каскад»	
	Аппаратура радиоразведки	АО «ИРКОС»	
20	Беспилотник, оснащенный комплексом ведения радиотехнической разведки, современными средствами радиоэлектронной борьбы, системой видеонаблюдения	Воронежская военно-воздушная академия имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина, АО "Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина" ООО "Арзамасское приборостроительное конструкторское бюро"	н/д
21	Многоканальная лазерно-лучевая система управления оружием	ОАО «ГРПЗ», входит в «КРЭТ»	Вооруженные силы РФ
	Система интеллектуальной обработки видеоизображений семейства «Охотник» (блок ОВИ-М)		
22	Цифровая многофункциональная радиолокационная станция (БРЛС) МФ2 «Ка»-диапазона	«Фазотрон-НИИР», входит в «КРЭТ»	
23	Комплексная система управления для БПЛА вертолетного типа	Саратовское ОАО «Конструкторское бюро промышленной автоматики», входит в «КРЭТ»	
24	Система измерения воздушных данных (СИВД-А)	ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», входит в «КРЭТ»	
	Система управления общесамолетным (общевртолетным) оборудованием СУОСО (СУОВО) <sup>3</sup>		
25	Бесплатформенная инерциальная система БИНС-СП-1 <sup>4</sup>	ОАО «Московский институт электромеханики и автоматики», входит в «КРЭТ»	

26	Система управления авиационными средствами поражения (АСП) для БПЛА самолетного и вертолетного типа БИ-БПЛА	ОАО «Авиаавтоматика» имени В. В. Тарасова, входит в «КРЭТ»	Вооруженные силы РФ
27	Ответчик единой системы государственного опознавания	ОАО «Авиаавтоматика» имени В. В. Тарасова, входит в «КРЭТ»	
28	Системы для БПЛА <sup>5</sup>	ОАО «Авиаавтоматика» имени В. В. Тарасова, входит в «КРЭТ»	
29		Объединенное конструкторское бюро Симонова и холдинг "Сухой"	

<sup>2</sup> Система управления полетом

<sup>3</sup> Для гражданских и военных задач

<sup>4</sup> Предназначена для определения местоположения летательного аппарата, комплексной обработки и выдачи навигационной, пилотажной информации и построена на базе трех лазерных гироскопов КЛ-3 и трех кварцевых акселерометров АК-15

<sup>5</sup> Создание и внедрение в эксплуатацию пилотажно-навигационного комплекса

<sup>6</sup> Ведутся опытно-конструкторские работы (ОКР)



# ОСНОВНЫЕ ПОСТАВЩИКИ И ПРОИЗВОДИТЕЛИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КООПЕРАЦИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Основные производители БПЛА представлены на рисунке 2. [11]



Рисунок 2 – Мировые производители и разработчики систем БПЛА



Американская корпорация Northrop Grumman – разработчик и производитель высокотехнологичных вооружений и военной техники (ВВТ). Деятельность компании также связана с ремонтом, модернизацией и обслуживанием авиационной и ракетно-космической техники, ракетного оружия, их компонентов, радиоэлектронного оборудования различного назначения, в том числе автоматизированных систем боевого управления, вычислительной техники, средств связи, разведки и ведения радиоэлектронной войны, а также с оказанием информационных и технологических услуг в сферах обеспечения кибербезопасности, сбора, обработки и хранения данных.

В качестве ведущих подразделений выступают Aerospace Systems и Mission Systems, на каждое из которых приходится более 40% выручки всей корпорации. Aerospace Systems (Aerospace Systems – авиационно-космические системы) занимается разработкой, производством, модернизацией, обслуживанием и ремонтом пилотируемой и беспилотной авиационной техники военного назначения, а также разработкой и выпуском ракетных и космических систем.



Это подразделение имеет отделение «Аутономос системз» (Autonomous Systems — автономные (беспилотные) системы) отвечает за разработку и производство БПЛА различного назначения, основными среди которых являются стратегические разведывательные аппараты типа RQ-4 «Глобал Хок» и его модификации (в том числе разрабатываемые по заказу ВМС США MQ-4C «Тритон» и другие) и тактические БПЛА вертолетного типа MQ-8 «Файр Скаут». В период с 2011 по 2015 год активно проводились летные испытания экспериментального палубного БПЛА X-47B. [12]

Компания разработала новый микро-гироскоп на основе эффекта ядерного магнитного резонанса (micro-NMRG). Гироскопы micro-NMRG для точного определения своего пространственного положения используют спины отдельных атомных ядер, давая качество ориентирования в пространстве, сравнимое с имеющимися на сегодняшний день моделями волоконно-оптических гироскопов. Другими преимуществами новых гироскопов является полное отсутствие движущихся частей и, следовательно, нечувствительность к вибрации и ускорениям. В силу малых размеров и сверхнизкого энергопотребления такими инерциальными системами навигации можно будет оснащать даже самые компактные БПЛА и ЛА в зонах, где GPS недоступна или подавляется средствами радиоэлектронной борьбы. [9]



General Atomics

Американская компания General Atomics специализируется на проектах в области ядерных технологий, БПЛА, авиационных сенсоров, современной электроники и лазерных технологий. [13]

Подразделения:

- группа электромагнитных систем (EMS, Electromagnetic Systems Group);
- энергетическая группа (Energy Group);
- управляемый термоядерный синтез;
- энергетические реакторы;
- группа по работам с ядерным топливом (Nuclear Fuels Group)



Israel Aerospace Industries

Компания занимается производством авиатехники и авионики, выпуском приборов и оборудования для космических спутников, связи и разведки, а также разрабатывает и производит БПЛА, некоторые из них не имеют аналогов в мировой практике авиастроения. [14]



The Boeing Company

The Boeing Company — американская корпорация. Мировой производитель авиационной, космической и военной техники.

В состав корпорации входят два основных производственных подразделения: Boeing Commercial Airplanes (гражданская продукция) и Boeing Integrated Defense Systems (продукция военного назначения и космическая техника). [15]

На рисунке 3 представлена мировая экосистема рынка БПЛА по состоянию на 2019 год [2]. Данная экосистема состоит из 3 ключевых отраслей (таблица 4).

THE DRONE MARKET ENVIRONMENT 2019

**Software**

Flight, Fleet & Operation Management

A collection of logos for software companies in the Flight, Fleet & Operation Management category, including Aeriosense, AirHub, AIRNEST, AIRWAYZ, Botlink, CAPE, DREAMHAMMER, dronecloud, DRONE SAR, DRONE HARMONY, DroneLogbook, EVERDRONE, FlyFreely, DroneSense, HIGH LANDER, H°VER, IDRONECT, Kittyhawk, Skyward, simulyze, UqCS, PRENAV, vHive, VIGILANT AEROSPACE SYSTEMS, and SKYX.

Open Source Infrastructure, SDK

Logos for Open Source Infrastructure, SDK companies: outerion, DRONEKIT, flytbase, and SKYFISH.

Navigation, CV and AI

Logos for Navigation, CV and AI companies: ARDUPILOT, ansur, Hionos, NEAR EARTH AUTONOMY, exyn technologies, SHIELD AI, SIGHTEC, and Third Insight.

UTM, LAANC Suppliers

Logos for UTM, LAANC Suppliers companies: AIRMAP, AIRMARKET, AirMatrix, INVOLI, airpalette, airspacelink, AIRXOS, UNIFLY, ALTITUDE, FLYNEK, FLYTE, SkyGrid, and PIERCE AEROSPACE.

Data Analytics, Workflow, CV and AI

A large collection of logos for Data Analytics, Workflow, CV and AI companies, including 3DR, Aerial Applications, cero ranger, AGERpoint, GAMAYA, agrevo, AgriScout, AIRBUS AERIAL, AirFusion, HEMAV, ANRA TECHNOLOGIES, Bentley, Birds.ai, cardinal systems, Identified TECHNOLOGIES, Clobotics, Datumate, DroneDeploy, intelinair, DroneLab, DroneMapp, Dronifi, Eagle AI, LOVELAND INNOVATIONS, eagleview, EDGYBEES, esri, EZ3D, neurala, Geown, HANGAR, Hivemapper, Hummingbird Technologies, Indshine, INDUSTRIAL SKYWORKS, Kongsberg Geospatial, Leica Geosystems, MAPS MIDWEST, TARANIS, MENCISOFTWARE, OPTELOS, Picterra, PIX4D, PIX, PRO, PRECISIONHAWK, prodrone, propeller, RAPTOR, scopito, simactive, Sitemark, Sensilize, sentera, SKYCATCH, SKYCISIXN, SKYSPECS, Sterblue, Strayos, TerrAvion, TRACEAIR, UAVA, URSI, vineview, and Wildlife Drones.

Рисунок 3 — Мировая экосистема рынка БПЛА по состоянию на 2019 год

## Hardware

### Drone Platforms

<p><b>Agriculture</b></p>	<p><b>Drone Platforms</b></p>	<p><b>Drone-in-aB ox</b></p>
<p><b>Delivery Systems</b></p>	<p><b>Drone Platforms (continued)</b></p>	<p><b>Helicopter</b></p>
<p><b>Safety &amp; Security</b></p>	<p><b>Fixed-Wing</b></p>	<p><b>Recreational</b></p>
<p><b>Lighter-Than-Air</b></p>	<p><b>VTOL Fixed-Wing</b></p>	<p><b>Recreational (continued)</b></p>

# Hardware

### Passenger Drones / eVTOLs / Air Taxis

### Drone Platforms

#### Counter-Drone Solutions

#### Navigation & Guidance Systems

### Components & Systems

#### Cameras, Imaging and Vision Systems

#### Propulsion & Power

#### Data and Communication

#### Launch and Recovery Systems

## Services

### Drone-as-a-Service Providers

The image displays a comprehensive list of drone-as-a-service providers, organized into two main categories: Delivery and Drone Show. The logos are arranged in a grid format, with each company's name and logo clearly visible. The Delivery category includes major players like Amazon Prime Air, DHL, and Alibaba Group. The Drone Show category features companies like ARROWONICS, ARS ELECTRONICA, and COLLMOT. The grid also includes numerous other smaller providers such as Aerial Robotics, Aeromedia, and SkyEye.

**Delivery**

- Alibaba Group
- amazon Prime Air
- DHL
- DRONE
- FLING
- Flirtey
- FLYTREX
- GoPATO
- JD.COM
- Kanama Ai
- MATTERNET
- 楽天
- Robodub
- SF EXPRESS
- SKYWAYS
- ups
- VOLANSI
- zipline

**Drone Show**

- ARROWONICS
- ARS ELECTRONICA
- COLLMOT
- intel
- Dronisot
- PIXIEL GROUP
- rhugamatics
- SKYMAGIC
- DRONE
- VERGE AERO
- verity

## Services

### Drone-as-a-Service Providers

#### Education, Simulation, Training



#### System Integration, Engineering, Advisory



#### Insurances



#### Maintenance



#### Supplier, Retailers



#### Test Sites



#### Coalitions, Organizations & Initiatives



#### Market Research & Consulting



#### User Groups, Networks



#### Media, News, Blogs & Magazines



#### Marketplaces



#### Shows, Conferences, Events



#### Podcast



Отрасль	Сектор/сегмент	Примечание
Оборудование (Hardware)	Производители платформ	Компании, основным бизнесом которых является создание платформ для дронов
	Пассажирские дроны/ аэротакси	Компании, занимающиеся созданием пассажирских дронов
	Компоненты/системы	Создание и производство компонентов и систем для дронов: камеры и системы наблюдений, запуск и обнаружение, силовые установки и питание, системы управления и навигации, данные и связь
	Защита от дронов/ Подавление радиосигнала, метода борьбы с «роями» дронов	Создание и производство компонентов и систем для дронов: камеры и системы наблюдений, запуск и обнаружение, силовые установки и питание, системы управления и навигации, данные и связь
Услуги	Дроны как средство доставки услуг	Сторонний поставщик услуг дронов
	Шоу/конференции/мероприятия с участием дронов	Организация, которая обеспечивает проведение мероприятий с участием дронов (например, гонки беспилотников, шоу с участием дронов)
	Страховки	Страхование работы дронов
	Обучение, симуляторы, тренинги	Организации, занимающиеся обучением
	Системная интеграция, инжиниринг, консультирование, техобслуживание, поставщики, ритейлеры, опытные площадки	Оказание услуг по закупке и эксплуатации дронов (техническое обслуживание, инжиниринг, перепродажа)
	Обеспечение торговой площадки	Обеспечение доступа к услугам дронов и сети пилотов – операторов дронов
	Высшие учебные заведения и исследования	Организации, поддерживающие разработку и развитие технологии для дронов
Программное обеспечение	Программное обеспечение	Компании, предоставляющие программное обеспечение для планирования полетов, анализа и обработки данных и управления полетами и навигации

Таблица 4 – Отрасли БПЛА

Распределение производителей комплектующих представлено на рисунке 4.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТУЮЩИХ, %**

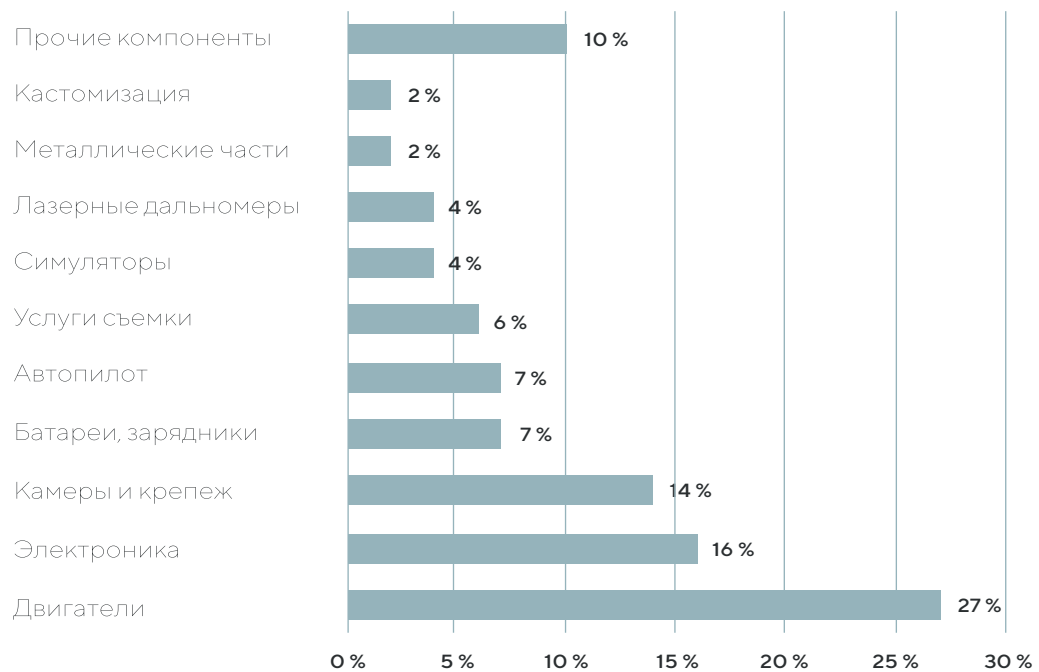


Рисунок 4 – Распределение производителей по видам производимых комплектующих [3]





# РОССИЙСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И РАЗРАБОТЧИКИ СИСТЕМ БПЛА

## ЛОКАЦИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ И ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ БПЛА

До 2000-х годов месторасположение разработчиков и изготовителей отечественных БПЛА находилось в основном в Москве и Московской области, Санкт-Петербурге, Казани, Ижевске и некоторых других городах. В настоящее время эта география более обширна и представлена на рисунке 5.

Больше половины разработчиков отечественных БПЛА находится в Московском регионе. Увеличилось количество разработчиков в Санкт-Петербурге, Казани и Ижевске. Участвуют в разработке и изготовлении БПЛА в Рыбинске, Красноярске, Смоленске, Таганроге, Арзамасе и других городах России. [26]  
Крупнейшие представители рынка БПЛА России представлены на рисунке 6. [7]

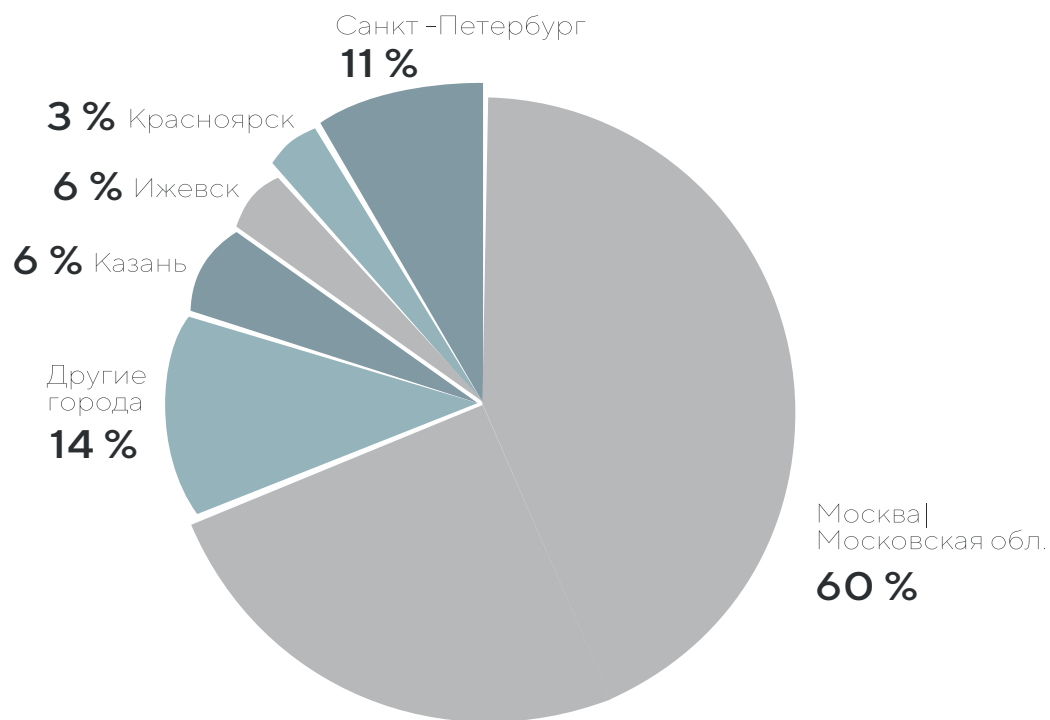


Рисунок 5 – Локация разработчиков и изготовителей БПЛА

**Разработка платформ**



**Сельское хозяйство**      **Образование**



**Грузовые Дроны**



Карта сформирована ИЦ «АЭРОНЕТ» совместно с отраслевым порталом **Российские беспилотники**

info@russiandrone.ru      nt-aeronet@mail.ru

**Разработка узлов и полезных нагрузок**



**Объединения**      **Медиа**



**Научные центры**



**Разработка программного обеспечения**



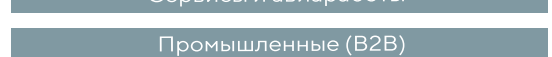
**Поставщики, маркетплейсы**



**Страхование**



**Сервисы и авиаработы**



**Промышленные (B2B)**



**Художественные (B2C)**



Рисунок 6 — Представители рынка БПЛА России

Крупными компаниями – представителями рынка БПЛА являются компании, представленные в таблице 5.

Наименование компании	Контакт	Направление деятельности
ГК «Геоскан»	<a href="https://www.geoscan.aero/ru">https://www.geoscan.aero/ru</a>	Компания эксплуатант и разработчик БПЛА, разработчик ПО
Группа «Кронштадт»	<a href="http://kronshtadt.ru/">http://kronshtadt.ru/</a>	Разработка и производство беспилотных систем: цифровое моделирование, разработка наземных элементов, разработка ПО всех уровней, создание комплексов с БПЛА большой продолжительности полета, компьютерное моделирование и летные испытания
Компания «Коптер-Экспресс» (Copter Express)	<a href="https://ru.coex.tech/">https://ru.coex.tech/</a>	Разработка и производство беспилотных авиационных систем для образования, автоматической доставки грузов и мониторинга территорий
ООО "ФИНКО"	<a href="http://www.unmanned.ru/">http://www.unmanned.ru/</a>	Разработка и производство БПЛА для видеонаблюдения и аэрофотосъемки. Оказание услуг беспилотного мониторинга нефтепроводов и газопроводов для предприятий ТЭК и оперативного картографирования
Компания «Аэроб»	<a href="https://www.aerob.ru/">https://www.aerob.ru/</a>	Разработка беспилотных воздушных судов и систем автоматизированного управления БПЛА
Компания «Аэрокон»	<a href="http://aerocon.ru/">http://aerocon.ru/</a>	НИОКР в области создания БПЛА и комплексов
TraceAir	<a href="https://www.traceair.ru/">https://www.traceair.ru/</a>	Разработка системы мониторинга и контроля строительных объектов с помощью БПЛА
PTERO (АФМ-СЕРВЕРС)	<a href="http://ptero.ru/">http://ptero.ru/</a>	Разработка, производство и обслуживание беспилотных авиационных систем, разработка аэросъемочной аппаратуры для беспилотных летательных аппаратов, создание технологий автоматизированного сбора и обработки пространственных данных, выполнение производственных аэрофотосъемочных и топографо-геодезических работ

Таблица 5 – Представителями рынка БПЛА в России

## МОСКОВСКИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И РАЗРАБОТЧИКИ СИСТЕМ БПЛА



ООО «Аэромакс»

Адрес: 127006, Москва,  
ул. Малая Дмитровка, д. 5/9, 2 этаж  
Тел.: +7 (495) 748 35 77  
E-mail: office@aeromax

Компания «Аэромакс» (входит в Группу АФК «Система») — инновационный центр по развитию гражданских беспилотных проектов. Аэромакс создает беспилотники гражданского назначения, внедряет геоинформационные системы и решает комплексные задачи любой сложности на рынке услуг по видео и фотосъемке протяженных и площадных объектов, анализирует полученную информацию с применением искусственного интеллекта для повышения эффективности разных отраслей, предоставление сервисов грузовой и пассажирской беспилотной воздушной доставки.



ООО «Сибирская  
интернет компания»

Адрес: 117152, Москва,  
Загородное шоссе, д.1, корпус 1  
Тел.: +7 (495) 755-52-73  
E-mail: info@sibintek.ru

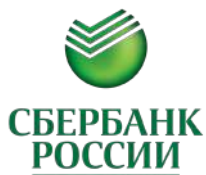
ООО «СИБИНТЕК» оказывает услуги сервисного обслуживания предприятий, системной интеграции, автоматизации технологических процессов, разработки и внедрения информационных систем, бизнес-консалтинга и сервисной интеграции, проектной деятельности и бизнес-приложений, комплексного создания ИТ-инфраструктуры и внедрения систем связи. Специализация разработчика — программное обеспечение и наземные системы управления.



ООО «АЛЬФА ПРО»

Адрес: 123308, Москва,  
Проспект Маршала Жукова, 1с1  
Телефон: +7 495 123-73-79  
E-mail: info@urban-intel.ru

Основные направления деятельности компании: проектирование, инженерные изыскания, геодезия и картография, обслуживание инженерных систем. Разработчик информационной платформы COORDINATOR — системы управления службой инженерно-геодезического сопровождения объектов строительства с применением БПЛА и лазерного сканирования.



ПАО «Сбербанк России»

Адрес: 109544, Москва,  
ул. Большая Андроньевская, д. 6  
Телефон: +7 (495) 500-55-50  
E-mail: mb@sberbank.ru

Лаборатория робототехники — это подразделение Сбербанка, которое появилось в конце 2017 года. Основная задача — это проведение исследований новых технологий интеллектуальной робототехники, разработка прототипов продуктов и проведение пилотных проектов для Группы Сбербанк. Лаборатория фокусируется на наиболее перспективных направлениях интеллектуальной робототехники: коллаборативная, логистическая, беспилотные транспортные средства (в том числе воздушные и наземные), промышленные экзоскелеты, роботы для обслуживания клиентов и персональные ассистенты.

Работает в Сообществе Лабораторий Сбербанка, тесно взаимодействуя по направлениям: искусственный интеллект, кибербезопасность, дополненная и виртуальная реальность и другие.

Специализация разработчика:

- Программное обеспечение и наземные системы управления
- Разработка каналов связи технологий и передачи данных
- Системы автономной навигации (компьютерное зрение)
- Устройства погрузки, удержания и перевозки грузов



АО МНПК «Авионика»  
имени О. В. Успенского

Адрес: 127055, Москва,  
ул. Образцова, д. 7  
Телефон: +7 (499) 929-03-77  
E-mail: avionika@mnpk.ru

АО МНПК «Авионика» разрабатывает:

- авиационные приборы,
- автопилоты,
- системы автоматического и дистанционного управления,
- комплексные системы управления,
- пилотажно-навигационные комплексы,
- элементы авиационной автоматики

АО МНПК «Авионика» создаёт и производит комплексные системы управления и устройства бортовой автоматики для пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов всех типов, классов и назначений, а также для изделий спецтехники.



**БГ-ОПТИКС**

ООО «БГ-Оптикс»

Адрес: 125371, Москва,  
1-й Тушинский проезд, д. 23  
Телефон: +7 499 677-16-93  
Email: info@bg-optics.ru

Компания обладает собственным научным и производственным потенциалом на базе которого осуществляет передовые разработки в области квантовой оптики, беспилотных летательных аппаратов, навигации, радиолокации, прикладного программного обеспечения; производит приборы системы и комплексы на основе своих исследований.

Специализация разработчика:

- Бортовые системы автоматического управления (автопилоты)
- Инерциальные и интегрированные системы
- Программное обеспечение
- и наземные системы управления
- Электромеханические приводы



**POWER**  
of knowledge

ООО «Сила знания»

Адрес: 111024, Москва,  
2-й Кабельный проезд, д.1  
Телефон: + 7 (495) 504-12-24  
E-mail: info@power-of-knowledge.ru

Компания занимается проектированием БПЛА, мобильных роботизированных комплексов, систем мобильной видеоаналитики.



Адрес: 115432, Москва,  
2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 11  
Телефон: + 7 (499) 553-03-98  
E-mail: uav@ptero.ru

Основными направлениями деятельности компании являются:

- разработка, производство и обслуживание беспилотных авиационных систем;
- разработка аэросъемочной аппаратуры для беспилотных воздушных судов;
- создание технологий автоматизированного сбора и обработки пространственных данных.
- оказание услуг по топографической аэрофотосъемке, мониторингу протяженных инфраструктурных объектов, мультиспектральной и тепловизионной аэрофотосъемке, фотограмметрической обработке данных;

Компанией серийно выпускается беспилотная авиационная система «Птеро-G1», в состав которой входит беспилотное воздушное судно, способное поднимать до 5 килограммов полезной нагрузки различного назначения и обладающим продолжительностью полета до 8 часов. Ведутся разработки перспективных беспилотных воздушных судов, в том числе использующих в качестве системы электропитания электрохимические генераторы на основе водородных топливных элементов.



Адрес: 109316, Москва,  
ул. Волгоградский проспект, дом 42  
Телефон: + 7(495) 662-99-34  
E-mail: info@coex.tech

«Коптер Экспресс» (COEX) — разработчик и производитель беспилотных авиационных систем для образования, автоматической доставки грузов и мониторинга территорий.

Продукты компании — это конструктор программируемого квадрокоптера (Клевер 3), который является лидером на рынке образования летающих беспилотников, автономные дроны для мониторинга и доставки грузов, а также станция автоматической подзарядки дронов. Разрабатываются и проходят испытания на территории Технополиса «Москва».



ООО «ФАН ФЛАЙТ»

Адрес: 121096, Москва,  
ул. Олеко Дундича, д. 19/15, кв. 53, пом. 6, ком. Г, г, 1-4  
Телефон: +7 (965) 258-69-89  
E-mail: info@fanflight.ru

Предприятие ООО «ФАН ФЛАЙТ» ориентировано на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и опытного производства в сфере аэрогидродинамики беспилотных летательных аппаратов, воздухоперемещающих систем, подъемно-двигательных комплексов, общепромышленных и энергетических систем. Направление работ — это беспилотные летательные аппараты (типа конвертоплана) вертикального взлета и посадки (БПЛА ВВП) вентиляторного типа.



ФГБОУ ВО «Московский  
авиационный институт»

Адрес: 125993, Москва,  
ул. Волоколамское шоссе, д. 4  
Телефон: + 7 (499) 158-43-33  
E-mail: mai@mai.ru

Московский авиационный институт занимается разработкой беспилотных летательных аппаратов и подготовкой операторов беспилотных летательных аппаратов.

На кафедре 602 «Проектирование и прочность авиационно-ракетных и космических изделий» ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по 3 направлениям:

- проведение НИР по фундаментальным и прикладным проблемам;
- опытно-конструкторские работы в области создания комплексов дистанционно-пилотируемых ЛА (ДПЛА) различных классов;
- НИР по обеспечению учебного процесса в области конструирования, проектирования конструкций, тепловому проектированию ЛА, общему проектированию беспилотных ЛА и ДПЛА.

На кафедре разработан лабораторно-исследователь-

ский стенд «Малый винтовой прибор», который предназначен для исследования характеристик лопастей несущего винта беспилотных вертолетов и мультикоптеров.

Разработаны разведывательно-ударные комплексы на основе БПЛА вертолетного типа различного назначения («Ворон- 300», «Ворон- 700», «Ворон- 120»). Эта платформа позволяет решать различные народно-хозяйственные задачи, а также использовать данный комплекс специальными структурами.





АО «Концерн радио-  
строения «Вега»

Адрес: 121170, Москва,  
Кутузовский проспект, 34  
Телефон: +7 (499) 753-4004  
E-mail: mail@vega.su

АО «Концерн «Вега» — головное предприятие дивизиона разведывательных информационных систем Холдинговой компании «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех», специализирующееся на разработке и производстве обширной номенклатуры современных радиоэлектронных изделий и систем военного и гражданского назначения, в том числе комплексов с беспилотными летательными аппаратами: комплекс с БПЛА «Корсар» и комплекс обнаружения и радиоэлектронного подавления БПЛА.



ФГУП «ГосНИИАС»

Адрес: 125319, Москва,  
ул. Викторенко, 7.  
Телефон: +7 (499) 157-70-47  
E-mail: info@gosniias.ru

ФГУП «ГосНИИАС» занимается разработкой и внедрением технологии автоматического зависимого наблюдения радиовещательного типа (АЗН-В) на основе УКВ-линии передачи данных режима 4 (VDL-4). АЗН-В служит базовой составляющей стратегии ИКАО развития систем ОрВД (CNS/ATM) взамен традиционных радиолокационных средств наблюдения, призвана обеспечить ситуационную осведомленность экипажей и рассматривается в качестве базовой технологии для решения ключевой задачи для беспилотной авиации — обеспечения безопасных полетов в не сегрегированном (общем) воздушном пространстве совместно с пилотируемыми ВС.

ФГУП «ГосНИИАС» совместно с ООО «Фирма «НИТА» (Санкт-Петербург) имеет опыт внедрения АЗН-В в рамках реализации предусмотренных Программой Минтранса России пилотных проектов, а также проведения многочисленных исследований и эксперимен-

тов по использованию технологии АЗН-В в интересах гражданской и государственной авиации, организации совместных полетов пилотируемых и беспилотных ВС. Применение линий связи VDL-4 обеспечивает не только реализацию принципа «каждый видит каждого», но и потенциальную возможность управления беспилотными ВС в качестве резервной линии связи для управления.

Дальнейшим развитием использования VDL-4 является концепция самоорганизующихся воздушных сетей (СОВС) с заявленным в ИКАО российским приоритетом. СОВС обеспечивает радикальные преимущества как в части организации воздушного движения, так и в части обеспечения информационной безопасности. Разрабатываемые ФГУП «ГосНИИАС» методы и средства самоорганизующейся воздушной сети на базе VDL-4 полностью решают задачи обеспечения кибербезопасности и выполнение специальных задач.



Адрес: 115201, г. Москва, 2-й Котляковский пер. 18  
Телефон: +7 (495) 181 96 96  
E-mail: info@inenergy.ru

ИнЭнерджи — группа компаний, специализирующаяся на электрохимических технологиях и уникальных индустриальных решениях на их основе.

ИнЭнерджи разрабатывает и производит:

- электрохимические генераторы на топливных элементах
- электрохимические системы накопления энергии
- образовательные решения новой энергетики
- компоненты электрохимических систем [10]



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокий уровень используемых наукоемких технологий, применяемых в беспилотных авиационных системах, требует высоких затрат на их разработку, организацию производства и внедрение. С другой стороны быстрая окупаемость проектов БПЛА обеспечивается за счёт меньших затрат на разработку и производство, по сравнению с пилотируемыми ЛА, что делает их инвестиционно-привлекательными для внедрения в рынки авиационной техники.

В России разработками в области беспилотной авиационной техники занимаются свыше 100 государственных и частных компаний. БПЛА разрабатывают и производят коммерческие организации, небольшие специализированные предприятия, НИИ, КБ созданных на базе ВУЗов, а также частные лица.

Разработка и производство БПЛА осуществляется за счет государственного бюджета, различных грантов, а также частного финансирования. Преимущество коммерческих и гражданских БПЛА заключается в быстрых темпах разработки и производства. По техническому уровню коммерческие и гражданские аппараты не уступают военным, но при этом дешевле за счет отсутствия дорогостоящего оборудования на их борту. Нужно понимать, что любые БПЛА являются автономными летательными аппаратами двойного назначения в зависимости от установленного оборудования и территории применения.

В области создания комплексов БПЛА наблюдается тенденция изготовления многоцелевых летательных аппаратов, способных выполнять различные задачи.

Наблюдается также рост применения на БПЛА поршневых двигателей, работающих на углеводородном топливе. Ведутся разработки мультироторных БПЛА с гибридными двигателями и системами на водород-электрических ячейках, при изготовлении применяются новые материалы и технологии. В разработке и изготовлении российских БПЛА принимают активное участие студенческие КБ ВУЗов. При производстве БПЛА создаются новые кооперации, концентрируются усилия государства и предпринимателей.

Рост потребления БПЛА на внутреннем рынке и расширение экспортного потенциала российских БПЛА требует организации массового производства БПЛА на территории РФ. Однако существует несколько серьезных барьеров для развития российского рынка БПЛА:

- Законодательные барьеры, связанные с использование воздушного пространства РФ дронами, а также требованиями по лицензированию ФСТЭК для экспорта каждой единицы БПЛА двойного назначения.
- Недостаточное финансирование проектов БПЛА венчурными фондами и частными инвесторами. Данный барьер — это скорее следствие, связанное с существующим законодательством, которое фактически закрыло рынок БПЛА для России как внутри страны, так и экспортный потенциал.
- Отсутствие в настоящее время отечественных комплектующих в виде двигателей, электроники и других компонентов систем для развертывания массового

производства БПЛА. Организация массового производства российских комплектующих для БПЛА — задача не для малого бизнеса и требует участия крупных инвесторов, привлечение которых в перспективе способно решить данную проблему и насытить рынок БПЛА российскими комплектующими.

Начало 2010-х гг. отмечается ростом числа моделей российских БПЛА, а также предприятий и организаций, занимающихся разработкой и производством БПЛА.

В настоящее время российский рынок беспилотной техники находится на начальном этапе развития.

Тем не менее, появляется большое количество производителей БПЛА с широким модельным рядом беспилотных летательных аппаратов. Некоторые российские БПЛА двойного назначения, такие как «Орлан-10», «Гранат-1 и -4», ZALA 421-08 и другие, поставляются на экспорт, в первую очередь в страны Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока и Латинской Америки.

Развитие в России отрасли БПЛА в ближайшем будущем приведет к повышению экономической безопасности и обороноспособности страны. Спектр военных БПЛА, принятых на вооружение российской армии, постоянно расширяется, также, как и количество самих БПЛА. При этом нарастающими темпами продолжают разработки разведывательно-ударных и ударных БПЛА. Модельный ряд БПЛА вертолетного типа расширяется и в военном, и в гражданском секторе за счет создания мультироторных БПЛА.

Использование БПЛА в качестве универсальных высотных платформ для размещения многоцелевого оборудования без участия человека, с одной стороны, упрощает процедуру нормативно-правового регулирования. Тем не менее вопросами для проработки нормативно-правовой базы гражданских БПЛА остаются:

- определение уровня безопасности;
- интеграция БПЛА в контролируемое воздушное пространство;
- технико-экономическое обоснование эффективности применения;
- внедрение перспективных технологий в сектора экономики;
- вопросы надежности связи и управления БПЛА;
- вопросы технического обслуживания и наземного обеспечения;
- вопросы подготовки квалифицированного персонала (инженеров и операторов)
- вопросы летной годности и сертификации. [16]



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [https://helicopter.su/wp-content/uploads/2020/05/EY\\_razvitie\\_rynka\\_BPLA\\_v\\_Rossii\\_maj\\_2020.pdf](https://helicopter.su/wp-content/uploads/2020/05/EY_razvitie_rynka_BPLA_v_Rossii_maj_2020.pdf)
2. <https://www.droneii.com/drone-market-environment>
3. <https://helirussia.ru/assets/res/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/2018/%D0%91%D0%9B%D0%90%20%D0%93%D0%91%D0%9B%D0%90%202018%20HeliRussia%20%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%202205.pdf>
4. [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82\\_\(%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD\\_%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82_(%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD_%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90))
5. <https://russiandrone.ru/publications/globalnyy-obzor-industrii-bpla-v-2020-cto-na-povestke-dnya/>
6. <https://russiandrone.ru/publications/1-1-osnovnye-otrasli-primeneniya-bas/>
7. <https://russiandrone.ru/publications/2-analiz-kompaniy-rynka-aeronet-proizvoditeley-i-ekspluatantov-bas/>
8. <https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-cto-predstavlyaet-iz-sebya-tehnologiya-dronov/>
9. <https://fea.ru/news/5697>
10. <https://aeronet.aero/reestr>
11. <https://pandia.ru/text/80/655/89414.php>
12. [http://factmil.com/publ/vpk/aviacionnaja\\_promyshlennost/amerikanskaja\\_voenno\\_promyshlennaja\\_korporacija\\_northrop\\_grumman\\_2019/17-1-0-1648](http://factmil.com/publ/vpk/aviacionnaja_promyshlennost/amerikanskaja_voenno_promyshlennaja_korporacija_northrop_grumman_2019/17-1-0-1648)
13. <https://vpk.name/library/f/general-atomics.html>
14. [http://cyclowiki.org/wiki/Israel\\_Aerospace\\_Industries](http://cyclowiki.org/wiki/Israel_Aerospace_Industries)
15. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing>
16. <https://mai.ru/upload/iblock/020/vozmozhnosti-bespilotnykh-aviatsionnykh-sistem-sleduyushchego-pokoleniya.pdf>
17. <https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/>
18. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/commercial-drones-are-here-the-future-of-unmanned-aerial-systems>
19. <http://nti-aeronet.ru/wp-content/uploads/2019/10/Analiticheskoe-issledovanie-ob-investicionnoj-aktivnosti-na-rynke-bespilotnyh-aviacionnyh-sistem-produktov-i-uslug-na-ih-osnove-.pdf>
20. <http://files.mai.ru/pre.mai/ctpo/1.8.pdf>
21. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. Владимир Станиславович Фетисов, Любовь Михайловна Неугодникова, Владимир Владимирович Адамовский, Роман Анатолиевич Красноперов, Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с
22. <http://nti-aeronet.ru/wp-content/uploads/2019/10/Plan-meroprijatij-dorozhnaja-karata-Ajeronet-NTI.pdf>
23. <https://rg.ru/2020/05/06/traektorii-poleta-kak-promyshlennye-drony-meniayut-tradicionnye-proizvodstvennye-processy.html>
24. <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/204389/2020-02-03/2020-w06/dron-proizvodstve-kak-promyshlennost-ispolzuet-bespilotnyy-transport>
25. [https://www.pwc.ru/publications/assets/clarity-from-above/drone-technology-survey-2016\\_rus.pdf](https://www.pwc.ru/publications/assets/clarity-from-above/drone-technology-survey-2016_rus.pdf)
26. <http://www.engjournal.ru/articles/1801/1801.pdf>
27. <https://avia.pro/news/stoimost-dorogogo-amerikanskogo-f-35-okazalas-ravna-stoimosti-deshyovogo-rossiyskogo-su-35>
28. <https://www.prom-tex.org/news/nyneshniy-masshtab-proizvodstva-i-ispytaniya-bespilotnikov-/>



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ  
ГОРОДА МОСКВЫ

**АПР**

АГЕНТСТВО  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ

Государственное бюджетное учреждение города Москвы  
«Агентство промышленного развития города Москвы» (ГБУ «АПР»)



123995, г. Москва, ул. 1905 года, д. 7, стр. 1



8 (495) 909-30-69



[apr@develop.mos.ru](mailto:apr@develop.mos.ru)



[apr.moscow](http://apr.moscow)