

**В. С. МОИСЕЕВ**

**Беспилотные летательные аппараты:  
Отечественная история создания  
и современная классификация**

*Препринт*



**Казань  
2022**

**В.С. Моисеев**  
**Беспилотные летательные аппараты:**  
**Отечественная история создания**  
**и современная классификация**

*Препринт*



Казань  
2022

УДК 629.7:623.746.4-519

ББК 39.54:39.56

М 75

**Редактор серии:**

**В.С. Моисеев** – заслуженный деятель науки и техники Республики Татарстан, д-р техн. наук, профессор.

**Моисеев В.С.**

**М 75** Беспилотные летательные аппараты: Отечественная история создания и современная классификация. Препринт. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2022. 40 с. (Серия «Современная беспилотная вертолетная техника»).

**ISBN 978-5-00162-553-7**

В работе приводится краткая характеристика создания в СССР и РФ в период с конца 20-х годов прошлого века по настоящее время образцов беспилотной авиационной техники и предлагается ее современная классификация.

УДК 629.7:623.746.4-519

ББК 39.54:39.56

**ISBN 978-5-00162-553-7**

© Моисеев В.С., 2022

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА СЕРИИ

Беспилотная вертолетная техника является актуальным направлением развития современной авиационной науки и техники. На эффективность такой техники указывалось в ряде отечественных и зарубежных работ по беспилотным летательным аппаратам.

Как показывает практика, развитие отечественного беспилотного авиастроения находится на стадиях разработки и частичного внедрения весьма незначительного числа образцов.

Кроме этого, следует отметить повсеместное увлечение у нас в стране и за рубежом беспилотными ЛА разнообразных самолетных схем и практически полное отсутствие литературы по теории, разработке и применению беспилотных вертолетов для решения широкого круга военных и гражданских задач. Этот существенный пробел предполагается начать устранять путем издания книг серии «Современная беспилотная вертолетная техника», в которой будут рассмотрены следующие вопросы:

- современное состояние и перспективы развития теории и практики беспилотной вертолетной техники;
- силовые установки и бортовые комплексы беспилотных вертолетов;
- предварительное проектирование и конструирование беспилотных вертолетов;
- аэродинамика, динамика полета и управление беспилотными вертолетами;
- применение беспилотных вертолетов при решении военных и гражданских задач.

В данной серии в течение 2019-2022 г.г. были опубликованы следующие работы:

**1. Моисеев В.С. Беспилотные вертолеты. Современное состояние и перспективы развития. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2019. 596 с.**

Первая монография предлагаемой серии посвящена постановке актуальной в настоящее время проблеме создания и применения беспилотной вертолетной техники для решения широкого круга военных и гражданских задач.

В рамках решения этой проблемы, следуя системному подходу, рассмотрены современное состояние и перспективы развития наземного и бортовых комплексов беспилотных вертолетов, тактики применения вертолетов различного назначения, конструкции, методов предварительного проектирования и расчета на прочность наиболее распространенных одновинтовых беспилотных вертолетов, а также вопросы аэродинамики и динамики полетов таких вертолетов по требуемым траекториям. Особое внимание уделено методам формирования программного управления движением беспилотных вертолетов по таким траекториям.

Книга предназначена для студентов и аспирантов соответствующих направлений обучения и специалистов организаций-разработчиков беспилотной вертолетной техники.

**2. Моисеев В.С. Силовые установки перспективных беспилотных вертолетов. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2020. 284 с.**

В монографии с позиций системного подхода рассматривается современное состояние и перспективы развития сило-

вых установок беспилотных вертолетов различных классов и назначения.

Основное внимание уделяется методам оптимального выбора маршевого двигателя разрабатываемого вертолета, которые отсутствуют в существующей литературе.

Существующие и перспективные силовые установки беспилотных вертолетов описываются по классам применяемых в них тепловых и электрических двигателей. Для перспективных вертолетов в состав силовых установок предлагается включить в качестве стартовых ускорителей и тепловых имитаторов воздушных целей твердотопливные реактивные двигатели.

Книга предназначена для студентов, аспирантов, научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области разработки беспилотной вертолетной техники.

**3. Моисеев В.С. Комплексы бортового оборудования перспективных беспилотных вертолетов. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2021. 248 с.**

В данной книге серии сделана попытка впервые в отечественной литературе рассмотреть основные определения, принципы, классификацию и состав бортовых комплексов авиационной беспилотной техники, включая и такой ее класс как беспилотные вертолеты (БВ). Даны описания задач, решаемых основными комплексами общего назначения, и приведены примеры их зарубежных и отечественных образцов. Особое внимание в работе уделено бортовым комплексам целевого назначения БВ, для которых приведен их полный состав, характеристики и основные доступные зарубежные и отечественные образцы.

В заключение монографии рассматривается существующая и оригинальные методики оптимизации состава формируемых Разработчиком БВ бортовых комплексов общего и целевого назначения.

Книга предназначена для студентов и аспирантов соответствующих направлений обучения и разработчиков беспилотной авиационной техники.

**4. Моисеев В.С., Моисеева Л.Т. Методы предварительного проектирования беспилотных вертолетов – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2022. 211 с.**

В монографии предлагается методика предварительного проектирования беспилотных вертолетов (БВ) классической одновинтовой схемы, обобщающая различные существующие к настоящему времени проектные методы. Эту методику можно использовать при создании перспективных БВ различных классов и назначения.

Особое внимание уделяется методам многокритериального оптимального выбора маршевого двигателя и бортовых систем (комплексов) разрабатываемого вертолета.

Приводятся примеры предварительного проектирования БВ по существующим методам и предлагаемой методике, в которой осуществляется анализ реализуемости предварительных требований Заказчика вертолета.

Книга предназначена студентам и аспирантам, а также инженерно-техническим работникам, специализирующимся в области разработки беспилотной вертолетной техники.

**5. Моисеев В.С.** Беспилотные летательные аппараты: Отечественная история создания и современная классификация. Препринт. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2022. 40 с.

В работе приводится краткая характеристика создания в СССР и РФ в период с конца 20-х годов прошлого века по настоящее время образцов беспилотной авиационной техники и предлагается ее современная классификация.

Редактор надеется, что предлагаемая серия будет полезна разработчикам беспилотной вертолетной техники и послужит толчком для более глубокого развития теоретических основ и практических методов создания и применения беспилотных вертолетов различного назначения.

Материал книг данной серии может использоваться как введение в рассматриваемую проблему студентами и аспирантами, которые желают специализироваться в области разработки и применения перспективных беспилотных вертолетов.

С опубликованными книгами серии можно ознакомиться в научно-технических библиотеках страны и скачать их тексты, размещенные на сайте **«Моисеев-БПЛА.рф»**.

Все замечания и предложения по участию в опубликовании материалов по проведенным исследованиям и разработкам в области беспилотной вертолетной техники можно направлять по адресу электронной почты: **em131@yandex.ru** Моисееву Виктору Сергеевичу.

*Заслуженный деятель науки и техники РТ,  
доктор технических наук,  
профессор В.С. Моисеев*



## Введение

В данной работе приводятся в историческом контексте этапы создания и образцы отечественной беспилотной авиационной техники.

Результаты обзора используются для обоснования новой классификации современных и перспективных образцов такой техники, предложенной автором в ряде его предшествующих работ.

### 1. История развития отечественной беспилотной техники

При изложении материала этого раздела будем использовать работы [1, 7].

Начало работ в области беспилотной авиационной техники тесно связано с развитием в 20-30 г.г. прошлого века такого раздела технических наук, как *телемеханика*, основной задачей которой является создание методов и средств для удаленного управления различными объектами и процессами.

В июле 1921 г. в нашей стране было создано Особое техническое бюро («Остехбюро») под руководством инж. В.И. Бекаури по разработке систем телемеханического управления различными образцами военной техники. Он предлагал разработать в перспективе беспилотный летательный аппарат (БЛА), способный доставлять боезаряд в любую точку Северного полушария с использованием для его навигации сигналов радиомаяков.

Практические работы по радиоуправлению самолетами были начаты в «Остехбюро» применительно к двухмоторному бомбардировщику ТБ-1 и четырехмоторному бомбардировщику ТБ-3, разработанными под руководством А.Н. Туполева соответственно в 1924-1933 г.г. и 1925-1939 г.г.

В 1926 г. группой инж. Р.Г. Ниренберга «Остехбюро» удалось произвести запуск телемеханического самолета (ТС).

В период 1927-1933 г.г. группа проф. Н.Г. Никольского этого бюро разработала телеуправляемую воздушную мишень на базе самолета У2 (По-2). Первые полеты самолета-мишени состоялись в 1933 г., а госиспытания – в 1939 г.

Всего в «Остехбюро» были спроектированы, изготовлены и успешно прошли испытания следующие ТС: ТБ-1 – 1933 г.; По-2 – 1934-1935 г.; СБ – 1940 г.; ТБ-3 – 1941 г.

Для управления полетом ТС по заданным параметрам был создан автопилот АВП-2 и семейство пневматических, гидравлических и электромеханических агрегатов. Автопилоты ТС постоянно совершенствовались. В июле 1937 г. испытывался ТС с автопилотом АВП-3, а в октябре того же года – с автопилотом АВП-7. Но до 1937 г. не было ни одной приемлемой системы.

Для радиоуправления ТС с земли или другого ЛА было разработано командное устройство «Дедал». Передатчик этого устройства включал в себя 16 каналов, позволяющих изменять курс, тангаж, скорость и высоту полета ТС для реализации им достаточно сложных маневров. Передатчик был оснащен шифратором, а приемник «Дедала» – дешифратором команд. Разработанное устройство имело дальность действия до 25 км. При этом максимальная задержка реакции на команды составляла 4 с.

Госиспытания «Дедала» были проведены на ТС ТБ-1, оснащенном автопилотом АВП-2. Опытная эксплуатация в ВВС началась в 1936 г. В январе 1937 г. был получен положительный результат, при котором ТС в течение 2 часов выполнил в

полете все команды, поступающие с наземного пункта управления.

К основным недостаткам этого проекта можно отнести отсутствие автоматического взлета ТС с земли. Поэтому взлет осуществлял летчик, который после взлета и вывода ТС на требуемый курс покидал его на парашюте, а радиоуправление с другого самолета осуществлялось только в зоне прямой видимости ТС.

В сентябре 1937 г. «Остехбюро» после реорганизации было разделено на три отраслевых института Народного комиссариата оборонной промышленности.

В мае 1939 г. был проведен экспериментальный полет радиоуправляемого бомбардировщика ТБ-1, где указанные выше недостатки были устранены. Госиспытания ТБ-1 проходили в 1941 г., а войсковые – в феврале 1942 г. Система радиоуправления этого ТС имела дальность действия до 100 км с автоматическим выполнением всех требуемых режимов полета, включающих в себя взлет, набор высоты, выход на заданный курс, разворот на  $180^\circ$ , снижение и посадку. К сожалению, боевое применение в Великой отечественной войне ТС ТБ-1 в варианте «камикадзе» в силу ряда причин, отмеченных в работе [1], закончились неудачей.

В послевоенное время первый опыт применения БЛА в условиях, максимально приближенных к боевым, был получен в 1949 г. во время испытаний в СССР ядерного оружия на Семипалатинском полигоне. В качестве БЛА были использованы ТС, созданные на базе истребителя ЯК-9, оснащенного системой радиокомандного управления и дозиметрической аппаратурой для измерения радиации в «ядерном грибе» [1]. Управление девятью БЛА велось с борта командного самолета-

та Ту-2. При этом потери в процессе испытания составили 2 БЛА из 9, участвующих в замерах распределения радиации в атмосфере.

Активные работы по созданию БЛА возобновились в СССР в 60-80 г.г. прошлого века. На базе воздушной мишени Ла-17, которая была создана с использованием истребителя Ла-15, ОКБ Лавочкина разработало беспилотный разведчик Ла-17Р, совершивший первый полет в 1963 г. Этот БЛА имел высоту полета до 900 м и был оснащен аппаратурой, позволяющей проводить фоторазведку объектов на удалении 50-60 км [5]. В последствие был выпущен модернизированный вариант Ла-17РМ этого БЛА [6].

Для решения разведывательных задач в ОКБ Туполева был разработан и серийно производился стратегический беспилотный авиационный комплекс (БАК) МП ДБР-1 «Ястреб», БЛА которого применялся на больших высотах со сверхзвуковой скоростью и имел дальность полета до 3200 км.

Следующим объектом разработки этого ОКБ был БАК оперативно- тактического назначения Ту-141 «Стриж» с БЛА, который имел скорость полета до 1000 км/ч и дальность 1000 км.

В 1968 г. ОКБ Туполева начало разработку разведывательного БЛА Ту-143 «Рейс» тактического назначения с радиусом действия 70 км и высокой дозвуковой скоростью.

Отметим, что БЛА «Стриж» и «Рейс» использовали при взлете твердотопливные ускорители [5].

В том же году ОКБ спортивной авиации «Сокол» приступил к разработке БАК «Крыло» для решения разведывательных задач в ближней тактической зоне. БЛА этого комплекса

обладал массой 245 кг и радиусом действия до 50 км при скорости полета 340-460 км/ч.

После некоторой паузы более интенсивные работы в РФ по созданию БЛА были начаты в конце 80-х годов XX века и в 2000-х годах.

В 1985 г. ОКБ им. А. Туполева приступило к разработке БАК оперативно-тактического назначения «Коршун» с БЛА в разведывательном и ударном вариантах с дальностью полета 600 км.

С 2010 г. в российскую армию начал поступать многофункциональный разведывательный БАК малой дальности «Орлан-10». Взлетная масса БЛА этого комплекса 14 кг, в том числе 5 кг полезной нагрузки. Продолжительность его полета составляла 16 ч, практическая дальность – до 600 км, а практический потолок – 6000 м [5, 6].

ОКБ им. Яковлева совместно с НИИ «Кулон» разработали разведывательный БЛА «Пчела-1Т». Максимальная взлетная масса этого БЛА – 138 кг, крейсерская скорость – 20-160 км/ч, продолжительность полета – 2 ч, интервал высот эксплуатации – 100-3000 м.

В ОКБ «Луч» был создан БЛА гражданского и военного назначения с массой 50 кг для решения задач наблюдения и разведки.

В последние годы в РФ появились БАК с БЛА «Дань», «Иркут», «Типчак», «Элерон», «Брат», «Гранат», «Пчела-1М», «Скат», «Ту-300», «Дозор» и др., которые являлись инициативными разработками различных российских проектных организаций. Следует отметить, что их серийное производство в приемлемых масштабах, как было ранее в СССР, по ним не проводится.

Отметим, что воздушная мишень «Дань» оснащена твердотопливным стартовым ускорителем для ее взлета с пусковой установки.

Рассмотрим историю развития отечественных БЛА вертолетных схем.

В СССР в 60-х годах прошлого века ОКБ Камова разработало вариант беспилотного вертолета (БВ) корабельного базирования, предназначенного для доставки к цели противолодочного оружия (малогабаритной самонаводящейся торпеды или глубинной бомбы). В 70-х годах в этом ОКБ разрабатывалась разведывательная вертолетная платформа, размещенная на автомобильном шасси повышенной проходимости, связанная с ним кабелем и предназначенная для применения в Сухопутных войсках.

Проектирование дистанционно-пилотируемого вертолета Ка-37 по заказу южнокорейской фирмы DNI началось в ОКБ им. Камова в 1991 г. Первый испытательный полет Ка-37 совершил в марте 1993 г.

Этот вертолет предполагалось использовать для аэрофотосъемки, обработки сельскохозяйственных полей химикатами, в качестве ретранслятора телевизионных и радиосигналов, для оказания первой помощи при ликвидации аварий и катастроф в труднодоступных и опасных для человека местах.

Фюзеляж БВ Ка-37 имеет модульную конструкцию. Основная схема БВ имеет двухлопастные винты, оперение двухкилевое, шасси ползкового типа. Силовая установка этого БВ состоит из двух поршневых двигателей П-037. Система автоматического управления вертолетом обеспечивала его полет по заданной траектории с ограниченным участием опе-

ратора, который может в любой момент полета вмешаться в управление, подавая радиокоманды с наземного пульта дистанционного управления БВ.

Взлетная масса Ка-37 составляет 250 кг, максимальная скорость 110 км/ч, радиус действия – 20 км. В 1996 г. этот БВ модернизировали, установив на нем двигатель Р-033 мощностью 60 л.с.

Продолжил линию Ка-37 малоразмерный и малозаметный БВ Ка-137 соосной схемы. Этот аппарат должен осуществлять загоризонтную разведку с последующей передачей координат на командные пункты управления в режиме реального времени в интересах Военно-морского Флота и Сухопутных войск. В качестве целевой аппаратуры предусматривались телевизионная и тепловизионная камеры, радиолокатор, аппаратура ретрансляции сигналов.

Фюзеляж БВ имел сферическую форму («шарик»). Хвостовое оперение отсутствует, что позволяет БВ Ка-137 перемещаться в любом направлении во всем диапазоне скоростей без ограничения. Максимальная взлетная масса вертолета – 280 кг, максимальная скорость – 175 км/ч, практическая дальность – 530 км. Силовая установка включала поршневой двигатель Hirht 2706 R05 мощностью 65 л.с.

В аэромобильном варианте БВ Ка-137 доставляется к месту развертывания на внешней подвеске вертолета Ка-32, на борту которого расположен также пункт управления и эксплуатации. Проектирование этого вертолета начато в 1994 г., первый полет был выполнен в 1999 г. В начале 2007 г. на выставке UVS-TECH представлен проект модернизированного варианта БВ Ка-137.

В последние годы ОАО «Вертолеты России» демонстрировали значительное число образцов беспилотных вертолетов различного назначения. Обильное количество проектов говорит о том, что ни у гражданских, ни у военных заказчиков еще не сложились определенные требования к таким БЛА и кругу решаемых ими задач.

ОАО «Камов» предлагало беспилотный вертолет Ка-126БВ соосной схемы с двухдвигательной газотурбинной силовой установкой, созданного на базе многоцелевого пилотируемого вертолета Ка-226.

Максимальная взлетная масса этого БВ – 3500 кг, дальность полета – до 1600 км.

По мнению разработчиков, вертолетный беспилотный комплекс на базе пилотируемого 5-7-местного вертолета Ка-115 будет интересен для ВМФ из-за малых габаритов за счет соосной несущей схемы и высоких летных характеристик по дальности и массе полезной нагрузки.

Беспилотный вертолет Ка-115 будет иметь массу до 1500 кг, радиус действия – до 500-600 км и массу полезной нагрузки – 120-150 кг.

Еще одной разработкой ОАО «Камов» стал легкий беспилотный вертолет «Роллер» соосной схемы. Максимальная взлетная масса этого БВ – 300 кг, дальность полета – 200 км.

Беспилотный сверхмалый вертолет взлетной массой менее 4 кг разрабатывался Инженерным инновационным центром ОАО «Вертолеты России».

Вертолет выполнен по четырехвинтовой схеме, с двухлопастными несущими винтами постоянного шага, фюзеляжем в форме креста и электрической силовой установкой. Расчетная полезная нагрузка – 300 г, радиус действия – 5 км.



Прогресс в области электроники позволяет оснастить эти аппараты вполне эффективными образцами разведывательной аппаратуры. В этой области заметных успехов добилось ФГУП «НИИ прикладной механики им. академика В.И. Кузнецова», создавшее микроБЛА вертолетного типа «Пустельга», весящий всего 300 г. Этот БВ, управляемый одним человеком с помощью оборудования, размещенного в небольшом чемоданчике. В его конструкции использованы микромеханические чувствительные элементы и интегрированная бесплатформенная инерциальная система управления.

Корпус этого БВ, выполненный из композиционных материалов, обладает крайне низкой радиолокационной заметностью, а использование для привода четырех несущих воздушных винтов электродвигателей, питающихся от аккумуляторной батареи, делает его полет практически бесшумным. Утверждается, что на удалении более 50 м аппарат является невидимым для невооруженного глаза.

В отличие от ОАО «Камов», другое известное ОАО «МВЗ имени М.Л. Миля» приступило к работам по беспилотной тематике сравнительно недавно.

Тяжелый беспилотный вертолет среднего радиуса действия Ми-34БП (В34БП) разрабатывался на базе легкого многоцелевого пилотируемого вертолета Ми-34.

Максимальная взлетная масса базовой модели этого БВ – 1450 кг, дальность полета – 360 км. Варианты Ми-34БП1 и Ми-34БП2 отличаются типом силовой установки, скоростью и дальностью полета, потолком и массой полезной нагрузки. На вертолете Ми-34БП1 предусматривалась установка поршневого, а на БВ Ми-34БП2 – газотурбинного двигателя АИ-450.

Разработчики предполагают, прежде всего, гражданское применение этого беспилотного вертолета. Потенциальными заказчиками БВ Ми-34БП могут стать нефте- и газодобывающие компании. Очевидно, что возможно применение БВ и в интересах силовых ведомств.

На выставке UVS-TECH 2008 ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» впервые продемонстрировало сверхлегкий аппарат сверхмалого радиуса действия. Аппарат предназначен для отработки аэродинамики и принципов управления БВ с малыми несущими винтами. В качестве силовой установки использован электрический двигатель. Вертолетная платформа имеет крестообразный корпус с четырьмя несущими винтами.

Новый проект беспилотного вертолета, разработанный в этом ОАО, получил название «Многоцелевой роботизированный вертолетный комплекс (МРВК)». Комплекс имеет взлетную массу до 3000 кг.

Беспилотный вариант сверхлегкого пилотируемого вертолета «Актай» с роторным поршневым двигателем (ПД) проектировался в ОАО «Казанский вертолетный завод». Этот вариант вертолета имеет следующие основные характеристики:

Максимальный взлетный вес, кг.....	1150;
Силовая установка .....	ПД ВА3-4265;
Максимальная скорость полета, км/ч.....	190;
Максимальная дальность полета, км.....	400;
Максимальная высота полета, м.....	3800.

Беспилотный вертолет «Патруль» разрабатывался ОАО «Кумертауское авиационное производственное предприятие» на базе сверхлегкого пилотируемого вертолета «Орленок» соосной схемы с поршневым двигателем мощностью 100 л.с. Максимальная взлетная масса этого БВ – до 500 кг, дальность полета – 1000 км.

На IV Международном форуме «Беспилотные многоцелевые комплексы» (UVS-TECH-2010), который прошел в рамках выставки «Технологии в машиностроении-2010» в г. Жуковском, холдинг «Вертолеты России» представил два новых перспективных БЛА вертолетного типа – «Коршун» и Ка-135. Эти образцы созданы в рамках программы холдинга по созданию широкого модельного ряда беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета и посадки трех классов:

- большой дальности (более 400 км),
- средней (до 400 км),
- малой (до 100 км).

ОАО «Вертолеты России» в рамках этой программы планирует создать универсальную вертолетную платформу модульного типа со сменной полезной нагрузкой. На ней будет установлен интерфейсный блок, который позволит увязать ее борт с различными вариантами бортового оборудования. Таким образом, предполагается решить проблему многофункциональности и гибкости применения беспилотных вертолетов.

Специалисты холдинга сделали акцент на вариантах для гражданского применения БВ (мониторинг, работа в условиях техногенных и природных катаклизмов, перевозка грузов и др.).

Беспилотный вертолетный комплекс средней дальности «Коршун» массой 500 кг имеет радиус действия 300 км, полезную нагрузку 150 кг и максимальную скорость 170 км/ч.

Грузовой вариант БВ «Коршун» может быть использован при боевых действиях подразделений в отрыве от основных сил, когда, используя несколько таких вертолетов, можно доставить сотни килограммов грузов, а обратным рейсом эвакуировать раненых.

В классе аппаратов малой дальности холдинг «Вертолеты России» представил БВ Ка-135 соосной схемы с поршневым двигателем и трехстоечным шасси, массой 300 кг, с радиусом действия до 100 км, полезной нагрузкой до 100 кг и максимальной скоростью 170 км/ч. Этот образец может быть использован для спецподразделений и десантников, для которых важны малые габариты и мобильность.

В 2009 г. проведены испытания БЛА вертолетного типа «Ворон», разработанного в Московском авиационном институте, предназначенного для решения задач разведки и наблюдения.

Вертолет имеет относительно небольшие габариты, позволяющие перевозить его в багажном отделении легкового автомобиля. Время подготовки к полету составляет не более 20 мин. Конструкция БВ выполнена по одновинтовой схеме с двухлопастным несущим винтом со стабилизирующим устройством типа Hiller и рулевым винтом. На вертолете установлен одноцилиндровый поршневой двигатель ZDZ 80 RV-J 9 (Чехия) мощностью 9 л.с. Шум от выхлопа двигателя гасится глушителем.

В стандартном варианте вертолет имеет ручную (радиокомандную) систему управления для обеспечения полета вертолета в пределах прямой видимости оператора до 250 м.

Для выполнения сложных работ, связанных со значительным удалением вертолета от оператора, на БВ устанавливается система управления на базе бортового компьютера и навигационной системы, интегрированной со спутниковой системой навигации GPS/ГЛОНАСС.

В качестве целевого оборудования на БВ «Ворон» могут быть установлены видеочамера, инфракрасная камера и ла-

зерный целеуказатель-дальномер (ЛЦД) на гиросtabilизированной платформе общим весом до 16 кг. При взлетной массе 40 кг БВ «Ворон» может развивать скорость до 150 км/ч. Продолжительность полета – до 2,5 ч.

ООО «Беспилотные системы», созданное на базе ОАО «Ижмаш» и недавно вошедшее в состав концерна «Калашников», последовательно развивает семейство БЛА вертолетного типа с общей маркой ZALA 421.

Вертолет ZALA 421-02 предназначен для решения различных задач наземной и морской разведки, обнаружения целей, выдачи целеуказания, обеспечения релейной связи и т.п. Аппарат разработан по классической одновинтовой вертолетной схеме с рулевым винтом, шасси – трехточечное. Сообщается, что был построен опытный образец этого БВ и проведены его испытания.

В 2010 г. это ООО по договору с «Газпромом» провело опытную эксплуатацию комплекса беспилотного воздушного мониторинга с БВ ZALA-421-16 (мониторинг газопроводов с целью обнаружения утечек, неprojektной глубины залегания, несанкционированных врезок и др.). Летные испытания вертолета ZALA-421-16 были успешно завершены. Комплекс готов к продажам и началу эксплуатации.

Конструкция этого БВ массой 15 кг позволяет находиться в воздухе в течение 6 часов на скорости от 50 до 130 км/ч, обеспечивая передачу информации в реальном времени на дальности до 70 км. Тип старта БВ – с катапульты. Масса полезной нагрузки – 3 кг. Ресурс корпуса БВ составляет не менее 100 посадок. Имеется резервная навигационная система для работы в сложных условиях радиоэлектронного противодействия.

БВ ZALA 421-21 предназначен для бесшумного наблюдения местности в течение 25 мин с высоты от 10 до 1000 м при удаленности 5 км от наземного пункта управления. В составе его силовой установки используется электродвигатель с питанием от бортовых аккумуляторов. Предусмотрены несколько вариантов управления БВ оператором, в том числе в режиме «зависания». Кроме этого, вертолет также может продолжать наблюдение за целью после совершения посадки для экономии электроэнергии. Вес полезной нагрузки составляет 0,5 кг, продолжительность полета – 25 мин на удалении до 5 км.

Вертолет ZALA 421-06 предполагается использовать для решения задач в опасных для человека зонах. Он способен находиться в воздухе до 3 ч и удаляться от пункта управления на расстояние до 40 км. Вертолет оснащен оптической и инфракрасной камерами. В качестве дополнительной полезной нагрузки могут быть использованы датчики радиации и химических газов. Вес полезной нагрузки этого БВ составляет 3,5 кг. Передача данных с вертолета на пункт управления происходит по зашифрованному цифровому каналу в режиме реального времени. Существует модификация БВ ZALA 421-06Е, отличительной особенностью которой является использование в его силовой установке электродвигателя.

В 2008 г. были проведены испытания модификации этого вертолета для корабельного базирования на судне ледового класса. За время испытаний БВ выполнено 10 полетов. Максимальная скорость ветра во время этих полетов достигала 22 м/с. Задачей первого этапа испытаний было установить возможность использования беспилотного вертолета ZALA 421-06 в составе ледокола для проведения ледовой разведки и поиска объектов на воде, как в светлое, так и в темное время

суток. Для этих задач БВ ZALA 421-06 был оборудован цветной камерой дневного наблюдения с оптическим увеличением 10× и системой стабилизации изображения для полетов в светлое время суток, а также тепловизором для полетов ночью. Испытания проводились во время стоянки ледокола и при его движении.

В конце 2009 г. компания «Беспилотные системы» выиграла два лота в конкурсе на поставку комплекса с беспилотными самолетами ZALA 421-04М и комплекса с беспилотными вертолетами ZALA 421-06 в пограничную службу ФСБ России. Во всех этих комплексах используется интегрированная система ZANET, позволяющая транслировать визуальную телеметрическую информацию с любого БЛА типа ZALA на удаленные терминалы, а также передавать управление беспилотным летательным аппаратом с одной станции управления на другую. При этом все БЛА группы, совместимые с системой ZANET, и их текущие задачи отображаются на общей карте действий, создавая, таким образом, единое информационное пространство для централизованного управления группировкой.

В ОАО «НПП «Радар ММС», традиционно специализирующемся на создании систем управления противокорабельными ракетами, принято решение по созданию широкой линейки БЛА вертолетного типа от легких малоразмерных БВ до вертолетов среднего класса.

Так, вертолет ДПВ-450-Б с двухлопастными несущим и рулевым винтами имеет взлетную массу 450 кг и способен выполнять полет продолжительностью до трех часов на высоте до 2500 м. Радиус действия этого БВ составляет 150 км.

Это предприятие разработало также ряд БЛА вертолетного типа серии ДПВ с взлетным весом от 6 до 50 кг и дальностью полета 10-20 км для использования в комплексах наблюдения и разведки.

Такие комплексы на базе малогабаритных БВ предназначены для оперативного мониторинга с воздуха больших площадей и протяженных участков земной, водной и ледовой поверхности в труднодоступной местности в целях обеспечения поисково-спасательных работ, проведения ледовой разведки, определения очагов пожаров, аварийных участков ЛЭП и трубопроводов, мест затопления, несанкционированной вырубки леса, скопления косяков рыбы, патрулирования городских и запретных территорий, экологического мониторинга местности и др. В их состав входят: несколько однотипных беспилотных радиоуправляемых вертолетов семейства ДПВ различных модификаций с двухлопастным несущим винтом с серволопатками и рулевым винтом; пункт дистанционного управления в составе двух автоматизированных рабочих мест и приемо-передающей системы для управления БЛА, приема, отображения и регистрации информации, контроля функционирования элементов комплекса и комплект стартового оборудования.

Бортовое оборудование этих БВ состоит из телевизионной системы, аппаратуры передачи телеметрической информации в структуре ТВ-сигнала, приемника спутниковой навигационной системы (СНС), опционально-дуплексного радиоканала управления и передачи информации на дальности до 20 км, автопилота, радиовысотомера и системы программного управления траекторией полета.



Еще одним БВ сверхлегкого класса является вертолет ТБ-29В Тайбер, который в гражданской версии входит в комплекс «Геодезия-В».

Военная модификация этого БВ, входящая в комплектацию БАК «Нерехта 2», предназначена для ретрансляции данных, проведения разведки местности, обнаружения и подсветки целей с определением их координат.

Основные технические характеристики этого БВ имеют следующие значения:

- максимальная взлетная масса, кг ..... 19,6;
- мощность двухтактного ПД, л.с. .... 7,2;
- масса целевой нагрузки, кг ..... 5;
- максимальная скорость, км/час ..... 120;
- практический потолок, м ..... 2800;
- практическая дальность полета, км ..... 500;
- полетное время, час ..... 5;

Вертолет может осуществлять взлет и посадку в полностью автоматическом режиме при максимальной скорости ветра – 14 м/с и эксплуатироваться в интервале температур  $[-25; +45]^{\circ}\text{C}$ .

К настоящему времени в РФ разработаны и реализуются для гражданского применения следующее семейство одновинтовых беспилотных вертолетов:

- ScyPatrol-5 – сверхлегкий вертолет, который способен нести до 5кг полезной нагрузки и исследовать объекты в радиусе до 5км от точки взлета.

- ScyPatrol-100 – сверхлегкий вертолет, который имеет до 9 кг полезной нагрузки, предназначенной для решения задач наблюдения. Этот БВ может развивать скорость до 130 км/ч и способен провести в воздухе до 6 часов. К числу его особенностей можно отнести наличие автопилота и воз-

возможность эксплуатации комплекса двумя специалистами обслуживающего персонала.

- ScyPatrol-150 – вертолет, который при максимальном взлетном весе 35 кг способен поднять до 12 кг полезной нагрузки.

- ScyPatrol-180 – легкий БВ, который при длине 4 м имеет диаметр несущего винта 3 м. При максимальном весе 150 кг может нести до 40 кг полезной нагрузки и 55 кг топлива. Максимальная скорость этого БВ составляет 100 км/ч. Как и другие образцы этого семейства БВ ScyPatrol-180 предназначен для решения задач наблюдения и мониторинга.

- ScyPatrol-200 имеет максимальную взлетную массу 200 кг, способен нести до 50 кг полезной нагрузки и развивать скорость до 222 км/ч. В отличие от приведенных выше образцов этот вертолет способен нести на борту вооружение.

По сведениям специализированных сайтов в 2018-2022 г.г. были получены следующие результаты в области разработки и применения отечественной беспилотной вертолетной техники.

В 2018 г. холдинг «Вертолеты России» представил первый БВ VRT-300, созданный конструкторским бюро «ВР-Технологии». Этот БВ предназначен для грузовых перевозок, мониторинга местности, поисково-спасательных и сельскохозяйственных работ. Вертолет выполнен по сосной схеме и оснащен зарубежным дизельным двигателем. Максимальная взлетная масса БВ составляет 300 кг, масса полезной нагрузки – 70 кг, продолжительность полета – до 5 ч., максимальная скорость – 180 км/ч, максимальная высота полета – 2100 м, радиус действия – 150 км.

Второй разработкой этого холдинга является БВ БАС-200, представленный в 2021 г. Этот вертолет, предназначенный для мониторинга местности и доставки грузов, имеет максимальную взлетную массу 200 кг, массу полезной нагрузки – 50 кг и продолжительность полета – 4 ч.

Российской компанией AURA был разработан и представлен в 2019 г. БВ AURA100. Вертолет построен по соосной схеме, имеет максимальную взлетную массу 275 кг, максимальная скорость вертолета – 150 км/ч, высота полета – 1500 м, радиус действия – 100 км. Особенностью этого БВ является наличие спутникового канала связи.

В 2020 г. в РФ началась разработка ударного БВ взлетной массы 2-3 т, который должен действовать совместно с пилотируемыми вертолетами.

ООО «Тайбер» в этом году представил на испытания одновинтового БВ «Тайбер» KAGU-150, предназначенный для доставки тяжелых и негабаритных грузов в условиях Арктики. В процессе испытаний вертолет доставил над тундрой на расстояние 130 км груз весом 150 кг.

В 2021 г. в Томской области прошли испытания беспилотных вертолетов, разработанных ООО «Тайбер», ООО «Аэромакс», Фондом перспективных исследований, Институтом теплотехники СО РАН, «СибНИИА им. С.А. Чаплыгина». Представленные образцы поднимали в воздух контейнеры, закрепленные под фюзеляжем. Масса грузов составила от 10 кг до 1000 кг.

В этом же году сообщалось о разработке и выпуске группой компаний «Кронштадт» двух типов БВ с взлетной массой 600 кг и 1500 кг.

Из приведенного обзора следует, что наша страна обладает значительным опытом в исследованиях и разработках БЛА самолетных и вертолетных схем.

На наш взгляд дальнейший прогресс в области отечественной беспилотной авиационной техники должен быть связан с разработкой теории ее создания и применения при решении существующих и перспективных задач военного и гражданского характера.

## **2. Современная классификация беспилотных летательных аппаратов**

В настоящее время в нашей стране и за рубежом имеется значительное число различных подходов к классификации БЛА [8-10].

Рассмотрим, следуя монографии [1], общую характеристику этих подходов.

В основу существующих классификаций положены такие параметры БЛА как масса, дальность (радиус) действия, продолжительность полета. Чаще всего в качестве основных классификационных признаков используются взлетная масса и дальность (радиус) действия БЛА.

По первому признаку БЛА подразделяются на мини-БЛА (до 1 кг), малого (1-30 кг), среднего (30-500 кг) и тяжелого (более 500 кг) классов.

По второму признаку выделяют БЛА ближнего действия (до 25 км), малой (до 100 км), средней (до 500 км) и большой дальности (более 500 км).

По назначению БЛА подразделяются на военные и гражданские образцы.

Военные БЛА классифицируют на наблюдательные, разведывательные, ударные, разведывательно-ударные, БЛА-бом-

бардировщики, БЛА-истребители, БЛА-ретрансляторы, БЛА радиоэлектронной борьбы, транспортные БЛА, БЛА-мишени и БЛА-имитаторы цели.

Гражданские БЛА, как правило, ориентированы на решение широкого круга народно-хозяйственных задач.

Отметим, что в приведенных классификациях отсутствуют такие важные признаки, как тип и класс БЛА, применяемая двигательная установка, вид старта/посадки и другие важные признаки, которые влияют на решение задач эксплуатации разрабатываемых изделий.

Кроме этого, на наш взгляд, БЛА-мишени и БЛА-имитаторы цели являются одним классом беспилотной авиационной техники.

Приведем классификацию современной и перспективной беспилотной авиационной техники с использованием работ [7, 11].

Как следует из указанных выше работ, в настоящее время в этой области авиационной техники применяется значительное многообразие определений разрабатываемых и применяемых образцов беспилотных самолетов и вертолетов.

Для эффективного развития теории и практики беспилотной авиационной техники необходима, как в любой технической области, единая терминология и классификация, отражающая состав, назначение и области применения БЛА.

Введем следующее определение, уточнив существующее понятие беспилотного летательного аппарата.

*Беспилотным самолетом и вертолетом будем называть БЛА в основном многоразового применения, не имеющего на борту экипажа, использующего для движения в атмосфере тягу маршевого двигателя, подъемную силу крыльев и*

*пропульсивную (движущую) силу, создаваемую вращением несущего винта (винтов), имеющего целевую нагрузку, определяющую его назначение и осуществляющего полет как по заранее заданной программе, так и, при необходимости, с использованием дистанционного (радиокомандного) управления.*

Следует отметить, что значительным многообразием отличается состав компонентов современных БЛА. **Типовая структура** таких БЛА приведена на Рис. 1.

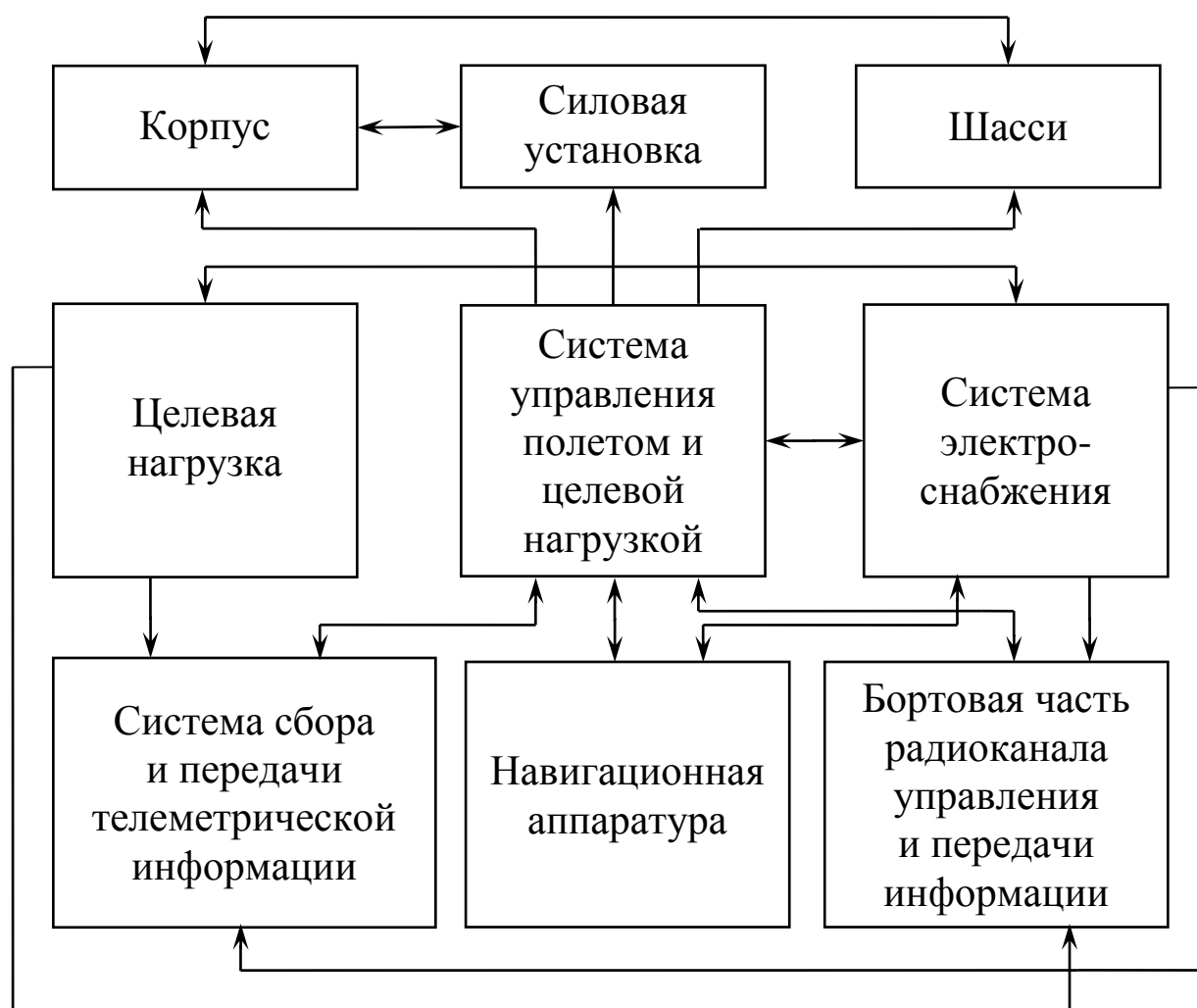


Рис. 1

Рассмотрим отсутствующую в настоящее время классификацию БЛА по основным конструкционным и функциональным признакам.

**По конструкционным признакам** существующие и перспективные образцы беспилотной авиационной техники разбиваются на следующие виды (Рис. 2):

1. БЛА самолетных схем (СС);
2. БЛА вертолетных схем (ВС).

В составе БЛА СС в настоящее время имеются образцы с компоновками типов классической схемы, схемы «утка», схемы «бесхвостка» и схемы «летающее крыло».

Вертолетные БЛА в настоящее время представляются образцами традиционных одно- и двухвинтовых соосных схем.



Рис. 2

Большинство беспилотных вертолётов имеют одновинтовую схему. Это объясняется сравнительной простотой конструкции и более благоприятными аэродинамическими характеристиками изолированного несущего винта. Основные недостатки вертолёта одновинтовой схемы – непроизводительные затраты мощности силовой установки на привод рулевого винта, а также необходимость хвостовой и концевой балок и агрегатов хвостовой трансмиссии.

К БЛА ВС нетрадиционных схем будем относить мультикоптеры, автожиры, платформы-краны и др.

По **способам взлета и посадки БЛА СС** подразделяются на БЛА, совершающие эти действия «по самолетному» (с помощью шасси) и БЛА, стартующие с помощью специальных

устройств (пусковая установка, катапульта, «жгут», «с руки» и т.п.) и приземляющиеся с помощью парашютов.

Отметим, что БЛА ВС в отличие от пилотируемых вертолетов в основном оснащаются шасси ползкового типа. При этом БЛА ВС осуществляют взлет и посадку «по вертолетному» и в режимах вертикального полета.

**По видам базирования** существующие и перспективные БЛА классифицируются согласно схеме, представленной на Рис. 3.



Рис. 3

Имеются сообщения об экспериментальных разработках БЛА СС воздушного базирования.

Классификация БЛА **по способам их практической эксплуатации** приведена на Рис. 4.



Рис. 4

Первый вид БЛА транспортируется персоналом беспилотного авиационного комплекса к месту взлета в разобранном виде в переносных контейнерах.



Доставка мобильных БЛА к месту взлета производится с помощью транспортных средств (автофургоны, транспортно-заряжающие машины и т.п.).

Стационарные БЛА обычно базируются на аэродромах (взлетных площадках). К таким БЛА относятся образцы со значительной длительностью полета и БЛА корабельного базирования, а также беспилотные образцы пилотируемых ЛА.

*По решаемым целевым задачам* существующие и перспективные образцы БЛА можно разбить на три вида, представленные на Рис. 5.



Рис. 5

Тактические БЛА имеют радиус действия до 30-50 км. Оперативно-тактические БЛА обладают радиусом действия 100-300 км. Отметим, что беспилотные варианты существующих пилотируемых вертолетов имеют более значительные величины этой характеристики. Беспилотные самолеты стратегического назначения имеют радиус действия не менее 1000 км.

*По типу силовых установок*, использованных в составе БЛА, выделяются (Рис. 6):

- БЛА с газотурбинными двигателями (ГТД);
- БЛА с поршневыми двигателями;
- БЛА с электрическими двигателями;
- БЛА с гибридной силовой установкой.



Рис. 6

Отметим, что для БЛА самолетных схем используется такой класс ГТД как турбореактивные двигатели (ТРД), а для БВ применяются ГТД в виде турбовальных двигателей.

*По времени решения целевых задач* БЛА подразделяются на следующие типы:

- **БЛА малой продолжительности полета (МПП)** с длительностью полета до 1-2 часов;
- **БЛА средней продолжительности полета (СПП)** с полетным временем до 5-8 часов;
- **БЛА большой продолжительности полета (БПП)** с продолжительностью полетов свыше 10 часов.

Первый тип БЛА составляют аппараты, оснащенные в основном электродвигателями (ЭД). На БЛА СПП устанавливаются как поршневые, так и газотурбинные двигатели. В состав БЛА БПП обычно входят аппараты, оснащенные в основном ГТД.

Отметим, что БЛА СПП в зависимости от выполняемых полетных заданий могут иметь различные значения продолжительности полетов.

*По дополнительным признакам* классификации конкретный образец БЛА можно отнести:

а) по взлетной массе – к *сверхлегким* (до 20 кг), *легким* (до 150 кг), *средним* (до 500 кг) и *тяжелым* (свыше 1500 кг) БЛА;  
б) по высоте полета – к *низковысотным* (до 100 м), *средневысотным* (до 2000 м) и *высотным* (до 5000-10000 м) БЛА.

**Функциональная классификация** современных и перспективных видов БЛА представлена на Рис. 7.

В настоящее время наиболее распространенными являются **информационные БЛА**.

**Имитационные БЛА**, воспроизводящие летно-технические и отражательные характеристики реальных пилотируемых самолетов и вертолетов, представлены в предлагаемой классификации как *авиационные ложные цели* (АЛЦ) и *исследовательские БЛА*. Отметим, что понятие «АЛЦ» является обобщением и развитием используемого ранее и в настоящее время понятия «воздушная мишень».

При этом *учебные АЛЦ* (УАЛЦ), применяемые для обучения персонала ПВО и ВВС борьбе с воздушными целями, должны имитировать образцы зарубежных самолетов и вертолетов, а *боевые АЛЦ* (БАЛЦ), используемые в операциях различных видов авиации, – образцы отечественных боевых и транспортных самолетов и вертолетов.

*Исследовательские БВ* применяются при разработках как пилотируемых, так и беспилотных ЛА для исследования их летно-технических характеристик на критических режимах полетов, а также при испытаниях и доводке новых и модифицируемых образцов их бортового оборудования.

Основные направления тактики применения УАЛЦ и БАЛЦ представлены в работе [11].

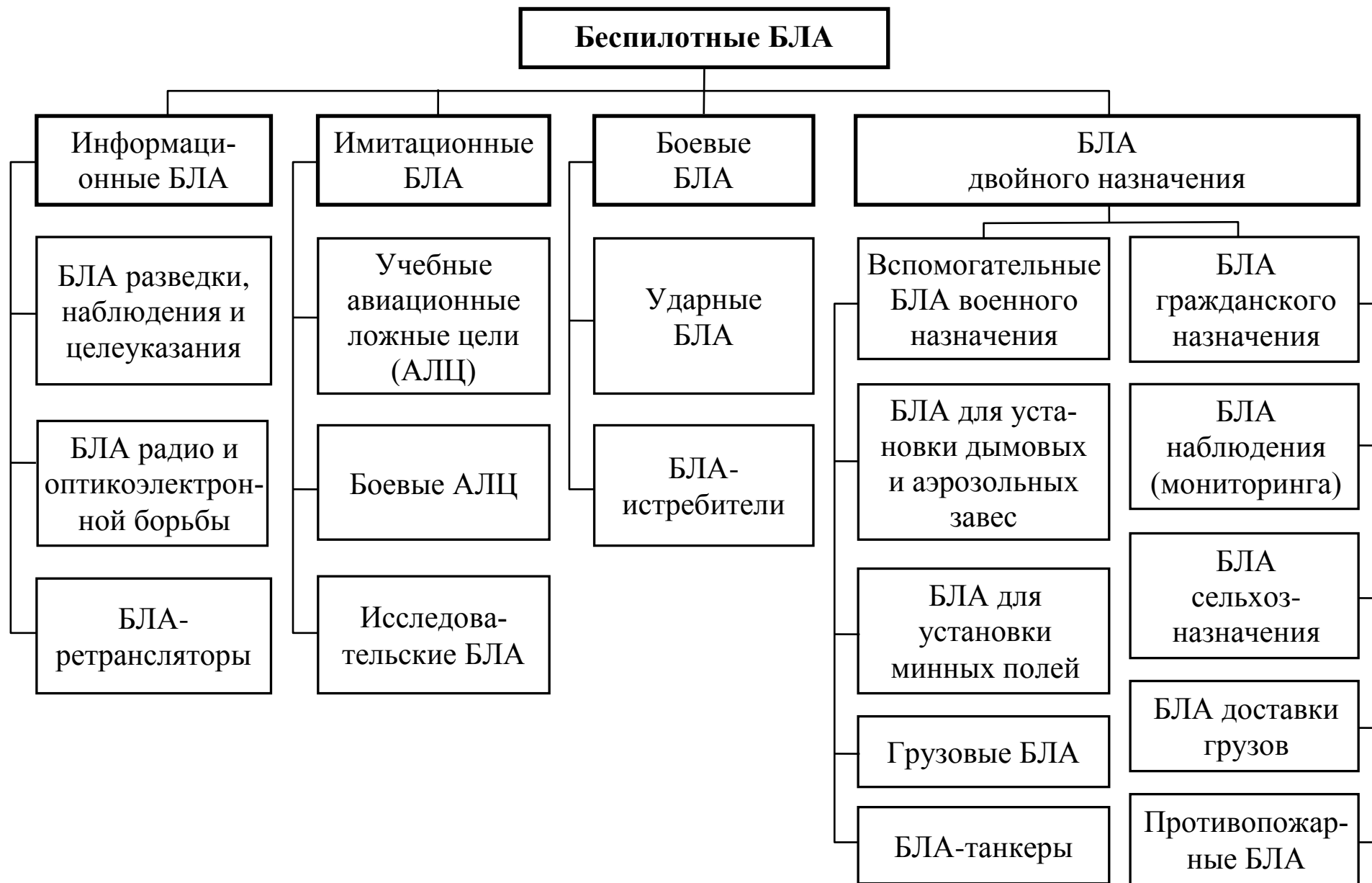


Рис. 7

Состав инвариантного целевого бортового оборудования боевых БЛА СС, БЛА ВС и вспомогательных БЛА военного назначения приведен в работе [12].

Относительно новым, но бурно развивающимся видом беспилотной авиационной техники являются боевые БЛА. В составе **боевых БЛА** предлагается выделить следующие типы:

- *Ударные БЛА*, предназначенные для борьбы с наземными и надводными целями с использованием авиационных средств поражения;

- *БЛА-истребители* для борьбы с беспилотными и пилотируемыми ЛА, а также с крылатыми ракетами;

**Вспомогательные БЛА военного назначения**, предназначенные для выполнения определенных функций по обеспечению боевых действий подразделений Сухопутных войск и ВМФ.

**БЛА гражданского назначения** должны заменить высокотратные пилотируемые самолеты и вертолеты при решении различных народнохозяйственных задач.

Отметим, что БЛА гражданского назначения в настоящее время находится в стадии их становления. Областями возможного применения таких БЛА являются:

- 1) топливно-энергетический комплекс (контроль состояния нефте- и газопроводов, линий электропередач и др.),

- 2) службы ликвидации чрезвычайных ситуаций (мониторинг техногенных и природных катастроф, обеспечение спасательных операций и др.),

- 3) службы безопасности (контроль нарушения границ объектов, поиск нарушителей и т.п.),

4) судоходство (поиск и обнаружение судов, терпящих бедствие, судов-нарушителей, контроль границ и правил рыболовства, ледовой обстановки и др.),

5) сельское хозяйство (наблюдение за состоянием земель и посевов, определение их характеристик, распыление удобрений и ядохимикатов и т.д.),

б) метеорология (контроль гидрометеобстановки, экологический мониторинг и т.п.),

Для сокращения стоимости БЛА гражданского назначения предлагается формировать их образцы с использованием доработанных БЛА военного назначения. Эти доработки касаются в основном дополнения и замены их целевого оборудования. В частности, при создании гражданских *БЛА наблюдения (мониторинга)* можно использовать соответствующие образцы из состава информационных БЛА разведки, наблюдения и целеуказания, дополнив их целевое оборудование соответствующей аппаратурой, отражающей функциональное назначение создаваемого БЛА.

*БЛА сельскохозяйственного назначения* могут создаваться на основе вспомогательных БЛА для установки дымовых и аэрозольных завес путем замены их целевого оборудования на устройства для хранения на борту аппаратуры распыления и удобрения и средств защиты растений.

В *БЛА для спасательных операций* кроме БЛА наблюдения (мониторинга) могут применяться для сброса грузов потерпевшим доработанные БЛА для установки минных полей, а для их доставки с посадкой – грузовые БЛА. Отметим, что при доработках в состав их целевого оборудования должна быть включена бортовая аппаратура обеспечения дневных и

ночных полетов по радиомаякам, устанавливаемым потерпевшими.

При создании *противопожарных БЛА* в качестве модифицируемых образцов могут быть использованы БЛА-танкеры с целевым оборудованием, дополненным устройствами забора воды из ближайших водоемов. Перспективные образцы противопожарных БЛА могут оснащаться авиационными средствами пожаротушения (АСП) в виде малогабаритных противопожарных бомб и ракет [12].

На наш взгляд наиболее предпочтительными для гражданского применения являются БЛА вертолетных схем.

### Список литературы

1. Поплавский А.В., Семенов С.С., Бурба А.А., Нгуен Зун Фионг. Информационные процессы в технике: моделирование системы объектов многофункциональных робототехнических комплексов беспилотной авиации. / Под ред. д-ра техн. наук, профессора В.М. Вишневого. ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. – Королев, Изд. центр АО «ПСТМ», 2019. – 404 с.

2. Ерохин Е. Армейские беспилотники // Взлет, 2015, №7. – С. 16-20.

3. Дебют «Ориона» // Взлет, 2017, №9-10. – С. 30-34.

4. Ерохин Е. БЛА российских вооруженных сил на форуме «Армия-2017» // Взлет, 2017, №11-12. – С. 20-23.

5. Российская беспилотная авиация: история и перспективы // [Электронный ресурс] <https://rostec.ru/news/4516433/>.

6. Докучаев А. БПЛА: сделано в СССР // [Электронный ресурс] <https://zvezdaweekly.ru/news/202011271227-bOHfw.html>.

7. Мусеев В.С. Беспилотные вертолеты: современное состояние и перспективы развития. – Казань: Редакционно-

издательский центр (РИЦ) «Школа», 2019. – 596 с. (Серия «Современная беспилотная вертолетная техника»).

8. *Дремлюга П.П., Есин С.А., Иванов Ю.А.* и др. Беспилотные летательные аппараты. Состояние и концепции развития. Под общ. ред. Ю.А. Иванова. – М.: Варяг, 2004. – 176 с.

9. *Фетисов В.С., Неугодникова Л.М., Адамовский В.В.* и др. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. Под ред. В.С. Фетисова. Уфа: Фотон, 2014. – 217 с.

10. *Кошкин Р.П.* Беспилотные летательные аппараты. – М.: Стратегические приоритеты, 2016. – 676 с.

11. *Моисеев В.С.* Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами. Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования». – 768 с. (Серия «Современная прикладная математика и информатика»).

12. *Моисеев В.С.* Комплексы бортового оборудования беспилотных вертолетов. – Казань: РИЦ «Школа», 2022. – 248 с. (Серия «Современная беспилотная вертолетная техника»).



**Виктор Сергеевич Моисеев,**

**Беспилотные летательные аппараты:  
Отечественная история создания  
и современная классификация**

Подписано к печати 11.02.2022

Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times». Печать ризографическая.

Усл. печ. 2,33 л. Печ. 2,5 л. Тираж 100 экз. Заказ № 8.

420111, Казань, Дзержинского, 9/1. Тел. сот.: +7(917)264-84-83.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в редакционно-издательском центре «Школа»

E-mail: ric-school@yandex.ru

ISBN 978-5-00162-553-7



9 785001 625537