

*Борозда Анастасия Владимировна*

канд. техн. наук, преподаватель

ФГКВОУ ВО «Московское высшее общевойсковое командное орденов Жукова, Ленина и Октябрьской Революции Краснознаменное училище»

Министерства обороны РФ

г. Москва

*Глабец Татьяна Васильевна*

канд. техн. наук, научный сотрудник

ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» Минобороны России

г. Воронеж, Воронежская область

## **ВАЖНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Аннотация: в статье освещаются области применения беспилотных летательных аппаратов, особенности создания высококачественных эксплуатационных характеристик, методы повышения их работоспособности. Рассмотрены требования, необходимые для использования беспилотных летательных аппаратов в военной сфере, включая стратегические и разведывательно-ударные. Указаны некоторые из направлений, требующие изучения и модернизации беспилотников.*

*Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, область применения, основные достоинства, вооруженные конфликты, искусственный интеллект.*

Первый дистанционно управляемый летательный аппарат с электроприводом создал ещё в 1898 году американский инженер и физик Никола Тесла. А, созданный в 1917 году Армстронгом радиоуправляемый беспилотник, уже был использован для бомбардировки вражеских позиций в первой мировой войне.

На 2025 год в базе данных зафиксировано более 33000 компаний в сфере беспилотных летательных аппаратов, включая более 2000 стартапов, разрабатывающих новые технологии и приложения для дронов. Страны-лидеры в производстве беспилотников: Китай, Россия, Турция, США, Украина, Израиль. Беспилотники есть на вооружении у многих стран мира. В настоящее время в технической литературе представлены многочисленные модификации БПЛА и указывается, что на специализированных предприятиях, проводятся дальнейшие работы по их модернизации ускоренными темпами [1–9].

Быстрое развитие технологии внедрения по целевому назначению беспилотных летательных аппаратов в отдельных странах и возрастающий спрос в области гражданской и военной сферах дало стимулирующий импульс в промышленности Российской Федерации, и вызвал глубокую заинтересованность и озабоченность в других странах. В связи с этим, в различные сроки были созданы и апробированы образцы БПЛА различного назначения. Ранее беспилотники находили массовое применение для получения малопонятной информации из удаленной местности, разведки изолированных зон и локальных опасных объектов.

Основными достоинствами БПЛА являются грузоподъемность, высотный потолок, максимальная сопротивляемость ветру, возможность зависать над движущимся объектом и фокусироваться на одной точке.

Существованию перспективной технологии положило начало использования лидаров, т.е. измерение расстояния до объекта с помощью лазерного луча, способного отражаться от исследуемых объектов и возвращать их датчику. Одним из положительных факторов применения является их способность реализовывать свой потенциал в условиях сильной запыленности, задымленности и туманов.

За короткий промежуток времени инновационные технологии получили интенсивное развитие, в результате которого были созданы новые неординарные и эффективные образцы. Например, в сочетании принципов обоняния и навигации представилась возможность создать усовершенствованный биоги-

---

бридный беспилотник, в основе которого лежат принципы робототехники и преобразование биологических сенсоров по принципу органов чувств у насекомых [7]. Концепция была основана на принципе «системы робототехники» и «биологическая чувствительность» на основе феромонов.

Японскими инженерами был разработан всенаправленный сферический октокоптер, отличительной особенностью которого является его способность двигаться во всех направлениях без необходимости наклонов или поворотов корпуса. В его компоновку входит восемь роторов, установленных на вертикальной кубической раме. Принцип действия основывается на присутствии противоположного вектора тяги. Ориентация корпуса не меняется при его манипуляции в процессе эксплуатации [9].

В освоении данной области хороших результатов достигли специалисты КНР для повседневного использования, в частности, тушения пожаров в многоэтажных зданиях и сельского хозяйства – опрыскивания и опыления растений.

Очень важным в современной напряженной обстановке является накопление статистических данных, касающихся технико-экономических характеристик БПЛА. На основании полученных сведений можно сделать вывод о целесообразности более широкого использования или модернизации. Весь этот комплекс мероприятий должен быть запрограммирован на цели создания широкого спектра воздушных и наземных беспилотных аппаратов, структурировании проблемы, и помочь решать проблемы, возникающие при реализации поставленных задач. Например, облегчать анализировать сложные или критические ситуации, возникающие в разветвленной сети метро под землей, проверке участков железнодорожных путей, вентиляционных проемов, делать снимки о состоянии тайфунов и последствий землетрясений, передавать видеинформацию в реальном времени оператору.

В технической литературе представлены многочисленные модификации БПЛА и указывается, что на специализированных предприятиях проводятся дальнейшие работы по модернизации ускоренными темпами [1–9].

Основными достоинствами БПЛА являются грузоподъемность, высотный потолок, максимальная сопротивляемость ветру и возможность зависать над движущимся объектом и фокусироваться на одной точке. Однако, более широкое применение БПЛА нашел в операциях по предотвращению вооруженных конфликтов [2]

Руководствуясь принципами ускоренного освоения производства беспилотных летательных аппаратов, отдельные, быстро развивающиеся государства Востока, с целью предотвращения вероломных ударов и получения возможности осуществлять контроль за факторами риска, сопутствующими нагнетанию обстановки в Азиатско-Тихоокеанском регионе, «де facto», уже используют различные барражирующие конструкции БПЛА, которые взаимодействуют с американскими спутниками слежения за гиперзвуковыми системами и модулями целеуказания.

Основная цель непрерывной модернизации ударных беспилотников – это использование их в качестве средств вооружения с соразмерной способностью нести на себе максимальное количество в отношении веса и убойной силы, комплектов боеприпасов. Для формулирования новой стратегии безопасности территории РФ президент напомнил, что беспилотники – важнейшее направление развития современного вооружения.

Полагают, что, гипотетически, можно расширить номенклатуру носителей полезного объема при заполнении беспилотника грузом, тем самым, в определенной степени, использовать с максимальной эффективностью арсенал средств вооружения. Перспективным направлением развития научно-технической мысли является реализация неординарных проектов, связанных с расширением резерва современных ударных средств с учетом законопроектов государства [8].

Современные армии развитых, в экономическом отношении, государств внедряют беспилотные конструкции в качестве средств противовоздушной обороны, носителем комплексов радиоактивной борьбы с целью вызвать нарушения в электронных комплексах, оттягивая на себя внимание приборов обна-

---

ружения. Тяжелые БПЛА являются носителем боеприпасов для реализации успехов в классе поражения «воздух – воздух».

Современные боевые действия особенно в условиях Специальной Военной Операции (СВО), характеризуются интенсивным использованием космических средств разведки обеими противоборствующими сторонами. Это создаёт единое информационно-коммуникационное пространство, где скорость передачи данных и реагирования имеют решающее значение.

В этой ситуации беспилотные летательные аппараты (БПЛА), способные к круглосуточному мониторингу противника и его уничтожению вне зависимости от погодных условий, приобретают практически неоценимую важность. Их роль выходит далеко за рамки простой разведки, превращаясь в ключевой фактор, определяющий успех боевых операций. Командование получает в режиме реального времени данные о дислокации противника, его силах и средствах, что позволяет принимать более эффективные и своевременные решения, минимизируя потери и максимизируя эффективность боевых действий. В то же время, рядовой состав получает доступ к мощным средствам поражения, позволяющим уничтожать дорогостоящую военную технику противника (стоимостью в сотни миллионов) с помощью относительно недорогих БПЛА. Это повышает боевой потенциал армии, создавая преимущество [9].

Не требуется доказательств того, что основная нагрузка при производстве беспилотных конструкций ложится на разработчиков – инженеров машиностроителей [3; 6]. Достижение поставленной цели требует глубокого анализа конструктивных решений, представленных в технической литературе, внесения изменений в схемы, обеспечения условий сборки и взаимозаменяемости комплектующими элементами, выполненных на различных предприятиях и условий монтажа. Чрезвычайную важность имеет процесс назначения точностных характеристик разрабатываемых деталей и выбора оборудования. Таким образом, формируется концепция будущей конструкции модели на стадии подготовки технического задания. К этому, также относятся проблемы реализации и

устранения несовершенства конвенциональных решений в условиях неопределенности (в том числе, аэродинамические характеристики).

Задача, которая стоит в процессе создания деталей заключается в обеспечения более высококачественных эксплуатационных характеристик. Это связано, прежде всего с тем, что в современном промышленном производстве происходит постоянное внедрение в конструкции различных устройств вновь разработанные конструкционные материалы, имеющие более высокие по всем показателям характеристики [4; 5].

Следовательно, предварительно требуется подвергать изделия нагрузкам, необходимым для обобщения заключения о соответствии материала предъявленным требованиям. Это подразумевает практическое использование определенного количества достаточных испытаний изделий в соответствии с предъявляемыми требованиями за определенный цикл специфических манипуляций или процедур при максимальной заданной нагрузке. Данная методика широко применяется для сертификации всех изделий в части их работоспособности. На этапе конструирования и создания технологического цикла производства не всегда можно учесть взаимообусловленное влияние различных факторов и предвидеть все сложные физические явления, происходящие в процессе их задействования по целевому назначению.

Гипотетически, можно предусмотреть формирование принципов и методологии практического осуществления работы механизма и модулей по испытанию в условиях многоциклической (многократно повторяющейся) нагрузки с целью предотвращения разрушения металлических подвижных конструкций. Также, в процесс разработки и изготовления деталей узлов беспилотных летательных аппаратов внедряется метод, основу которого представляет принцип взаимозаменяемости. Этот метод, дополнительно усиленный метрологическим контролем, позволяет сделать возможной вариативную разработку новых изделий, реализовать высокую воспроизводимость в зонах отсутствия условий комплексного ремонта.

Если коснутся обстоятельной стороны подхода, то не подвергается сомнению, что большой шаг в данной сфере вперед сделала область «Робототехника», возникшая на основе предмета «Теория машин и механизмов». Повышение работоспособности существующих конфигураций геометрических форм, в отдельных случаях, предпочтительно реализовывать с применением подхода упорядочивания степеней свободы т.е. манипулировать определённым количеством независимых перемещений, в пределах которых детали механической конструкции обеспечивают однозначное движение в заданном направлении без погрешностей. Механизм контроля может оптимизировать траекторию движения, анализируя результаты завершенных операций.

Особенно это эффективно в задачах распознавания образов и анализа расплывчатых или неясных объектов. Эта технология позволяет системе «распознавать» и интерпретировать визуальную информацию с высокой точностью. Это чрезвычайно важно в критических ситуациях для навигации и идентификации объектов, подлежащих обнаружению.

Для использования в военной сфере, включая стратегические и разведывательно-ударные БПЛА необходимо выполнение следующих требований: способность зависать в воздухе и выдерживать высотный потолок при больших потоках воздуха или порывов ветра; радиолокационные средства обнаружения противника не должны регистрировать и опознавать используемые беспилотники; высокая точность попадания в цель не зависящая от высоты зависания и пройденного маршрута; прочностные характеристики должны быть подтверждены и сертифицированы. Последнее утверждение можно расширить и применить на основе промышленного менеджмента по принципу «система управления качеством» с задействованием всех заинтересованных сторон, участвующих в создании образца, групповых методов принятия решений и правильной оценке условий разработки, испытаний и приемке.

На основании проведенных исследований в боевых условиях и пожелания операторов данных систем, выявлены направления, требующие изучения и (или) отдельной модернизации используемого объекта.

1. Защита конструкции беспилотника при падении или столкновении с защитными конструкциями или средствами вооружения, имеющими более результативные средства защиты, усиление ограждения и, при необходимости, усовершенствование пропеллера. Основной упор при выполнении конструкторских работ в процессе разработки опорной рамы или защитной сетки должен быть сделан на взаимосвязь надежности и простоты конструкции при сборке и неоднократной эксплуатации. К этому можно опционально отнести выполнение различных вариантов крепления к раме, выполненной в форме подвижной подвески. Положительным фактором является внедрение в схемы сборки приемы, сокращающие время подготовки БПЛА в боевых условиях т.е. стремиться к использованию подобных уже существующих элементов деталей или схем сборки.
2. Выявления взаимосвязи и установления закономерностей, являющихся причиной снижения прочности конструкции, результатом которого служит желание уменьшить массу или количество комплектующих установку элементов.
3. Разработка модульного комплекса с уменьшенной геометрией, способного компенсировать отсутствующие параметры или характеристики, тем самым представлять сведения о состоянии труднодоступных или проблемных мест (узкие проемы, глухие ниши). Данный аспект можно отождествить с термином «Tensodrone» – подразумевающим способность каркасных конструкций использовать взаимодействия работающих на сжатие цельных элементов.
4. Более разносторонне и целенаправленно проводить изучение факторов, оказывающих влияние на оптимизацию показателей, учитывая зависимость влияния подъёмной силы и массы груза.
5. Расширение внедрения силовых установок, обеспечивающих оптимальную и потребную тягу, предоставляющих возможность обеспечения высоких скоростных характеристик.
6. Внедрение инновационных (запатентованных, рацпредложений) методов и аппаратуры управления – контроллера полета с компьютером.

7. Установление параметрических рядов, обуславливающих взаимосвязь скорости, массы груза (боекомплекта) и обеспеченность получения данных при полете на основании бортовой электроники, принимающей сигналы от гироскопов и акселерометров.

8. Обеспеченность приемо-передающими беспроводными устройства связи, наличие пульта управления или наземной станции.

Современная система производства данных средств обеспечивает высокое качество производства БПЛА, охватывает все аспекты, направленные на лидерство в высокоточном производстве и, в определенной степени, предусматривает устранение нештатных ситуаций на перспективу.

Внедрение современных компьютерных технологий в процесс управления БПЛА позволяет обрабатывать большие объемы данных в режиме реального времени, что существенно повышает эффективность разведки и нацеливания. Это требует от операторов глубоких знаний в области компьютерных технологий и умения работать со сложными программными комплексами. В условиях современного боя, когда скорость и эффективность действий имеют решающее значение, высококвалифицированные операторы БПЛА становятся незаменимым звеном в цепи боевого управления. Постоянное совершенствование методик подготовки, интеграция новейших технологий и накопление боевого опыта обеспечивают постоянное повышение эффективности применения БПЛА, что делает их одним из наиболее востребованных и решающих факторов успеха в современных боевых действиях. Обучение должно быть комплексным и охватывать все аспекты применения БПЛА, от глубокого понимания принципов работы сложных технических систем до тонкостей тактики и стратегии их использования в различных боевых сценариях. Подготовка специалистов по эксплуатации и боевому применению БПЛА – это сложный процесс, требующий постоянного совершенствования и адаптации к новым реальным условиям. Обучение включает в себя как теоретическую подготовку, так и практическую отработку навыков на специализированных полигонах. В процессе обучения будущие операторы БПЛА осваивают сложные технические системы, начиная

от сборки и программирования бортовых компьютеров на основе программируемых интегральных схем и заканчивая разработкой алгоритмов обработки цифровых изображений с высоким разрешением, получаемых с БПЛА. В свете постоянного развития технологий и накопления боевого опыта, программы подготовки операторов БПЛА постоянно совершенствуются. Для этого организуются специализированные курсы повышения квалификации для военнослужащих подразделений беспилотной авиации, а также курсы дополнительного профессионального образования, охватывающие широкий спектр навыков. Подготовка специалистов должна включать в себя не только технические аспекты, но и глубокое понимание тактики применения БПЛА в различных условиях [10].

Только таким образом можно обеспечить высокую эффективность применения беспилотной авиации и достижение поставленных целей. В настоящее время уже осуществляется управление дронами с помощью искусственного интеллекта. Искусственный интеллект делает дроны не просто исполнителями задач, а самообучающимися участниками миссий, способными работать, самостоятельно планировать и менять маршруты в условиях высокой неопределенности, принимать решения и корректировать свои действия на основе новых данных, поступающих от сенсоров.

В будущем планируется разработка миниатюрных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для космоса, предназначенных для уничтожения вражеских спутников и наземных и воздушных целей. Это означает, что космические войны могут стать реальностью. Появление таких БПЛА радикально могут изменить правила ведения военных конфликтов, само понимание войны и её характера. Разработка малогабаритных космических БПЛА открывает новую эру в военных технологиях. Их небольшие размеры позволяют им быть более скрытыми и маневренными, чем большие спутники или ракеты. Способность поражать как космические аппараты, так и наземные и воздушные цели делает их крайне опасным оружием. Это оружие может использоваться для уничтожения спутников связи и разведки противника. Лишение противника доступа к информации и коммуникациям может значительно повлиять на ход конфликта.

Возможность атаковать с орбиты позволяет наносить удары с высокой точностью, минуя системы ПВО. БПЛА смогут перехватывать самолеты и другие летательные аппараты. Возникновение такого оружия неизбежно повлечет за собой серьезные последствия. Войны могут стать более быстрыми и разрушительными, так как атаки могут быть осуществлены мгновенно с огромного расстояния. Стратегия и тактика военных действий будут пересмотрены с учётом новых возможностей и угроз, связанных с космическими БПЛА. Необходимо будет разработать новые методы обороны и защиты от таких атак. В итоге, перспектива создания малогабаритных космических БПЛА представляет собой как огромный технологический прорыв, так и серьезную угрозу, требующую переосмысливания существующих международных норм и стратегий безопасности.

### ***Список литературы***

1. Власов А.И. Методика профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий / А.И. Власов // Надежность и качество сложных систем. – 2023. – №4. – С. 95–110. – DOI 10.21685/2307-4205-2023-4-9. – EDN FCSGIV
2. Дятчин В. Влияние беспилотных летательных аппаратов на способы действий общевойсковых подразделений / В. Дятчин, И. Стародубцев // Армейский сборник. – 2024. – №05. – С. 26–32.
3. Ковалёв М.А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв. – Сызрань: Изд-во Самарского университета, 2023. – 96 с.
4. Путилина П.М. Полимерные композиционные материалы на основе углеродных и стеклянных волокон для изготовления деталей беспилотных летательных аппаратов и перспективы их развития / П.М. Путилина, К.Е. Куцевич, А.Ю. Исаев // Труды ВИАМ. – 2023. – №8. – DOI 10.18577/2307-6046-2023-0-8-85-99. – EDN PBEXQG

5. Рукавицин А.Н. Проектирование рамы автономного летательного аппарата с применением композитных материалов / А.Н. Рукавицин // Вестник АГ-ГУ. – 2021. – №2 (72). – С. 56–62.
6. Серебряков Д. Влияние унификации на выбор БПЛА в эксплуатации / Д. Серебряков, Д. Давыдов // Экономика высокотехнологичных производств. – 2023. – Т. 4. №1. – С. 41–50. DOI 10.18334/evp.4.1.117376. EDN KGDQRG
7. Фукуи Т. Усовершенствованный биогибридный дрон для превосходной глобализации источников запаха: высокоточный и увеличенный радиус обнаружения (npj. Robotics). – 2025.
8. Шикула И.Р. Гражданские дроны в законодательстве России и Японии / И.Р. Шикула // Евразийский научно-исследовательский институт проблем права. Раздел «Евразийская адвокатура». – 2019. – №1 (38). – С. 108–111.
9. Тищенко А.И. Методика расчета нагрузки отряда комплексов с беспилотными летательными аппаратами при проведении поисково-спасательных работ / А.И. Тищенко // Журнал Сибирского Федерального университета. Техника и Технологии. – 2018. – №11 (7). – С. 823–830. – DOI 10.17516/1999-494X0097. – EDN YPMSZV
10. Кораблин И.И. Что показал эксперимент. Формирование культуры профессионального мышления будущих офицеров беспилотной авиации / И.И. Кораблин, А.И. Тищенко, А.В. Павлович // Вестник военного образования МО РФ. – 2021. – №6 (33). – С. 41–45.