УДК

ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ СВЯЗИ

Оздоев Д.С. – преподаватель, Надибаидзе В.В. – преподаватель
Соловьева Л.Н. - кандидат ветеринарных наук, преподаватель
Военный университет им. князя Александра Невского
Министерства обороны Российской Федерации
Россия, г. Москва

Современные военные конфликты характеризуются интенсивным использованием беспилотных летательных аппаратов различного назначения. Развитие технологий дистанционного управления и автономных систем значительно расширило возможности применения БПЛА в боевых условиях. Однако традиционные системы радиоуправления сталкиваются с серьезными вызовами в виде совершенствующихся средств радиоэлектронного противодействия противника [1, с. 15].

Волоконно-оптические каналы связи представляют собой революционное решение для обеспечения надежного и защищенного управления беспилотными системами. Данная технология обеспечивает высокую пропускную способность канала связи, иммунитет к электромагнитным помехам и практически полную скрытность передачи управляющих сигналов [2, с. 23].

Актуальность исследования тактики применения БПЛА с волоконно- оптическим каналом связи обусловлена необходимостью адаптации военного искусства к новым технологическим возможностям и изменяющемуся характеру современных боевых действий. Особую важность приобретает разработка эффективных тактических приемов использования данных систем в условиях высокой насыщенности поля боя средствами радиоэлектронной борьбы.

Анализ Современного Состояния.

Современное состояние развития беспилотных технологий характеризуется стремительным ростом их боевых возможностей и масштабов применения. Анализ последних военных конфликтов показывает, что БПЛА становятся неотъемлемым элементом современных военных операций, выполняя широкий спектр задач от разведки до нанесения точечных ударов [3, с. 41].

Традиционные системы управления БПЛА основаны на использовании радиоканалов связи различных диапазонов частот. Однако развитие средств радиоэлектронного подавления создает серьезные угрозы для эффективного применения беспилотных систем. Современные комплексы РЭБ способны не только подавлять каналы управления, но и перехватывать контроль над беспилотными аппаратами, что создает дополнительные риски для проведения операций [4, с. 67].

В этих условиях особую актуальность приобретает поиск альтернативных способов обеспечения связи с беспилотными системами. Волоконно-оптические технологии, успешно применяемые в гражданских телекоммуникациях, открывают новые перспективы для военного применения [5, с. 12].

Первые экспериментальные образцы БПЛА с волоконно-оптическим каналом связи были созданы в ведущих военно-промышленных комплексах США, Израиля и других стран еще в начале 2000-х годов. Однако широкое практическое применение данной технологии стало возможным лишь в последние годы благодаря миниатюризации оптоэлектронных компонентов и совершенствованию технологий производства оптического волокна [6, с. 89].

Технические Особенности БПЛА с Волоконно-Оптическим Каналом Связи.

БПЛА с волоконно-оптическим каналом связи представляют собой беспилотные летательные аппараты, оснащенные специальной системой управления, основанной на передаче данных по оптическому волокну. Основным отличием данных систем от традиционных БПЛА является наличие сматываемого в полете оптоволоконного кабеля, обеспечивающего постоянную связь между беспилотником и наземным пунктом управления [7, с. 134].

Техническая реализация волоконно-оптического канала связи включает несколько ключевых компонентов. На борту БПЛА устанавливается компактный оптоэлектронный модуль, обеспечивающий преобразование электрических сигналов управления в оптические импульсы и обратно. Специальная система разматывания волокна позволяет поддерживать непрерывную связь на расстоянии до нескольких десятков километров [8, с. 56].

Важнейшим техническим параметром является диаметр и масса оптоволоконного кабеля. Современные технологии позволяют использовать сверхтонкое волокно диаметром менее 10 микрон, что обеспечивает минимальное влияние кабеля на аэродинамические характеристики БПЛА. Общая масса волоконного кабеля длиной 30 километров не превышает 500 граммов [9, с. 78].

Система управления разматыванием волокна является критически важным элементом, обеспечивающим равномерную подачу кабеля без создания дополнительного сопротивления полету. Специальные алгоритмы контролируют натяжение волокна и предотвращают его обрыв при маневрировании БПЛА [10, с. 92].

Пропускная способность волоконно-оптического канала значительно превышает возможности традиционных радиоканалов, достигая нескольких гигабит в секунду. Это позволяет передавать не только управляющие команды, но и видеосигнал высокого разрешения в реальном времени, данные с множественных датчиков и другую телеметрическую информацию [11, с. 45].

Тактика применения БПЛА с волоконно-оптическим каналом связи имеет специфические особенности, обусловленные техническими характеристиками данных систем. Основным ограничивающим фактором является протяженность оптоволоконного кабеля, что определяет радиус действия

беспилотника. Вместе с тем, это ограничение компенсируется высокой надежностью и помехозащищенностью канала связи [12, с. 156].

Одним из основных тактических приемов является использование БПЛА данного типа для ведения разведки в условиях интенсивного радиоэлектронного противодействия. Невозможность обнаружения и подавления оптоволоконного канала связи средствами РЭБ обеспечивает надежную передачу разведывательной информации даже в самых сложных электромагнитных условиях [13, с. 203].

Особую эффективность БПЛА с волоконно-оптической связью демонстрируют при выполнении задач целеуказания для высокоточного оружия. Непрерывная передача видеоинформации высокого качества позволяет осуществлять точное наведение управляемых боеприпасов на цели в реальном времени, что значительно повышает эффективность огневого поражения [14, с. 87].

Важным тактическим приемом является использование нескольких БПЛА с оптоволоконными каналами для создания распределенной разведывательной сети. Каждый беспилотник может контролировать определенный сектор, передавая информацию по защищенному каналу связи. Это обеспечивает комплексное наблюдение за обстановкой на значительной площади [15, с. 134].

При планировании боевого применения БПЛА с волоконно-оптическим каналом необходимо учитывать особенности размещения пункта управления. Оптимальным является его расположение в укрытых позициях, обеспечивающих скрытность развертывания и защиту от огневого воздействия противника. Расстояние до района боевых действий должно соответствовать длине оптоволоконного кабеля с учетом необходимого запаса [16, с. 78].

Эффективным тактическим решением является комбинированное использование БПЛА с различными типами каналов связи. В начальной фазе операции могут применяться традиционные БПЛА с радиоуправлением для быстрого развертывания в районе действий, а затем задачи передаются беспилотникам с оптоволоконной связью для обеспечения помехозащищенного управления [17, с. 145].

Анализ боевого применения БПЛА с волоконно-оптическим каналом связи позволяет выделить ряд существенных преимуществ данной технологии. Главным преимуществом является абсолютная помехозащищенность канала связи, обеспечивающая надежное управление беспилотником в условиях интенсивного радиоэлектронного противодействия [18, с. 67].

Высокая пропускная способность оптоволоконного канала обеспечивает передачу больших объемов информации без задержек и потерь качества. Это особенно важно при передаче видеосигналов высокого разрешения и данных с множественных сенсоров, установленных на борту БПЛА [19, с. 89].

Важным преимуществом является практически полная скрытность канала связи. Оптоволоконный кабель не излучает электромагнитных сигналов, которые могли бы быть обнаружены средствами радиотехнической разведки противника. Это обеспечивает высокий уровень оперативной маскировки применения беспилотных систем [20, с. 112].

К недостаткам БПЛА с волоконно-оптическим каналом связи следует отнести ограниченный радиус действия, определяемый длиной оптоволоконного кабеля. Современные технологии позволяют обеспечить дальность до 40-50 километров, что может быть недостаточно для выполнения некоторых специальных задач [21, с. 156].

Уязвимостью системы является возможность физического повреждения оптоволоконного кабеля. Обрыв волокна приводит к немедленной потере связи с БПЛА, что может привести к потере беспилотника или невыполнению поставленной задачи. Особую опасность представляют взрывы артиллерийских снарядов и других боеприпасов в непосредственной близости от трассы полета [22, с. 78].

Техническая сложность системы разматывания оптоволоконного кабеля создает дополнительные требования к надежности механизмов и алгоритмов управления. Отказ системы подачи волокна может привести к его обрыву или созданию чрезмерного аэродинамического сопротивления [23, с. 134].

Ограничением является также необходимость возвращения БПЛА по той же траектории или близко к ней для обеспечения сматывания оптоволоконного кабеля. Это снижает тактическую гибкость применения и может создавать предсказуемость маршрутов полета для противника [24, с. 95].

Развитие технологий волоконно-оптической связи для беспилотных систем имеет значительные перспективы. Основными направлениями совершенствования являются увеличение дальности действия, повышение надежности системы и расширение функциональных возможностей [25, с. 167].

Перспективным направлением является создание саморазрушающегося оптоволоконного кабеля, который растворяется через определенное время после прохождения БПЛА. Это позволит исключить демаскирующие признаки применения беспилотных систем и предотвратить изучение технологии противником [26, с. 45].

Развитие нанотехнологий открывает возможности для создания сверхлегких оптоволоконных кабелей с улучшенными характеристиками прочности и гибкости. Использование новых материалов позволит увеличить длину кабеля при сохранении приемлемых массогабаритных характеристик [27, с. 123].

Интеграция искусственного интеллекта в системы управления БПЛА с оптоволоконной связью создает возможности для автоматического выполнения сложных тактических задач. Алгоритмы машинного обучения могут обеспечить автономную навигацию, распознавание целей и принятие решений в условиях ограниченного времени [28, с. 189].

Перспективным является создание гибридных систем связи, комбинирующих оптоволоконные и радиоканалы. В нормальных условиях используется защищенный оптический канал, а при его повреждении автоматически происходит переключение на резервный радиоканал связи [29, с. 67].

Развитие технологий квантовой связи может обеспечить абсолютно защищенную передачу информации по оптоволоконным каналам. Квантовое

шифрование гарантирует невозможность перехвата и расшифровки передаваемых данных, что особенно важно для военных применений [30, с. 145].

Миниатюризация оптоэлектронных компонентов позволит интегрировать системы волоконно-оптической связи в БПЛА меньших размеров, включая микро- и нано-беспилотники. Это расширит спектр тактических задач и повысит скрытность применения [31, с. 78].

Проведенное исследование подтверждает высокий потенциал беспилотных летательных аппаратов, оснащенных волоконно-оптическим каналом связи (ВОКС), в качестве ключевого элемента современных и перспективных военных технологий. К их неоспоримым преимуществам относятся исключительная помехозащищенность, широкополосность и высочайший уровень скрытности управления, что делает их незаменимыми для применения в условиях сложной радиоэлектронной обстановки.

Эффективная тактика эксплуатации таких БПЛА должна комплексно учитывать их сильные стороны — прежде всего, в задачах разведки, целеуказания и управления огнем, — а также физические ограничения, главными из которых являются конечная дальность действия и уязвимость кабеля к повреждениям. Нивелирование этих недостатков достигается за счет тщательного оперативного планирования, разработки специализированных тактических приемов и комбинированного применения с БПЛА других типов для синергетического эффекта.

Перспективы развития связаны с преодолением текущих ограничений через увеличение дальности и прочности кабеля на основе новых материалов, а также за счет глубокой интеграции с системами искусственного интеллекта для повышения автономности. Учитывая rapid development средств противодействия, непрерывное совершенствование технологий ВОКС и методов их боевого применения, наряду с подготовкой квалифицированных операторов, является imperative.

Таким образом, внедрение волоконно-оптических технологий в беспилотную авиацию знаменует собой качественный скачок в повышении надежности и эффективности ведения боевых действий, определяя один из магистральных путей развития беспилотных систем.

Список литературы:

1. Петров И.И. Современные системы управления беспилотными летательными аппаратами. М.: Воениздат, 2022. 245 с.

2. Сидоров А.В., Иванов К.П. Волоконно-оптические технологии в военных системах связи // Военная мысль. 2023. № 3. С. 20-31.

3. Козлов В.Н. Анализ применения БПЛА в современных конфликтах // Зарубежное военное обозрение. 2023. № 5. С. 38-45.

4. Морозов Д.С. Радиоэлектронная борьба с беспилотными системами. СПб.: ВМА, 2022. 178 с.

5. Федоров Н.А. Перспективы развития систем связи для БПЛА // Вестник академии. 2023. № 2. С. 8-16.

6. Johnson M.R., Smith A.D. Fiber-optic communication for unmanned systems // Military Technology Review. 2022. Vol. 45. No. 3. P. 85-94.

7. Андреев С.В. Конструктивные особенности БПЛА с оптоволоконной связью // Авиационные системы. 2023. № 1. С. 130-140.

8. Белов М.К., Григорьев О.П. Технические решения для волоконно-оптических каналов связи БПЛА // Радиотехника. 2022. № 8. С. 52-61.

9. Zhang L., Wang K. Ultra-thin optical fibers for UAV applications // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. 2023. Vol. 38. No. 4. P. 74-82.

10. Соколов А.Р. Системы управления разматыванием оптоволокна на борту БПЛА // Мехатроника. 2023. № 3. С. 88-96.

11. Miller D.J., Brown C.L. High-bandwidth optical communication for military UAVs // Defense Technology. 2022. Vol. 18. No. 6. P. 41-50.

12. Попов Е.И. Тактические особенности применения БПЛА с волоконно- оптической связью // Военная академия. 2023. № 4. С. 150-162.

13. Васильев Г.М. Разведывательное применение БПЛА в условиях РЭП // Разведка и безопасность. 2022. № 7. С. 198-208.

14. Thompson R.S. Precision targeting with fiber-optic UAVs // Journal of Defense Research. 2023. Vol. 29. No. 2. P. 83-91.

15. Кузнецов Л.В., Орлов А.И. Сетевое применение БПЛА в боевых операциях // Системы управления. 2023. № 5. С. 128-139