

Несомненно, что средства разведки космического базирования характеризуются высокими радиоэлектронно-информационными возможностями и глобальным охватом, однако невысокая периодичность наблюдения за заданным районом отдельными космическими аппаратами требует наличия и поддержания работы спутниковой группировки и соответствующей инфраструктуры, что повышает стоимость такой информации и ограничивает ее использование лишь на стратегическом и оперативном уровнях.

Поэтому на тактическом уровне по-прежнему целесообразным остается применение БПЛА, оснащенных различными средствами разведки и малогабаритными средствами радиоэлектронного подавления (РЭП) отдельных радиоэлектронных средств (РЭС) противника. Все БПЛА должны управляться в единой системе, обеспечивающей их групповое применение.

Опыт ведения боевых действий последних лет уже показал существенное изменение в тактике применения БПЛА и их высокую роль при ведении боевых действий^{4,5}. Дальнейшее повышение эффективности применения БПЛА, по мнению авторов статьи, должно быть связано с развитием системы их группового применения с выделением в составе групп отдельных аппаратов, решающих разведывательные и ударные задачи, задачи РЭП, ретрансляции сигналов между отдельными БПЛА и операторами пунктов управления. Это должно обеспечиваться применением технологий искусственного интеллекта, сетецентрического управления, программно-определяемого радио, автономной навигации и других современных инновационных подходов.

Реализация системы группового применения БПЛА должна быть связана с развитием подсистем разведки, РЭП, огневого поражения, автомати-

зированного управления, ретрансляции и связи.

Подсистема разведки. Основным видом разведки сегодня по-прежнему остается оптико-электронная разведка. Сильными сторонами таких средств разведки являются высокая информативность и удобство восприятия информации человеком-оператором. К числу слабых сторон относятся ограниченная дальность действия, не превышающая нескольких километров, и ограничения по применению в плохих погодных условиях, а также при наличии у противника эффективных средств и способов маскировки войск и объектов.

Для преодоления этих ограничений предлагается использование средств воздушной радиолокационной разведки (ВРЛР). Их размещение на БПЛА позволит обнаруживать объекты независимо от состояния атмосферы и освещенности, в том числе объекты, замаскированные в оптическом диапазоне и находящиеся на большом удалении от трассы полета БПЛА. Вместе с тем такие средства позволяют охватывать большие территории в единицу времени при достаточно высоком разрешении и приемлемой точности определения координат целей. Слабыми сторонами средств ВРЛР являются активный характер работы и подверженность воздействию радиоэлектронных помех. Однако применение широкополосных сигналов с низкой вероятностью обнаружения позволяет снизить их радиотехническую заметность и исключить подавление существующими средствами РЭП противника. Для примера на рисунке 1 представлено радиолокационное и оптическое изображение участка земной поверхности. Радиолокационное изображение получено малогабаритной РЛС «Квазар», разработанной АО «НПП «Радар ммс» при научном сопровождении ВУНЦ ВВС «ВВА», установленной на

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГРУППОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ПРИ ВЕДЕНИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

БПЛА «Грант-М» (ООО «Новик-91», г. Егорьевск). Средства ВРЛР могут быть размещены на различных типах беспилотных носителей самолетного или мультикоптерного типа (рис. 2). По нашему мнению, на зарубежных интернет-площадках уже в скором будущем стоит ожидать появления малогабаритных радиолокаторов, реализующих принципы синтеза апертуры антенны, обладающих высокими информационными возможностями и небольшой стоимостью.

Также в скором будущем следует ожидать использования БПЛА, оснащенных средствами радиолокации для наращивания радиолокационного поля на наиболее опасных направлениях в интересах обнаружения малоразмерных БПЛА, безэкипажных катеров (БЭК) и другой техники противника⁶.

Повышение дальности обнаружения достигается за счет исключения влияния земной поверхности и позволит увеличить располагаемое время на принятие решения по уничтожению БПЛА и БЭК. Такая идея реализована в системах дальнего радиолокационного обнаружения и управления (ДРЛОиУ) типа АВАКС (самолеты семейства Е-3), «Хокай» (самолеты палубного базирования Е-2), стоящих на вооружении США и других стран НАТО, а также в отечественной системе радиолокационного дозора и наведения А-50У.

Для расширения возможностей подсистемы разведки БПЛА, оснащенных средствами ВРЛР, целесообразно применять средства радио- и радиотехнической разведки (РРТР).

К числу достоинств средств РРТР можно отнести работу в пассивном

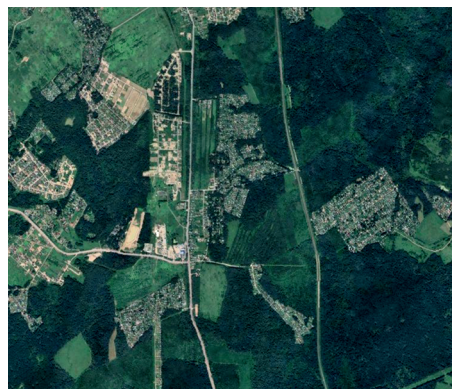


Рис. 1. Радиолокационное (слева) и оптическое (справа) изображения участка земной поверхности (размер 5×5 км)



Рис. 2. Вид РЛС «Квazar» при ее размещении на БПЛА самолетного и мультикоптерного типов

режиме и значительно большую по сравнению с оптико-электронными и радиолокационными средствами дальность действия, как правило, ограниченную дальностью прямой видимости, которая может достигать нескольких сотен километров в зависимости от высоты полета БПЛА. Средства РРТР могут обеспечивать обнаружение мобильных и замаскированных в оптическом и радиолокационном диапазонах объектов: командных пунктов, «кочующих» зенитных ракетных комплексов, радиолокационных станций КББ, обнаружения, наведения и целеуказания, управления оружием и других активных радиотехнических средств. Они также могут решать задачи классификации источников радиоизлучения по характерным сигнатурам излучаемых ими сигналов.

К числу недостатков средств РРТР, предназначенных для установки на БПЛА малого класса, можно отнести невысокую точность определения координат, которая на больших дальностях может превышать несколько километров.

Одним из вариантов малогабаритных средств РРТР может являться фазовый радиопеленгатор, разработанный АО «НПО «ПЭС». Аппаратура представляет собой программно-определяемый радиокomплекс, способный обнаруживать источники радиоизлучений на дальностях до 40—50 км с точностью не хуже 1 градуса по направлению.

Подсистема радиоэлектронного подавления. Для повышения живучести БПЛА, а также увеличения вероятности преодоления ПВО (в том числе при обеспечении боевых действий пилотируемой авиации) они в составе групп должны оснащаться станциями РЭП, формирующими активные шумовые или имитирующие помехи. Применение шумовых помех, несмотря на их универсальность, не будет

являться предпочтительным из-за низкого энергopotенциала бортовых средств РЭБ. Применение шумовых помех будет целесообразным для подавления в основном аналоговых каналов передачи информации (например, видеопотока от FPV-дронов), в том числе работающих в режиме программной перестройки частоты. Для РЭП РЛС целесообразно применение имитирующих и уведящих помех, однако это усложняет структуру построения таких устройств и алгоритмов формирования ответных помех, что может привести к увеличению стоимости при сохранении невысоких массогабаритных характеристик.

Для снижения стоимости готовых решений целесообразно осуществлять разработку средств РРТР и РЭП на основе программно-определяемых решений, таких как *HackRF*, *LimeSDR* и их аналогов, способных принимать, обрабатывать и формировать произвольные виды сигналов в реальном масштабе времени в диапазоне частот до 6 ГГц с полосой мгновенного анализа до 66 МГц, что является вполне достаточным для решения большинства задач в тактической глубине боевых действий. Для расширения диапазона частот могут применяться недорогие преобразователи частот.

Следует ожидать, что развитие микроэлектроники, направленное на уменьшение массогабаритных характеристик аппаратуры, увеличение производительности бортовых вычислителей, реализация принципов программно-определяемого радио позволят в скором времени реализовать функции радиолокационной, радио- и радиотехнической разведки и РЭП в одном многофункциональном устройстве, способном изменять структуру и логику работы в зависимости от решаемых задач.

Подсистема огневого поражения. Широкое применение FPV-дронов

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГРУППОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ПРИ ВЕДЕНИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

показывает их высокую эффективность по поражению бронированных объектов и личного состава. Уже отмечаются попытки применения FPV-дронов для поражения безэкипажных катеров, БПЛА малого и среднего классов, а также вертолетов армейской авиации, действующих на предельно малой высоте.

Рост численности БПЛА, массовость их применения и возросший уровень квалификации операторов привели к разработке новых тактических приемов их использования, таких как «воздушная охота», «ожидание в засаде» и др., а создание алгоритмов автоматического захвата объектов с использованием специализированных высокопроизводительных компьютеров, размещаемых на борту FPV-дронов, позволило реализовать поражение выбранных объектов на завершающем этапе полета в автономном режиме даже при потере связи и срыве видеопотока. Тем не менее сохраняется нерешенная проблема группового управления несколькими FPV-дронами одним расчетом. Актуальность ее обусловлена также необходимостью управления беспилотными системами посредством автоматизированной системы и адресной передачи видеопотока потребителю в условиях сложной радиоэлектронной обстановки.

Следует отметить, что развитие как самих FPV-платформ и их бортового оборудования, так и способов применения среди прочих подсистем осуществляется наиболее динамично. Это связано с наличием уже давно апробированных дешевых технических решений, которые находятся в свободном доступе. Большое количество программных решений по обработке видеоизображений, в том числе с использованием нейронных сетей, можно найти на просторах сети Интернет. Это обуславливает высокий интерес различных студенческих

групп и отдельных энтузиастов, так как не требует значительных финансовых затрат. Развитие этой подсистемы, скорее всего, и дальше будет весьма динамичным и не потребует существенного вмешательства со стороны потенциальных заказчиков.

Подсистема ретрансляции и связи. В настоящее время требования к системе ретрансляции и связи динамично ужесточаются. Если несколько лет назад линии передачи данных в основном работали на фиксированных частотах и зачастую имели аналоговые каналы передачи видеопотока, то сейчас необходима реализация технологичной программной перестройки частоты, функций когнитивного радио при осуществлении шифрования каналов сменными ключами, в том числе для исключения дальнейшего использования противником утерянных по тем или иным причинам БПЛА. Развитие этой функции при стандартизации используемых протоколов и частотного диапазона также позволит реализовать определение принадлежности по принципу «свой — чужой» для исключения огневого и радиоэлектронного их поражения в ходе выполнения боевых задач.

В настоящее время прослеживаются тенденции к расширению частотных диапазонов и полосы сигналов. Если до недавнего времени средства передачи данных строились в соответствии с разрешенными государственной комиссией по радиочастотам диапазонами, то в ходе ведения боевых действий для исключения радиоэлектронного подавления осуществлялись оперативные доработки программного обеспечения по расширению частотных диапазонов и изменению стандартных сигнатур сигналов.

Для увеличения радиуса применения БПЛА (особенно FPV-дронов) необходима реализация передачи информации посредством ретрансляторов, осуществляющих барражирование

в районах, исключая их поражение. Реализация такого функционала требует проведения работ по обеспечению радиоэлектронной совместимости и повышению помехоустойчивости средств передачи данных.

Кроме того, одновременно с функцией ретрансляции БПЛА могут выступать в качестве носителей FPV-дронов для увеличения времени на поиск и уничтожение целей за счет более рационального расхода заряда их аккумуляторных батарей.

Несмотря на то что некоторые решения уже поддерживают реализацию программной перестройки частоты в достаточно широких пределах, протоколы канального уровня по-прежнему используют пилот-сигналы на фиксированных частотах, что упрощает радиоэлектронное подавление таких каналов связи и определение местоположения абонентских терминалов. Поэтому необходима реализация возможности приема информации оператором при работе приемных терминалов в пассивном режиме для исключения его обнаружения средствами РТР противника и последующего огневого и радиоэлектронного их поражения. Как удалось установить в ходе экспериментальных проверок, некоторые средства связи, реализующие широкий функционал по обеспечению радиотехнической скрытности (режимы псевдослучайной перестройки частоты, когнитивного радио, применение широкополосных шумоподобных сигналов), все-таки излучают пилот-сигналы даже при отсутствии передачи данных, что позволяет противнику определять их местоположение.

В качестве перспективной системы, реализующей большую часть указанного функционала и обладающей высоким потенциалом развития, необходимо отметить разработанную ООО «Микроволновая электроника» радиолинию TRX-8D, которая обес-

печивает высокую скорость передачи данных, функции программной перестройки частоты и когнитивного радио, а также возможность работы в диапазоне частот от 30 МГц до 12 ГГц с полосой сигналов до 80 МГц, что затрудняет ее радиоэлектронное подавление существующими комплексами противника.

Таким образом, основными направлениями развития подсистемы ретрансляции и связи целесообразно считать: реализацию адресной передачи информации потребителям при обеспечении электромагнитной совместимости и высокой радиотехнической скрытности; развитие функций программной перестройки частоты без использования пилот-сигналов абонентских терминалов; реализацию единых протоколов обмена информацией, шифрования и функций опознавания «свой — чужой»; расширение диапазонов рабочих частот и полосы сигналов.

Подсистема управления. За рубежом ведущими производителями программных продуктов и вооружения разрабатываются и активно внедряются программно-аппаратные решения, направленные на повышение осведомленности органов военного управления от тактического до оперативного и стратегического уровней, такие как IVAS (*Microsoft*), I4D Solutions (*Airbus*), ATAK (*Raytheon*), JADC2, Skyline, Blaze Terra и другие. Эти решения реализуются в рамках концепции сетецентрической войны. Аналогичные решения, такие как Delta, «Выраж-планшет», «Крапива», используются в вооруженных силах Украины. Эти системы показали высокую эффективность управления прежде всего за счет получения и обработки разведывательной информации от стран блока НАТО.

Основными направлениями совершенствования системы управления являются создание и обеспечение

эффективного функционирования единого разведывательно-информационного пространства за счет применения в том числе и спутниковых каналов передачи информации (система *Starlink* и ее будущие аналоги) в интересах повышения эффективности разведывательно-огневых (ударных) контуров.

В качестве основы подсистемы управления целесообразно рассматривать обычные смартфоны, планшеты, ноутбуки, персональные компьютеры, на которых установлено соответствующее программное обеспечение. Связь между ними осуществляется посредством передачи информации по сети мобильной связи 4G,

с использованием радиостанций, через терминалы спутникового интернета и даже по открытым аналоговым каналам связи путем применения шифрования. Отображение тактической обстановки осуществляется на электронной карте местности, основанной на спутниковых снимках (рис. 3). Информация о тактической обстановке поступает от БПЛА подсистемы разведки, а также от взаимодействующих автоматизированных систем. Программное обеспечение должно гарантировать определение координат обнаруженных объектов с выдачей команд наведения средствам подсистемы огневого поражения и взаимодействующим огневым средствам.

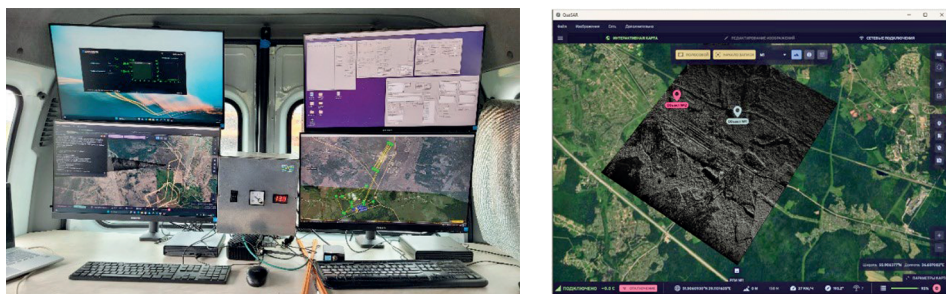


Рис. 3. Варианты размещения автоматизированного рабочего места оператора БПЛА и целевых нагрузок в мобильном КП (слева) и интерфейса автоматизированного рабочего места оператора комплекса средств управления и автоматизации (справа)

Наряду с развитием отдельных подсистем следует также отметить следующие направления по повышению эффективности применения групп БПЛА.

Во-первых, для обеспечения действий БПЛА в условиях сложной радиоэлектронной обстановки бортовое оборудование должно реализовывать функции автономной навигации без определяющей зависимости от внешних радиотехнических навигационных систем. Это возможно осуществить за счет комплексирования информации от датчиков различной

физической природы, основанных на применении оптических камер, бортовых радиолокаторов и радиовысотомеров, помехоустойчивых магнитных и радионавигационных систем. Однако для успешного применения таких систем с точностями определения координат, необходимыми для наведения оружия, особенно на территории противника, требуется проведение значительных работ по созданию навигационных, радиолокационных и оптических топографических основ, карт искажения магнитных полей и радионавигационных сигналов,

в том числе для различных времен года и времени суток. Это требует проведения значительных научно-исследовательских работ.

Во-вторых, если несколько лет назад основными материалами для изготовления БПЛА являлись композиты на основе углепластика и кевлара, то для снижения стоимости применения (особенно БПЛА, действующих вблизи линии боевого соприкосновения и за ней) целесообразно применять дешевые свободно доступные компоненты, такие как алюминиевые профили и полиэтиленовые трубы различных размеров.

В-третьих, для повышения оперативности подготовки к повторному запуску и смены позиций расчетами БПЛА целесообразна реализация их без парашютной посадки, что также дополнительно снижает стоимость производства и эксплуатации БПЛА.

В-четвертых, значительное увеличение задач при планировании применения групп БПЛА требует

обоснования новых направлений совершенствования тактики их применения, разработки новых методик проведения оперативных расчетов и оценки эффективности.

Кроме того, при создании и применении комплексов с БПЛА следует уделить внимание увеличению роли технологий искусственного интеллекта и автономной навигации, повышению эффективности разведки и определения координат объектов, расширению возможностей систем управления, действующих в едином информационном сетевом пространстве для решения разведывательно-ударных (огневых) задач, реализации действий БПЛА в составе групп тактического назначения или роя.

С учетом вышесказанного предлагается способ совместного применения групп БПЛА, оснащенных средствами оптико-электронной, радиолокационной, радиотехнической разведки и радиоэлектронного подавления, представленный на рисунке 4.

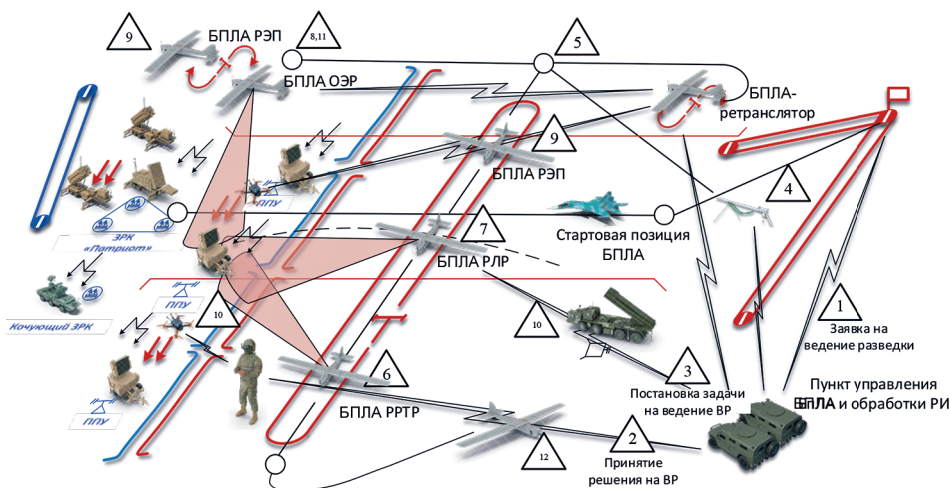


Рис. 4. Способ совместного применения групп БПЛА

Основными этапами предлагаемого способа совместного применения групп БПЛА являются:

- получение заявки на обеспечение боевых действий по ведению воздуш-

ной разведки, радиоэлектронному подавлению и огневому поражению (1) от вышестоящих или взаимодействующих подразделений, частей или соединений с последующим приня-

тием решения (2) по результатам поступившей заявки;

- планирование применения групп БПЛА и постановка задачи (3) расчетам стартовой позиции и наземного пункта управления на подготовку к вылету БПЛА на ведение воздушной разведки, радиоэлектронного подавления и огневого поражения, определение профилей полета и зон барражирования БПЛА;

- выбор стартовой позиции расчетами (4), подготовка БПЛА к полету, ввод полетного задания, установка частот и режимов работы средств разведки, навигации и связи;

- взлет БПЛА; автоматический выход (по программе) и/или дистанционный вывод (5) в районы выполнения задач на основе данных навигационных систем и/или команд дистанционного управления;

- ведение РРТР с определением районов нахождения источников радиоизлучения (6);

- ведение ВРЛР (7), в том числе по результатам РРТР, определение координат обнаруженных объектов;

- оптико-электронная доразведка обнаруженных объектов, вскрытых

средствами ВРЛР и РРТР (8), их распознавание и уточнение координат;

- ведение РЭП (9) как обнаруженных объектов, так и объектов, находящихся в режиме радиомолчания и работающих в режиме централизованного управления (кочующие ЗРК);

- отождествление полученной информации и передача целеуказания на огневые средства поражения (10);

- контроль поражения цели (11);

- выход в районы посадки и посадка БПЛА (12).

В заключение следует отметить, что реализация системы совместного применения групп БПЛА, использующих разнородные средства разведки, радиоэлектронного подавления, ретрансляции и управления, несомненно, обеспечит повышение оперативности обнаружения замаскированных и мобильных объектов, снижение требуемого наряда сил и вероятности их поражения. Для построения эффективной системы необходимо проведение серии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и военно-технических экспериментов.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Донсков Ю.Е., Богословский А.В., Матвеев Д.С. Способы применения беспилотных летательных аппаратов радиотехнической разведки в ходе ведения боевых действий в тактической зоне // Военная Мысль. 2021. № 8. С. 64—70.

² Лихачёв В.П., Унковский А.В., Фурсов С.В. Состояние и перспективы применения малых космических аппаратов видовой радиолокационной разведки в космических силах ВС США // Военная Мысль. 2022. № 10. С. 126—141.

³ Ананьев А.В., Федченко В.С., Филатов С.В. Система управления межвидовой группировкой войск (сил) с интеграцией формирований беспилотной

авиации // Военная Мысль. 2017. № 9. С. 43—50.

⁴ Капцов О. Почему HIMARS не является РСЗО // Военное обозрение. 2022. 19 сентября. URL: <https://topwar.ru/201833-pochemu-himars-ne-javljaetsja-rszo.html> (дата обращения: 03.06.2024).

⁵ Васильченко С. СВО и революция военного дела // Армейский стандарт. 2024. 31 января. <https://armystandard.ru/news/2024129114-TnO1s.html> (дата обращения: 03.06.2024).

⁶ Рязанцев Л.Б., Мариам М.Х. К вопросу повышения эффективности противодействия малоразмерным беспилотным летательным аппаратам // Военная Мысль. 2022. № 6. С. 45—52.