

Боевое применение беспилотных летательных аппаратов с комплексами радиоэлектронной борьбы

Капитан В.В. МИШАНИН

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены особенности функционирования аппаратуры радиоэлектронной борьбы (РЭБ), размещаемой на платформе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), при подавлении и блокировании абонентских терминалов (АТ) сотовой связи противника, а также введении его в заблуждение.

ABSTRACT

The paper looks at the specific functioning features of electronic warfare equipment located on the platform of unmanned aerial vehicles when suppressing and blocking user terminals of the adversary cellular communications, and also misleading the adversary.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Радиоэлектронная борьба, радиоэлектронное подавление (РЭП), беспилотные летательные аппараты, аэродинамически забрасываемые передатчики помех (АЗПП), базовая станция (БС), виртуальная базовая станция (ВБС), блокирование абонентских терминалов сотовой связи.

KEYWORDS

Electronic warfare, electronic suppression, unmanned aerial vehicles, aerodynamically cast jammers, basic station, virtual basic station, blocking user terminals of cellular communications.

ВОЕННЫЕ конфликты XXI века отличаются от предыдущих значительной динамичностью изменения обстановки в районах боевых действий, а также насыщенностью воинских частей (подразделений) и группировок войск (сил) широким спектром радиоэлектронных систем: средств связи; радиотехнических комплексов и радиолокационных станций; автоматизированных систем управления войсками (силами), боевыми средствами, технологическими процессами; абонентских приемников спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС); средств технической разведки и радиоэлектронной борьбы, что, безусловно, влияет на характер и способы ведения вооруженной борьбы.

Высокотехнологичные компоненты сил и средств, участвующих в военном конфликте, как правило, обладают системами объединения радиоэлек-

тронных средств в единые сетевые структуры, позволяющие в реальном масштабе времени получать сведения как о противнике, так

и о своих войсках (силах), распределять их, анализировать и вырабатывать рекомендации по огневому поражению противника, а в некоторых случаях — управлению боевыми средствами (средствами поражения).

Важную роль в процессах оперативного мониторинга обстановки, обеспечения боевых действий и непосредственного применения вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) выполняют стремительно развивающиеся высокотехнологичные комплексы различного назначения на платформах БПЛА. Поэтому разработка предложений по применению комплексов РЭБ на БПЛА является актуальной военно-прикладной задачей¹.

Под **радиоэлектронной борьбой** понимается совокупность мероприятий и действий войск по радиоэлектронному поражению информационно-технических объектов систем управления войсками и оружием противника и радиоэлектронной защите своих информационно-технических объектов. Ее **целью** является снижение эффективности функционирования радиоэлектронных средств и автоматизированных систем управления войсками и оружием противника, что в конечном счете ведет к неполной реализации ими своих боевых возможностей.

Неотъемлемой частью любой системы управления войсками (силами) и оружием является **военная связь**, которая представляет собой совокупность каналов и линий связи, средств и комплексов связи, обеспечивающих функционирование пунктов управления, частей, подразделений, отдельных должностных лиц, а также ВВСТ. Радиосвязь осуществляется между двумя или несколькими пунктами (абонентами) путем излучения и приема электромагнитных волн с помощью радиостанций. Любая радиостанция имеет в своем

составе радиоприемное устройство (радиоприемник), предназначенное для приема полезного сигнала от корреспондента. На приемное устройство могут воздействовать помехи, затрудняющие прием полезного сигнала и в целом ведение радиосвязи. В традиционном смысле целенаправленное воздействие на приемное устройство активными преднамеренными помехами является частью РЭБ — **радиоподавлением**.

Основные условия эффективного радиоподавления: совпадение полосы частот помехи и полезного сигнала; совпадение времени излучения помехи и времени приема полезного сигнала; совпадение направления излучения помехи с направлением на подавляемое радиосредство; достаточная мощность помехи для подавления определенного приемного устройства и вида сигнала.

Помеха в общем случае представляет собой шумовой радиосигнал, распространяющийся в пространстве в виде электромагнитных волн. Для эффективного радиоподавления мощность помехи, как правило, должна превышать мощность полезного сигнала на входе подавляемого приемника. Отношение мощности помехи $P_{п.вх.}$ к мощности полезного сигнала $P_{с.вх.}$ на входе подавляемого приемника, при котором происходит срыв приема полезного сигнала, характеризуется **коэффициентом подавления** ($K_{п}$)²:

$$K_{п} = \frac{P_{п.вх.}}{P_{с.вх.}}.$$

Очевидно, чем выше мощность помехи на входе подавляемого приемника, тем эффективнее радиоподавление. Уровень мощности помехи на входе подавляемого приемника зависит главным образом от выходной мощности излучения станции помех, расстояния от станции помех до подавляемой радиостанции, а также от ха-

рактера препятствий и рельефа местности на трассе радиоподавления.

Повышение мощности излучения помехового сигнала достигается, как правило, за счет увеличения мощности передатчика станции помех. Это влечет повышенный расход энергоресурсов, а также увеличение массогабаритных характеристик аппаратуры³.

Другим способом повышения K_{Π} , а следовательно, эффективности радиоподавления является размещение средств РЭБ на БПЛА. Это позволяет увеличить высоту подъема станции радиопомех, уменьшить дальность до подавляемой радиостанции, а также исключить влияние рельефа местности и других препятствий на распространение радиоволн. Применение средств РЭБ на платформе БПЛА способствует осуществлению возможности радиоподавления практически на дальности прямой видимости. Значительный радиус применения беспилотного летательного аппарата дает возможность осуществлять радиоподавление в районах, находящихся на удалении 100 и более километров от точки запуска.

Таким образом, размещение средств радиоподавления на БПЛА позволяет повысить эффективность решения задач РЭБ. Однако существуют факторы, которые в значительной степени затрудняют возможность широкого использования средств РЭБ на БПЛА.

Во-первых, ограниченная масса полезной нагрузки современных БПЛА не позволяет размещать на них мощные средства радиопомех из-за громоздкости энергоустановок. Максимальная мощность на выходе размещаемых на БЛА передатчиков помех в настоящее время не превышает единиц-десятков ватт. Для сравнения, мощность наземных станций помех определяется сотнями и тысячами ватт.

Во-вторых, современные средства и комплексы связи используют передовые способы и технологии

обеспечения скрытности и помехозащищенности: помехоустойчивого кодирования; шумоподобных сигналов; псевдослучайной (программной) или адаптивной перестройки рабочих частот и др. Перечисленные способы в большинстве современных систем связи применяются комплексно, что увеличивает вероятность приема полезного сигнала и уменьшает вероятность подавления при прочих равных условиях.

Ввиду указанных причин в настоящее время развиваются способы и средства интеллектуального радиоподавления (блокирования), которые основаны не на физическом подавлении приемника полезного сигнала более мощной помехой, а на использовании факторов функциональной уязвимости систем связи.

Под блокированием АТ понимается передача специального сигнала, по которому происходит его отключение от реальной сети и подключение к ВБС комплекса РЭБ. После подключения к ВБС абонент не имеет возможности пользоваться услугами реальной сети, его вызовы блокируются, а сообщения могут приниматься на АРМ оператора комплекса РЭБ.

Помеха в общем случае представляет собой шумовой радиосигнал, распространяющийся в пространстве в виде электромагнитных волн. Для эффективного радиоподавления мощность помехи, как правило, должна превышать мощность полезного сигнала на входе подавляемого приемника. Отношение мощности помехи $P_{п.вх.}$ к мощности полезного сигнала $P_{с.вх.}$ на входе подавляемого приемника, при котором происходит срыв приема полезного сигнала, характеризуется коэффициентом подавления K_{Π} .

Комплекс РЭБ на БПЛА в общем случае представляет собой совокупность аппаратно-программных средств, предназначенных для радиоподавления (блокирования) наземных средств радиосвязи различного назначения. Необходимо отметить различную целевую направленность комплексов РЭБ «на БПЛА» и комплексов РЭБ «с БПЛА». Последние предназначены для радиоподавления каналов управления, передачи данных и навигации БПЛА противника.

В общем случае комплекс РЭБ на БПЛА включает: аппаратуру радиоподавления (блокирования) — полезную нагрузку, являющуюся основой структуры комплекса РЭБ на БПЛА; беспилотный летательный аппарат — носитель, средство доставки полезной нагрузки в район ее применения; комплект стартового оборудования — средства, обеспечивающие запуск и посадку БПЛА; наземный пункт дистанционного управления — автоматизированное рабочее место (АРМ), с которого осуществляется управление полетом БПЛА и режимами функционирования полезной нагрузки; транспортную базу — средство подвижности для передвижения комплекса по местности между позиционными районами; дополнительную аппаратуру — средства жизнеобеспечения, электропитания, связи, навигации и др.

В экипаж комплекса, как правило, входят: начальник комплекса, оператор управления полетом БПЛА, оператор управления полезной нагрузкой, а также водитель транспортного шасси.

Управление полетом БПЛА осуществляется с наземного пункта дистанционного управления (НПДУ) по специальной радиолинии. В настоящее время реализованы и применяются радиолинии управления в диапазоне ультракоротких волн (УКВ), как правило, в поддиапазоне ультравысоких частот (дециметровых волн).

По радиолинии управления с НПДУ на БПЛА передаются команды управления полетом и работой полезной нагрузки, а с БПЛА на НПДУ — данные телеметрии о полете, состоянии подсистем БПЛА, а также о техническом состоянии и функционировании элементов полезной нагрузки.

В качестве полезной нагрузки БПЛА, входящих в состав комплексов РЭБ, рассматриваются виртуальные базовые станции (ВБС), представляющие собой аппаратуру, которая по своим техническим характеристикам аналогична базовым станциям (БС) сетей GSM. При этом технические возможности ВБС позволяют имитировать работу практически любых операторов сотовой связи. ВБС включаются в работу при нахождении БПЛА-носителя в районе применения на высоте, обеспечивающей в сложившейся обстановке максимальную эффективность.

Алгоритм применения комплекса РЭБ на БПЛА с ВБС на борту в общем случае подразделяется на ряд характерных этапов: подготовка комплекса к применению и запуск БПЛА; набор высоты, вывод его в район применения и включение полезных нагрузок; ведение радиоразведки сотовых сетей; целенаправленное воздействие на абонентские терминалы (АТ); накопление данных и составление донесений о результатах работы; выключение полезных нагрузок и возвращение БПЛА в район посадки.

При выходе в район применения оператор управления полезной нагрузкой дает команду оператору управления БПЛА на установление оптимальной высоты и включение питания полезной нагрузки. После включения ВБС оператор производит их подключение к радиолинии управления и настройку параметров работы, оценку РЭО в заданном районе применения с помощью специального программного обеспечения (СПО).

Одним из способов повышения эффективности радиоподавления является размещение средств РЭБ на БПЛА, что позволяет увеличить высоту подъема станции радиопомех, уменьшить дальность до подавляемой радиостанции, исключить влияние рельефа местности и других препятствий на распространение радиоволн. Применение средств РЭБ на платформе БПЛА способствует радиоподавлению практически на дальности прямой видимости. Значительный радиус применения БПЛА дает возможность осуществлять радиоподавление в районах, находящихся на удалении 100 и более километров от точки их запуска. Таким образом, размещение средств радиоподавления на БПЛА повышает эффективность решения задач РЭБ.

Выявляются следующие характеристики сотовых сетей:

- *MCC, MNC* — идентификаторы сотовых операторов (сетей), предоставляющих услуги в данном районе. Каждый идентификатор состоит из цифр, определяющих код страны (*MCC*) и код сети внутри страны (*MNC*);

- *LAC* — идентификаторы зон обслуживания. Каждый идентификатор представляет собой набор цифр и определяет коммутатор, осуществляющий управление БС, обслуживающими определенную зону;

- *CID* — идентификаторы БС (ячеек в пределах зоны обслуживания). Каждый идентификатор представляет собой набор цифр и определяет конкретную БС. Он также показывает, обслуживает ли данная БС всю ячейку в целом или некоторый отдельный сектор в ячейке;

- *ARFCN* — абсолютные номера радиочастотных каналов, используемые конкретными БС. Каждый канал расположен в пределах диапазона частот оператора, занимает полосу в 200 кГц и имеет свой порядковый номер;

- *RxL* — уровни принимаемых сигналов от каждой БС;

- списки соседних БС и другие параметры.

На основе анализа данных характеристик сотовых сетей могут быть сделаны следующие выводы: о присутствующих в районе операторах

(*MNC, MCC*), количестве доступных БС, их идентификаторах (*CID, LAC*), а также о количестве и номерах используемых частотных каналов (*ARFCN*); об общем количестве АТ в данном районе; о количестве АТ, обслуживаемых конкретными операторами; об услугах сотовой сети, используемых АТ; о наличии в районе АТ, использующих иностранные *SIM*-карты; об изменении количества АТ с течением времени; о местах скопления абонентов и их перемещениях по местности в течение суток. В ряде случаев массовые перемещения и скопления абонентов в местах, где этого обычно не наблюдается, говорят о намерениях противника сосредоточить усилия в данном направлении (районе).

Необходимо отметить принципиальные моменты выбора БС для обслуживания конкретного АТ в сотовых сетях, учитывая, что сотовая сеть и мобильные абоненты постоянно обмениваются информацией по логическим служебным каналам. Канал случайного доступа используется АТ для запроса доступа к сотовой сети. Информационный вещательный канал управления используется сетью для передачи АТ общей информации по настройке и конфигурации сети. Выделенный индивидуальный канал управления используется для передачи сигналов управления и конфигурации конкретному АТ (группе АТ).

Используя эти каналы, сотовая сеть и сотовый телефон обмениваются данными, необходимыми для оптимизации подключений⁴.

В сетях стандарта GSM-900/DCS-1800 используется алгоритм переключения (хендовера) на основе критерия C1/C2. Данный критерий учитывает не только уровень сигнала от БС, принимаемый АТ, но и уровень сигнала от АТ, принимаемый БС. Данный критерий позволяет, с одной стороны, выбрать обслуживающую БС с наиболее мощным сигналом, а с другой стороны — оптимизировать использование энергетического ресурса АТ для связи с БС. Уровень мощности излучения сотового телефона зависит от дальности до обслуживающей его БС: чем дальше БС, тем большую мощность излучения требуется использовать АТ для связи с ней.

Таким образом, сотовый телефон и сотовая сеть совместно выбирают лучшую для его обслуживания БС. Из двух БС для обслуживания АТ будет выбрана та, что имеет более мощный сигнал. При этом учитывается то, какую мощность излучения требуется использовать АТ для связи

с этой БС. По этому показателю будет выбрана та БС, для связи с которой АТ необходима меньшая мощность.

В соответствии с алгоритмом применения комплекса РЭБ на БПЛА на основе данных оценки РЭО и алгоритмов, реализованных в СПО оператора управления полезной нагрузкой, осуществляется автоматический выбор частотных каналов, на которых будут работать ВБС. Оператор может также осуществить настройки работы ВБС в ручном режиме. Выбор канала (ARFCN) осуществляется по двум основным критериям, а именно: по количеству БС, использующих данный канал для работы в данном районе; по среднему уровню сигнала (RxL) в данном частотном канале.

В общем случае наилучшим каналом для настройки передающего модуля ВБС будет тот, на котором работает максимальное количество БС и который при этом имеет наиболее низкий уровень сигнала.

Далее, используя настройки, оптимизированные по результатам оценки РЭО, ВБС начинает передавать сигнал приоритета по критерию C1/C2. Необходимо отметить, что нахождение ВБС на борту БПЛА позволяет достигнуть энергетического преимущества над БС сотовых операторов при подключении и переключении (хендовере) АТ, особенно на местности со сложным рельефом. В результате АТ сотовой связи противника находящиеся в районе дежурства БПЛА с полезной нагрузкой, отключаются от своих наземных БС и подключаются к ВБС комплекса РЭБ.

Таким образом, АТ становятся изолированными от сотовой сети и не могут использоваться абонентами для обмена каким-либо сообщениями (сигналами). Причем на ВБС есть возможность принимать SMS-сообщения от подключенных абонентов, а также рассылать сообщения им, используя любой произ-

На основе анализа характеристик сотовых сетей могут быть сделаны выводы: о присутствующих в районе операторов, количестве доступных базовых станций, их идентификаторах, количестве и номерах используемых частотных каналов; об общем количестве абонентских терминалов, их количестве, обслуживаемых конкретными операторами, изменении их количества с течением времени; о местах скопления абонентов в течение суток, что говорит о намерениях противника сосредоточить усилия в данном районе.

вольный телефонный номер. Кроме того, с помощью специального аппаратно-программного обеспечения производится определение местоположения АТ и отображение его на электронной карте местности.

В ходе работы ВБС ведется сбор идентификаторов (*IMSI* — абонента в сотовых сетях, привязан к *SIM*-карте и *IMEI* — оборудования, привязан к используемому АТ), а также параметров их работы (время, место, пути перемещения, изменения оборудования/*SIM*-карт и др.). На основе сбора, накопления и анализа полученной информации создается база данных, используемая для выработки обоснованных решений по эффективному воздействию на противника.

Максимальная продолжительность нахождения ВБС, как и любой другой полезной нагрузки, в районе применения зависит от оперативно-тактической обстановки, замысла проводимой

операции, погодных условий, а также от характеристик БПЛА-носителя (грузоподъемности, максимальной дальности применения, максимальной продолжительности полета).

Применение ВБС в качестве полезной нагрузки комплексов РЭБ на БПЛА — не единственный вариант реализации возможностей установки средств РЭБ на воздушных носителях. В разработке находятся средства РЭБ (полезные нагрузки), предназначенные для воздействия на абонентские устройства и станции других широко применяемых радиоэлектронных систем.

На вооружение частей и подразделений РЭБ ВС РФ приняты комплексы аэродинамически забрасываемых передатчиков помех «Леер-3» (рис. 1) на базе БПЛА ближнего действия «Орлан-10».

Необходимо отметить, что по своему функциональному содер-



Рис. 1. Комплекс АЗПП «Леер-3»

жанию данные комплексы передатчиками помех не являются, а представляют собой комплексы РЭБ на БПЛА, предназначенные для поиска, обнаружения, идентификации, определения местоположения и блокирования АТ сотовой связи стандарта GSM с помощью ВБС, размещаемых на борту БПЛА-носителя (рис. 2, 3).

Комплекс «Леер-3» позволяет создавать зоны контроля (блокирования) абонентов сотовой связи стандарта GSM значительного радиуса относительно точки под БПЛА на дальности свыше 100 км от стартово-посадочной площадки. При этом в зависимости от условий полета и характеристик района ведения военных действий, обеспечивается как



Рис. 2. БПЛА ближнего действия «Орлан-10» в полете



Рис. 3. БПЛА «Орлан-10» на стартовой позиции

блокирование, так и мониторинг функционирования сотовых сетей трех операторов мобильной связи с возможностью определения местоположения их АТ.

Комплексами АЗПП могут решаться и специальные задачи: выявление конкретных абонентов (групп абонентов) и определение их местоположения; ведение дезинформации противника методом рассылки сообщений определенного характера.

На основе комплексов АЗПП «Леер-3» сформированы отделения, взводы и отряды АЗПП как в составе отдельных частей РЭБ, так и подразделений РЭБ общевойсковых соединений и частей.

Ввиду того что применение комплексов РЭБ на БПЛА становится типовой составляющей современного военного конфликта, развиваются и способы противодействия таким комплексам. В частности, для снижения эффективности работы комплексов, осуществляющих блокирование сотовой связи, противником могут применяться способы дезинформации и имитации радиоэлектронной обстановки. Например, работа множества модулей GPS в небольшом районе может не отражать соизмеримого количества реальных абонентов, а быть следствием обманных действий противника. Также в последнее время стали появляться специальные устройства, генерирующие множество идентификаторов и передающие их в радиоэфир, что является имитацией работы большого количества абонентов.

Применение виртуальных базовых станций в качестве комплексов РЭБ на беспилотных летательных аппаратах — не единственный вариант установки средств РЭБ на воздушных носителях. В разработке находятся средства РЭБ, предназначенные для воздействия на абонентские устройства и станции других радиоэлектронных систем.

Очевидно, что комплексы РЭБ на БПЛА, как довольно новое направление развития средств и способов радиоэлектронной борьбы, будут совершенствоваться и в дальнейшем. В ближайшей перспективе ожидается появление комплексов, решающих широкий спектр задач РЭБ: блокирование работы терминалов спутниковой связи; искажение навигационного поля в целях нарушения работы терминалов спутниковых навигационных систем; блокирование абонентов и мониторинг работы сотовых сетей нового поколения; блокирование транкинговых средств связи нового поколения; подавление радиолокационных станций разведки поля боя; подавление РЛС разведки воздушных целей и др.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Раскин А.В., Пеляк В.С. Сетевая война — война информационной цивилизации // Военная Мысль. 2008. № 4. С. 78—80.

² Вакин С.А., Шустов Л.Н. Основы радиоэлектронной борьбы. М.:

ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1998. С. 155.

³ Там же. С. 156.

⁴ URL: <https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms> (дата обращения: 27.05.2021).