

Использование беспилотных летательных аппаратов в качестве ретрансляторов радиосигнала при проведении радиотелеметрических измерений

Капитан С.М. БЕРДНИКОВ

Майор А.Н. ГОНЧАРУК

*В.В. БАРАГУЗИНА,
кандидат химических наук*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена возможность использования беспилотных летательных аппаратов в качестве ретранслятора радиосигнала при проведении летных испытаний образцов ракетной техники.

ABSTRACT

The paper examines a possibility of using unmanned aerial vehicles as re-transmitters of radio signals when flight-testing missile specimens.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Беспилотный летательный аппарат, телеметрическая информация, измерения, искусственный спутник Земли, радиотелеметрическая система.

KEYWORDS

Unmanned aerial vehicle, telemetric information, measurements, artificial satellite of the Earth, radio-telemetric system.

ВООРУЖЕННЫЙ конфликт в Сирийской Арабской Республике (САР) показал, что войска «умеренной оппозиции» и примкнувшая к ним международная террористическая организация «Исламское государство» (ИГИЛ — запрещена в Российской Федерации) в ходе ведения боевых действий против правительственных войск САР активно применяли беспилотные летательные аппараты (БПЛА), поставляемые западными странами. Главной целью их применения являлось прежде всего проведение воздушной разведки мест дислокации правительственных войск с последующим нанесением ударов по наиболее уязвимым объектам.

Сегодня на вооружении ВС РФ стоит более 1900 БПЛА различных типов — отметил в интервью газете «Красная звезда» начальник управления (строительства и развития системы БПЛА) Генерального шта-

ба ВС РФ генерал-майор А.В. Новиков¹. По опубликованной на официальном сайте МО РФ информации, в составе ВС РФ имеется около 9 типов БПЛА, преимущественно самолетного типа. Данные БПЛА имеют

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА В КАЧЕСТВЕ РЕТРАНСЛЯТОРОВ РАДИОСИГНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

различные способы старта (с рук, катапульты и взлетно-посадочной полосы) и предназначены для решения следующих задач:

- ведение воздушной разведки объектов противника;
- выдача данных для целеуказаний ударным (огневым) средствам;
- радиоразведка;
- ретрансляция радиосигнала;
- блокировка сотовой связи стандарта GSM;
- искажение навигационного поля GPS и др.

Подготовка специалистов (операторов) по эксплуатации БПЛА осуществляется в Государственном центре беспилотной авиации МО РФ. Имеющаяся в ВС РФ ресурсная база позволяет рассматривать возможность применения БПЛА в качестве ретранслятора радиосигнала для проведения радиотелеметрических измерений (РТИ) при проведении летных испытаний образцов ракетной техники.

Данные о методике исследования. В связи с тем, что развитие вооружений и военной техники не всегда позволяет получить полную объективную информацию от имеющихся средств измерений, возни-

кает потребность в использовании ретрансляторов на БПЛА для получения оперативной информации в требуемых объемах.

Для передачи радиосигнала на БПЛА целесообразно разместить приемопередающую антенну. Обусловливается это тем, что исследуемый объект, как правило, обладает большими перемещениями в пространстве. Следовательно, в случае установки направленной антенной системы потребуется задействование дополнительного оборудования, позволяющего осуществлять ее азимутальные и угломестные перемещения. Для получения устойчивого и непрерывного радиосигнала в момент ретрансляции потребуется обеспечить неподвижное состояние БПЛА. По своему конструктивному исполнению все БПЛА можно разделить на два вида: самолетного и вертолетного типа. Поэтому в случаях использования БПЛА в качестве ретранслятора радиосигнала при проведении РТИ целесообразно использовать прежде всего БПЛА вертолетного типа.

В качестве примера представлен один из наиболее популярных во многих странах мира БПЛА вертолетного типа «Горизонт ЭЙР S-100» (рис.).



Рис. БПЛА вертолетного типа «Горизонт ЭЙР S-100»

«Горизонт ЭЙР S-100» представляет собой собранный по лицензии австрийской фирмы *Schiebel «Camcopter S-100»* вертолет весом 100 кг, длиной 3,1 м и диаметром несущего винта 3,4 м, который способен передвигаться с максимальной скоростью 220 км/с (крейсерская — 102 км/ч) и передавать данные на расстояние до 180 км. Максимальное время полета с полезной нагрузкой в 35 кг составляет не менее 6 часов.

Экспериментальная часть, сравнительный анализ. Исследование проведено для случая мгновенной активной ретрансляции радиосигнала, в которой вместо искусственного спутника Земли будет БПЛА

вертолетного типа, вместо одной из станций — испытываемый образец ракетной техники. Для того чтобы оценить целесообразность использования БПЛА в качестве ретранслятора радиосигнала при проведении РТИ, необходимо рассчитать максимальную длину радиолинии двух радиотелеметрических систем (РТС). Единственным отличием РТС будет являться размещение одной из них на борту БПЛА с ретранслятором. При проведении расчетов целесообразно использовать уравнение для расчета максимальной дальности действия радиолинии.

Максимальная длина радиолинии определяется уравнением (1):

$$R_{\max} = \frac{\lambda}{4 \cdot \pi} \sqrt{\frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot L_0 \cdot N}{P_{\text{пр. min}}}}; \quad (1)$$

где: λ — длина волны;

$P_{\text{пер}}$ — мощность передатчика;

$G_{\text{пер}}$ — коэффициент усиления передающей антенны;

$G_{\text{пр}}$ — коэффициент усиления приемной антенны;

$\eta_{\text{пр}}, \eta_{\text{пер}}$ — КПД приемного и передающего антенно-фидерного трактов;

L_0 — коэффициент запаса, учитывающий затухание энергии электромагнитных колебаний при распространении сквозь атмосферу и межпланетное пространство;

N — коэффициент запаса, учитывающий потери, обусловленные неравномерностью диаграмм направленности антенн, а также поляризационные потери;

$P_{\text{пр. min}}$ — мощность сигнала приемника.

Длина волны, как известно, определяется отношением скорости света к значению частоты сигнала (2)

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

где: c — скорость света;

f — частота сигнала передатчика;

С целью проведения сравнительного анализа воспользуемся уравнением Фрииса (3), которое по своему содержанию является аналогичным с вышеприведенным уравнением для расчета максимальной дальности действия радиолинии и составлено без учета $\eta_{\text{пр}}, \eta_{\text{пер}}, L_0, N$.

$$R_{\max} = \frac{\lambda}{4 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пр}}}{P_{\text{пр}}}}, \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{244 \cdot 10^6} = 1,23 \text{ м}, \quad (4)$$

$$R_{\max 0} = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пр}}}{1,3 \cdot 10^{-12}}} = \frac{1,23}{4 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 12 \cdot 1}{1,3 \cdot 10^{-12}}} = 940880 \text{ м} \approx 941 \text{ км.} \quad (5)$$

Коэффициенты расчета максимальной дальности действия радиолонии взяты для приема и передачи телеметрической информации типовых антенн.

Проведенный расчет показывает, что максимальная длина радиолонии от наземной антенной системы до испытываемого образца ракетной техники ($R_{\max 0}$) составляет около 941 км. Для расчета максимальной длины радиолонии от наземной антенной системы до испытываемого образца ракетной техники с использованием БПЛА, оборудованного ретранслятором радиотелеметрического сигнала, потребуется произвести поэтапный расчет. БПЛА при проведении измерений должен находиться на высоте, обеспечивающей прямую радиовидимость с приемной антенной. В первом этапе предлагаем рассчитать максимальную длину радиолонии от наземной антенной системы до БПЛА с ретранслятором на борту ($R_{\max 1}$). На втором этапе рассчитаем максимальную длину радиолонии от используемого БПЛА до испыты-

ваемого образца ракетной техники ($R_{\max 2}$). В третьем, заключительном этапе при суммировании результатов, полученных в предыдущих двух этапах, получим максимальную длину радиолонии от наземной антенной системы до испытываемого образца ракетной техники с использованием БПЛА, оборудованного ретранслятором радиотелеметрического сигнала ($R_{\max 3}$). Полученный результат дает возможность провести сравнительный анализ двух РТС. Будем полагать, что передатчик, установленный на БПЛА, имеет такие же характеристики, как и передатчик, установленный на образец испытываемой ракетной техники, и соответственно длина радиолонии от наземной антенны до БПЛА составляет также 941 км, т. е. $R_{\max 0} = R_{\max 1}$.

Перед началом расчета второго этапа необходимо отметить, что приемная антенна, размещенная на БПЛА, так же, как и на испытуемом образце ракетной техники, будет иметь коэффициент усиления равный $G_{\text{пр}} = 1$. Исходя из этого следует, что:

$$R_{\max 2} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пр}}}{P_{\text{пр}}}} = \frac{1,23}{4 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{10 \cdot 1 \cdot 1}{1,3 \cdot 10^{-12}}} = 271609 \text{ м} \approx 272 \text{ км,} \quad (6)$$

$$R_{\max 3} = R_{\max 1} + R_{\max 2} = 941 + 272 = 1213 \text{ км.} \quad (7)$$

Сравним результаты, полученные при расчетах максимальной длины радиолонии:

$$R_{\max 0} \approx 941 \text{ км} < R_{\max 3} = 1213 \text{ км.} \quad (8)$$

Наглядно видно, что длина радиолонии РТС без БПЛА на 22 % меньше, чем длина радиолонии с использованием ретранслятора на БПЛА.

Максимальная дальность действия системы приема с ретранслятором может быть достигнута путем:

- увеличения мощности излучения передающих устройств;
- использования передающих антенн с большой величиной коэффициента усиления и приемных антенн с большой величиной коэффициента усиления и приемных антенн с боль-

***Использование беспилотных летательных аппаратов
в качестве ретрансляторов радиосигнала при
проведении радиотелеметрических измерений
показывает, что наибольшая максимальная дальность
действия преобладает у системы приема телеметрии
с использованием БПЛА
с ретранслятором на борту.***

шой эффективной площадью и малыми боковыми лепестками, а также использования антенн с минимальной неравномерностью диаграмм направленности и минимальными поляризационными потерями;

- использования фидерных систем с большой величиной коэффициента полезного действия;

- выбора оптимального диапазона волн, при котором уровень внешних шумов и поглощение в атмосфере Земли;

- применения высокочувствительных приемных устройств, обеспечивающих в комплексе с методами оптимальной обработки и регистрации сигналов возможность работы при малых отношениях сигнал/шум на входе;

- выбора рациональной скорости передачи информации с изменением дальности.

Таким образом, использование беспилотных летательных аппаратов в качестве ретрансляторов радиосигнала при проведении радиотелеметрических измерений показывает, что наибольшая мак-

симальная дальность действия преобладает у системы приема телеметрии с использованием БПЛА с ретранслятором на борту.

Использование таких систем позволяет:

- значительно увеличить возможности приема телеметрии наземными измерительными средствами от образцов ракетной техники, находящимися на значительном удалении от них;

- получать телеметрию при проведении летных испытаний низколетящих образцов ракетной техники;

- уменьшить состав группировки измерительных средств, осуществляющих прием телеметрии на всей протяженности полета испытываемого изделия и, как следствие, сокращение финансовых затрат, связанных с дополнительным задействованием подвижной (мобильной) группировки измерительных средств;

- повысить безопасность номеров расчетов при проведении испытаний, что позволит испытывать вооружение и военную технику для всех видов и родов войск.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Авдеев Ю. Беспилотная авиация уже незаменима // Красная звезда. 06.07.2018. URL: <http://redstar.ru/>

bespilotnaya-aviatsiya-uzhe-nezamenima/ (дата обращения: 24.08.2020).

² Агаджанов П.А., Горшков Б.М., Смирнов Г.Д. и др. Основы радиотелеметрии. М., 1971. С. 64—69.