

Способ повышения устойчивости авиационной радиосвязи

А. Е. Алексеев, email: sanei81@bk.ru 1

А. В. Рябов, e-mail: ryalvy@mail.ru 1

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»
(г. Воронеж)

***Аннотация.** В данной работе предложен способ повышения устойчивости системы авиационной радиосвязи на основе использования беспилотных летательных аппаратов в качестве ретрансляторов воздушной радиосвязи.*

***Ключевые слова:** система авиационной радиосвязи, помехоустойчивость, ретрансляция, беспилотный летательный аппарат.*

Введение

Эксплуатация современной авиационной техники предъявляет повышенные требования к системе управления, материальной основой которой является система авиационной связи. Для управления авиацией основным родом связи является радиосвязь. При этом к системе авиационной радиосвязи предъявляется ряд требований, важнейшим из которых в современных условиях является помехоустойчивость.

С точки зрения помехоустойчивости наиболее уязвимыми являются подвижные средства радиосвязи, в силу накладываемых на них ограничений по мощности излучения передатчиков и по применяемым антенным устройствам. Однако, подвижные средства радиосвязи зачастую являются единственно возможными средствами организации связи в труднодоступной и удаленной местности со слабо развитой инфраструктурой, а так же при организации связи с воздушными судами.

В известной литературе приведено большое количество способов повышения качества связи, наиболее эффективные из которых основаны на применении сложных сигнально-кодовых конструкций, ретрансляции сигналов, использования высокоэффективных антенных систем, модемных подавителей [1-3]. При этом, одним из наиболее доступных и эффективных способов повышения помехоустойчивости является ретрансляция сигналов.

В современных условиях для организации воздушной радиосвязи широко применяются ретрансляторы на самолетах, вертолетах и

аэростатах. Использование вышеперечисленных средств в качестве ретрансляторов позволяет существенно увеличить дальность связи, либо повысить уровень сигнала в точке приема. Однако имеются и существенные недостатки использования таких средств, основными из которых является: большая зависимость от физико-географических условий и метеобстановки, расход эксплуатационного ресурса авиационной техники; высокие экономические затраты при эксплуатационном обслуживании авиационной техники; необходимость привлечения большого количества обслуживающего персонала. В то же время, потенциальные возможности применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в качестве ретрансляторов для организации авиационной радиосвязи в настоящее время в полной мере не используются и является перспективным направлением.

1. Возможность применения БЛА в качестве воздушных ретрансляторов

В настоящее время БЛА находят широкое применение для решения задач географической разведки в труднодоступных районах, контроля за пожарной безопасностью в удаленных, пожароопасных районах, контролем в ходе поддержания общественного правопорядка при проведении массовых мероприятий и митингов, поисково-розыскных мероприятий и ряда других задач. Представляет практический возможность применения БЛА в качестве ретрансляторов при организации воздушной радиосвязи [4].

В настоящее время отечественной промышленностью освоен выпуск БПЛА типа «Орлан», внешний вид представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид БПЛА типа «Орлан»

Анализ тактико-технических характеристик этих БЛА позволяет сделать вывод о возможности их применения в качестве воздушных ретрансляторов, при размещении на их борту в качестве полезной нагрузки малогабаритных радиостанций [4].

В зависимости от типа используемого БЛА и его возможностей по размещению полезной нагрузки, могут быть рассмотрены малогабаритные, помехозащищенные радиостанции типа Р-187П1, Р-187БВ, Р-853 В2М и другие. [4].

На рис. 2 представлен вариант размещения двух радиостанций Р-187П1 на БЛА «Орлан-10» при проведении эксперимента по его использованию в качестве воздушного ретранслятора.

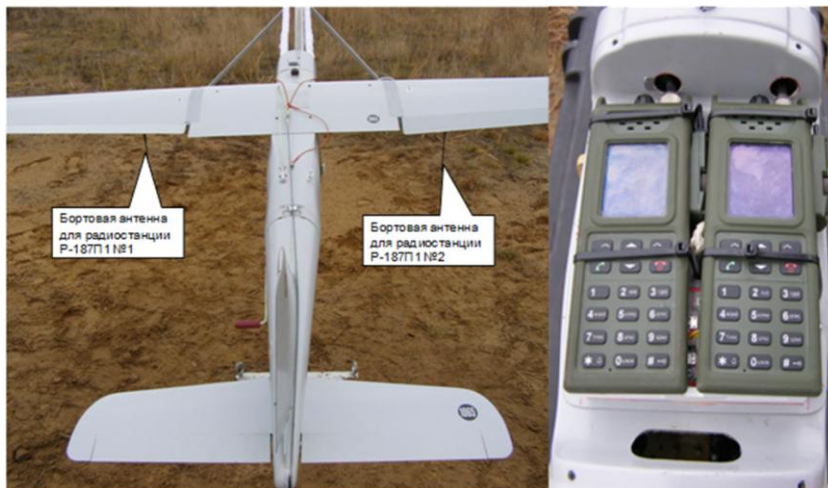


Рис. 2. Бортовой ретранслятор связи на базе БЛА «Орлан-10» с двумя радиостанциями Р-187П1

Результаты моделирования и экспериментальные данные показали, что практическое применение воздушных ретрансляторов на БЛА позволяет оперативно развертывать информационные направления и повысить устойчивость авиационной радиосвязи. При этом представляет интерес организации сетей авиационной радиосвязи на основе применения группы БЛА для ретрансляции [4].

2. Способ повышения устойчивости авиационной радиосвязи на основе ретрансляции сигналов группой БЛА

Рассмотрим сеть воздушной радиосвязи, состоящую из узла отправителя сообщения (наземная радиостанция), узла получателя сообщения (радиостанция, расположенная на воздушном судне) и от 2 до 6 воздушных ретрансляторов (радиостанций, находящихся на БЛА). Вариант подобной системы представлен на рис. 3.

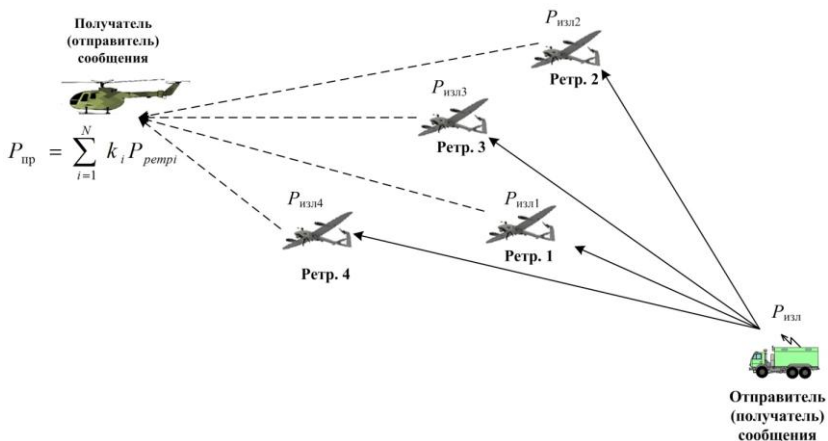


Рис. 3. Вариант адаптивной сети воздушной радиосвязи с использованием воздушных ретрансляторов на БЛА

Каждый ретранслятор может работать в следующих режимах:

- последовательная ретрансляция через составные радиолинии;
- параллельная ретрансляция с пространственным сложением мощности передатчиков [5].

В простой сигнально-помеховой обстановке предполагается работа рассматриваемой сети радиосвязи либо в режиме непосредственной связи наземной радиостанции с воздушным судном, либо режиме последовательной ретрансляции сигналов через один или несколько БЛА с маломощными радиостанциями на борту. При этом в сети необходим мониторинг доступного структурного ресурса и оценка радиочастотной обстановки.

При ухудшении сигнально-помеховой обстановки и наличии доступных ретрансляторов, осуществляется переход в режим параллельной ретрансляции с синфазным суммированием сигналов в точке приема [].

В режиме параллельной ретрансляции сигналы от наземного пункта управления принимаются группой воздушных ретрансляторов и одновременно передаются (ретранслируются) управляемому объекту (воздушному судну), где осуществляется прием сигналов по параллельным каналам с синфазным сложением мощности.

Суммарный сигнал может быть представлен в виде []:

$$P_{c \Sigma} = \frac{N \cdot P_{\text{пер } c} \cdot G_{\text{АФАР}} \cdot G_{\text{А пр } c} \cdot \lambda^2}{16 \pi^2 \cdot W_{\text{пр } c} \cdot \sum_{i=1}^N (D_{\text{лс } i}^2 \cdot W_{c i})} \quad (1)$$

где $P_{\text{пер } c}$ – мощность передатчика i -го ретранслятора; N – количество ретрансляторов; $G_{\text{АФАР}}$ – коэффициент усиления виртуальной ФАР, состоящей из N ретрансляторов; $G_{\text{А пр } c}$ – коэффициент усиления приемной антенны; λ – длина волны; $D_{\text{лс } i}$ – расстояние между i -м ретранслятором и приемником линии связи; $W_{c i}$ – коэффициент учитывающие дополнительные потери сигнала в i -м канале ретрансляции сверх потерь при распространении его в свободном пространстве; $W_{\text{пр } c}$ – коэффициент учитывающий потери сигнала в приемнике линии связи.

Как следует из выражения (1) уровень суммарного сигнала в точке приема пропорционален количеству ретрансляторов N , работающих в режиме параллельной ретрансляции.

Для синфазного сложения сигналов в точке приема необходима синхронизация передатчиков-ретрансляторов, которая может быть обеспечена по цепи обратной связи сигналами управляемого объекта (воздушного судна). На борту ретранслятора синхронизация может обеспечиваться на основе фазовой автоподстройки частоты передатчиков по опорному сигналу, пришедшему по цепи обратной связи от управляемого объекта [].

Заключение

Предлагаемый способ параллельной ретрансляции сигналов группой БПЛА позволяет за счет синфазного сложения принимаемых сигналов существенно увеличить уровень полезного сигнала на входе приемника, либо увеличить дальность связи.

Реализация и практическое применение воздушных ретрансляторов на БПЛА позволит оперативно развертывать информационные направления на дальностях до 100-300 км, а с использованием 2-6 воздушных ретрансляторов – до 900 км, что повысит помехоустойчивость системы авиационной радиосвязи. Наибольшая эффективность предлагаемого способа обеспечивается применением от 2 до 4 ретрансляторов.

Практическая реализация данного способа возможна при использовании современных малогабаритных радиостанций построенных по принципу SDR и позволит повысить устойчивость сети авиационной радиосвязи в труднодоступных районах со слабо развитой инфраструктурой.

Список литературы

1. Боговик, А.В. Эффективность системы военной связи и методы ее оценки / А.В. Боговик, В.В. Игнатов – С.Пб.: ВАС, 2006. – 184 с.
2. Антонюк, Л.Я. Эффективность радиосвязи и методы ее оценки / Л.Я. Антонюк, В.В. Игнатов – С.Пб.: ВАС, 1994. – 124 с.
3. Рябов, А.В. Управление мощностью передающих устройств автоматизированных линий декаметрового радиосвязи. Монография / Е.В. Головченко, А.В. Рябов, М.А. Савельев, Федюнин – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 140 с.
4. Алексеев А.Е. Анализ существующих авиационных радиосетей, перспективы их развития / А.В. Рябов, А.Е. Алексеев // XI Международной НТК «Современное состояние и перспективы развития систем связи и радиотехнического обеспечения в управлении авиацией», 2-3 марта 2022 г. [Текст]: [сб. статей]. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2022. С.12-17.
5. Алексеев А.Е. Модель автоматизированной сети авиационной радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом [Текст] / А.В. Рябов, А.Е. Алексеев. // Обеспечение боевых действий авиации [Текст] VIII Научно-практическая конференция «Молодежные чтения, по-священные памяти имени Ю.А. Гагарина». [Сб. науч. ст. по мат. докл.] – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2022.
6. Рябов А.В. Особенности пространственного сложения мощности пe-редатчиков декаметрового диапазона / А.В. Рябов // Телекоммуникации: Ежемесячный производственный, научно-технический, информационно-аналитический, и учебно-методический журнал. – М.: Наука и технологии, 2012. – № 9. – С. 22 – 28.