

Направления повышения качества декаметровый радиосвязи

М. Ю. Пресняков, e-mail: presmax@mail.ru

М. А. Данилин, e-mail: maxxx178@mail.ru

ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)

***Аннотация.** Предложено повысить качество декаметровый радиосвязи на основе структурно-параметрической адаптации, в рамках которой обеспечивается выбор оптимального количества радиосредств для попеременной параллельной ретрансляции.*

***Ключевые слова:** разведзащищенность; радиосвязь; адаптация; ретрансляция; система связи.*

Введение

Опыт современных локальных войн и вооруженных конфликтов показывает, что степень достижения целей военных действий во многом зависит от состояния системы управления, материальной основой которой является система связи [1].

В системе управления авиационным формированием важнейшую роль играет система авиационной радиосвязи, которая используется для обеспечения обмена различными видами информации в диапазонах декаметровых, метровых и дециметровых волн. При этом, декаметровый (ДКМ) радиосвязь имеет важнейшее значение при организации связи на большие расстояния, превышающие дальность прямой видимости.

Необходимо отметить, что с точки зрения разведзащищенности, система ДКМ радиосвязи является наиболее уязвимым звеном системы связи авиационного формирования, поскольку, в силу особенностей диапазона обладают существенными демаскирующими признаками [2].

1. Разработка моделей

На сегодняшний день основным видом связи в сетях ДКМ радиосвязи является открытая, незасекреченная телефонная радиосвязь, что позволяет средствам радио- и радиотехнической разведки (РРТР) без труда обнаруживать местонахождение источника радиоизлучений и вести анализ передаваемой информации [1, 2]. В этих условиях задача повышения разведзащищенности систем радиосвязи является актуальной, требующей комплексного применения существующих, и разработки перспективных способов применения средств радиосвязи.

Для оценки разведзащищенности можно использовать коэффициент разведзащищенности $K_{рз}$, определяющий способность системы связи противостоять мерам РРТР, направленным на обнаружение факта работы элементов системы связи, определения параметров сигнала необходимых для радиопротиводействия и вскрытия структуры системы управления.

$$K_{рз} = 1 - P_{обн} \cdot P_{к} \cdot P_{а} \cdot P_{пел} \cdot P_{оп}, \quad (1)$$

где $P_{обн}$ – безусловная вероятность энергетического обнаружения источника радиоизлучения (ИРИ);

$P_{к}$ – условная вероятность установления контакта постом поиска с ИРИ;

$P_{а}$ – условная вероятность анализа характеристик РЭС постом поиска;

$P_{пел}$ – условная вероятность правильного измерения пеленга на ИРИ;

$P_{оп}$ – условная вероятность опознавания источника радиосигнала.

Анализ выражения (1) позволяет сделать вывод, что для повышения разведзащищенности системы связи необходимо решить задачу минимизации входящих в него частных показателей $P_{обн}$, $P_{к}$, $P_{а}$, $P_{пел}$ и $P_{оп}$. Решение данной задачи на основе комплексной оптимизации энергетических ($P_{обн}$, $P_{пел}$), временных ($P_{к}$, $P_{а}$), структурных и признаковых показателей ($P_{пел}$) элементов системы связи позволит обеспечить требуемое (максимальное) значение коэффициента разведзащищенности $K_{рз}$ системы связи в целом. При этом требуется решение следующих частных задач [2]:

обеспечение требуемой достоверности связи;

минимизация уровня излучаемых сигналов в направлении приемных антенн системы РРТР;

минимизация времени работы радиолинии на одной частоте;

минимизация информативности демаскирующих признаков.

Для обеспечения требуемой достоверности связи в сложной сигнально-помеховой обстановке, разрабатываются и совершенствуются способы автоматического установления и адаптивного ведения связи. При этом, известные способы адаптивного ведения связи основаны на управлении параметрами радиолиний, либо их комбинацией в рамках многопараметрической адаптации [1–3]:

применение антенных систем, обладающих высокими направленными свойствами;

компенсация помех с использованием методов управления диаграммой направленности антенн по пространственной координате;

разнесенный прием сигналов с компенсацией помех при использовании модемных подавителей;

применение помехоустойчивых видов сигналов и протоколов радиосвязи;

помехоустойчивое кодирование цифровых сигналов;

применение частотной адаптации (работа на группе частот);

адаптация по уровню мощности на выходе передающего устройства;

адаптация по режимам работы и скорости передачи данных.

Перечисленные методы параметрической адаптации обладают неодинаковой эффективностью и требуют дополнительных исследований с точки зрения обеспечения разведзащищенности. При этом, возможности адаптивного управления структурным ресурсом систем радиосвязи на сетевом уровне в настоящее время практически не реализованы.

Одним из перспективных направлений повышения качества ДКМ радиосвязи является построение автоматизированных сетей радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом. При этом адаптивное управление параметрами элементов такой сети и их режимами работы должно осуществляться после оптимизации ее структуры с учетом параметров трассы распространения радиоволн, сигнально-помеховой обстановки, а также с учетом действия средств РРТР противника.

В работе [4] предложен способ повышения разведывательной защищенности на основе параллельной ретрансляции сигналов. Суть способа заключается в одновременной ретрансляции сигналов от источника сообщений двумя и более радиостанциями с синфазным сложением данных сигналов в точке приема. При этом синфазность сложения сигналов обеспечивается автоматической подстройкой частоты опорных генераторов ретрансляторов по цепи обратной связи от радиостанции получателя сообщений [4]. Основным достоинством данного способа является возможность минимизации мощности излучения передатчиков пропорционально количеству параллельных ретрансляторов. При этом, с точки зрения энергетической эффективности наиболее оптимальная структура параллельного ретранслятора должна включать от четырех до шести элементов. Однако, применение даже двух ретрансляторов позволяет более чем в 2 раза уменьшить излучаемую мощность передатчиков и снизить энергетические показатели системы РРТР.

При объединении в виртуальную антенную решетку двух передатчиков их мощность уменьшается в 2,1 раза, четырех – в 4,5 раза, шести – в 6,8 раз, восьми – в 10 раз [3].

Минимизация времени излучения t_i предлагается на основе попеременной ретрансляции сигналов информации от источника получателю системой пространственно распределенных ретрансляторов [4]. В качестве примера рассмотрим сеть радиосвязи, состоящую из узла отправителя сообщения, узла получателя сообщения и четырех узлов-ретрансляторов (радиостанций). Вариант подобной системы представлен на рис. 1.

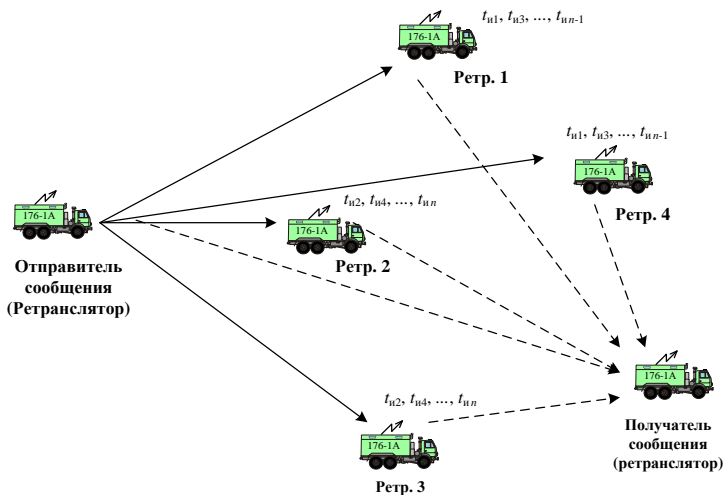


Рис. 1. Вариант адаптивной сети радиосвязи с возможностью попеременного излучения отдельных ретрансляторов

Минимизация времени излучения t_n предлагается на основе попеременной ретрансляции сигналов информации от источника получателю системой пространственно распределенных ретрансляторов (радиостанций). Для рассматриваемого примера (рисунок 1), наиболее оптимальным является попарная параллельная ретрансляция, обеспечивающая снижение как энергетических, так и временных показателей [4].

Вариант распределения времени излучения между ретрансляторами для рассматриваемого способа приведен на рисунке 2 а.

Общее время передачи информации $t_{и\Sigma}$ разбивается на интервалы $t_{иi}$, (где $i = 1, 2, \dots, N$) которые распределяются между ретрансляторами,

осуществляющих попарную попеременную параллельную ретрансляцию.

Величина интервала t_{ni} может определяться характеристиками системы РРТР противника и, например, удовлетворять требованию:

$$t_{ni} < t_a, \quad (2)$$

где t_a – время анализа характеристик элемента системы связи после его обнаружения системой РРТР.

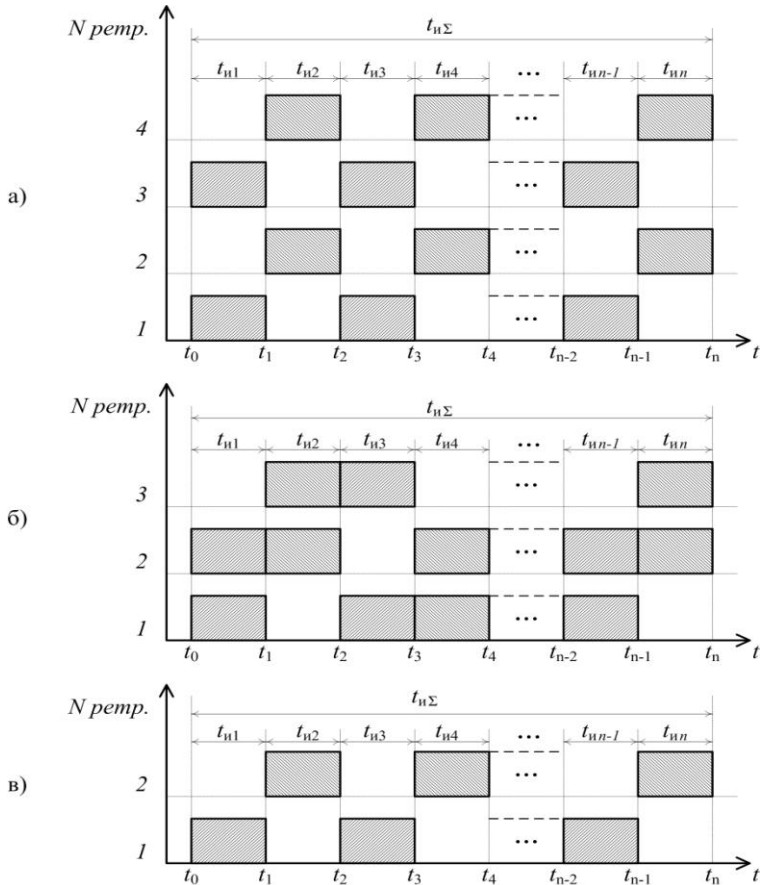


Рис. 2. Вариант распределения времени излучения между ретрансляторами автоматизированной сети радиосвязи с параллельной ретрансляцией сигналов

Заключение

Анализ результатов расчета [3, 4] показывает, что при времени излучения менее 5 с коэффициент разведывательной защищенности превышает значение 0,8. При этом, попеременная ретрансляция двух и более ретрансляторов позволит пропорционально снизить мощность их передатчиков.

Таким образом, анализ результатов оценки разведывательной защищенности сетей ДКМ радиосвязи на основе способов адаптивного управления структурно-параметрическим ресурсом, позволяет сделать рекомендации по минимизации мощности и времени излучения радиолинии на одной частоте на основе попеременной ретрансляции сигналов пространственно распределенными радиостанциями, объединяемых в группы для параллельной ретрансляции сигналов с синфазным сложением мощности излучения в точке приема. Оптимальная структура адаптивной сети ДКМ радиосвязи должна включать от 2 до 4 радиостанций.

Литература

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. Рябов А. В. Анализ факторов, влияющих на разведзащищенность сетей авиационной радиосвязи / А. В. Рябов, М. Ю. Пресняков // сб. научных статей Международной военно-научной конференции «Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере» (Воронеж, 13–14 апреля 2017 г.). – Воронеж: ВВА, 2017. – С. 370-374.
3. Рябов А. В., Пресняков М. Ю. Способ повышения разведзащищенности сети декаметровый радиосвязи на основе минимизации мощности передатчиков при параллельной ретрансляции / А. В. Рябов, М. Ю. Пресняков // «Проблемы автоматизации управления войсками ПВО-ПРО на современном этапе»: сб. мат-лов Всероссийской военно-научной конференции «Проблемы совершенствования форм и способов применения войск ПВО-ПРО на современном этапе» (Межведомственная). Секция № 7 / Под общ. ред. – А.Н. Тезикова. – Тверь: Военная академия ВКО, 2020. – С. 46-51.
4. Рябов А. В. Модель сети радиосвязи с адаптивным управлением времени излучения передатчиков / А. М. Карпель, А. В. Рябов // Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. мат-лов XIX международной научно-методической конференции / Под ред. Д.Н. Борисова (Воронеж, 14-15 февраля 2019 г.). – Воронеж: ВГУ,

Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), – 2019. – С. 1156-1160.