

Алгоритм функционирования сети декаметровая радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом

А. В. Рябов, e-mail: ryalvy@mail.ru

А.С. Скорик, e-mail: arturskorik@yandex.ru

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

***Аннотация.** Предложен алгоритм поиска оптимального маршрута прохождения радиосигналов в автоматизированной сети ДКМ радиосвязи, позволяющий обеспечить ее функционирование в различных условиях обстановки на основе с адаптивного управления структурно-параметрическим ресурсом.*

***Ключевые слова:** автоматизированная сеть радиосвязи, декаметровая радиосвязь, адаптивное управление, разведзащищенность, алгоритм функционирования.*

Введение

В настоящее время, в системах связи авиационных формирований для организации радиосетей и радионаправлений ДКМ радиосвязи применяются радиостанции средней и большой мощности, обладающие значительными демаскирующими признаками. Это снижает разведзащищенность системы связи авиационного формирования. При этом ограниченный частотный ресурс и использование традиционных видов сигналов обеспечивают скорость информационного обмена не более 1200 бит/с надежностью 0,7, что не позволяет в полной мере обеспечить требования по устойчивости и пропускной способности [1].

Совершенствование ДКМ радиосвязи связано с построением автоматизированные сетей с адаптивным управлением структурным, параметрическим и алгоритмическим ресурсом [2].

В настоящее время методы адаптивного управления параметрами радиолиний рассмотрены довольно широко в ряде работ, например [2-5]. Наиболее эффективными из них, с точки обеспечения разведзащищенности, являются методы, основанные на адаптивном управлении энергетическими (мощность излучения передатчика, коэффициент усиления антенной системы) и временными (время работы передатчика на излучение, время перехода с одной частоты на другую) параметрами [6]. Реализация данных методов требует применения

дополнительных мер по обеспечению требуемой устойчивости системы связи. Решение данной задачи требует комплексного подхода и может быть найдено на основе управления указанными выше параметрами радиолиний в рамках структурной адаптации.

В работах [7, 8] рассмотрены модели автоматизированной сети ДКМ радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом на основе управления энергетическими и временными параметрами.

Реализация автоматизированного управления предлагаемой сети радиосвязи требует разработки алгоритма ее функционирования, адаптивного к состоянию самой сети (внутренних и внешних факторов, воздействующих на сеть), а также условий распространения радиоволн.

1. Разработка алгоритма

Рассмотрим алгоритм функционирования автоматизированной сети ДКМ радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом [7, 8]. Данная радиосеть представляет собой совокупность средств ДКМ радиосвязи авиационного формирования, распределенных на определенной территории.

На рис.1 представлена модель автоматизированной сети ДКМ радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом. На рисунке сделаны следующие обозначения:

- соседние станции здесь соединены линиями;
- кратчайший маршрут, с учетом радиочастотной обстановки и свободного структурного ресурса, обозначен пунктирной линией;
- станция N выведена из строя.

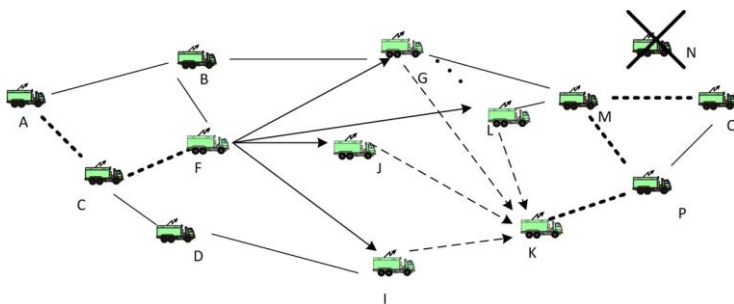


Рис. 1. Модель автоматизированной сети ДКМ радиосвязи

В общем случае каждый элемент такой радиосети может быть источником (отправителем) сообщений, получателем сообщений или

ретранслятором. При этом возможны следующие варианты применения элементов данной радиосети:

- непосредственная передача информации от источника получателю информации;
- последовательная ретрансляция через составные радиолинии информации от источника получателю;
- параллельная ретрансляция информации от источника получателю с синфазным сложением мощности излучения передатчиков в точке приема [7];
- попеременная ретрансляция сигналов информации от источника получателю системой пространственно распределенных ретрансляторов (радиостанций) [8].

На рис. 2 представлен алгоритм поиска оптимального маршрута прохождения радиосигналов в сети ДКМ радиосвязи, с учетом перечисленных вариантов применения.

Отличиями предлагаемого алгоритма от существующих являются:

- возможность проведения расчета показателей разведзащищенности по методике, рассмотренной в [9], как для радионаправления типа «точка-точка», так и для радиосети любой топологии, в том числе с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом;
- возможность оценки эффективности применения способов повышения разведзащищенности системы связи авиационного формирования на основе адаптивного управления ее структурно-параметрическим ресурсом, с выбором оптимального способа повышения разведзащищенности и маршрута прохождения сигнала;
- возможность оценки качества радиосвязи (через соотношение сигнал/шум) при отсутствии радиопротиводействия со стороны противника, с учетом оптимизации энергетических и временных параметров радиолинии при обеспечении требуемой разведзащищенности.

На рис. 3 представлена используемая в приведенном на рис. 2 алгоритме функция расчета радиолинии (тип 2,3,4).

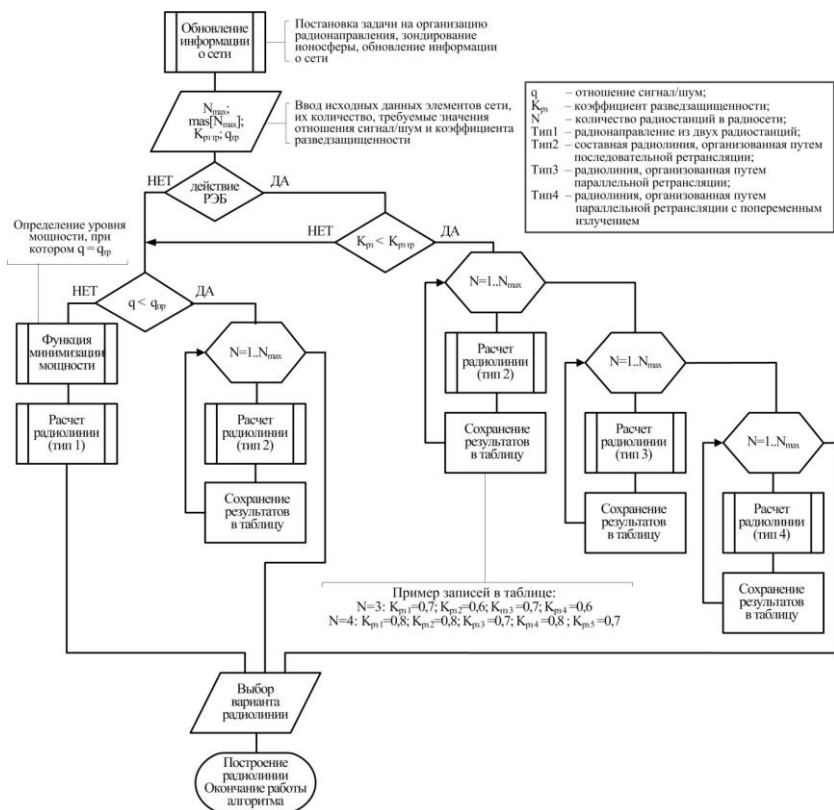


Рис. 2. Алгоритм поиска оптимального маршрута прохождения радиосигналов в автоматизированной сети ДКМ радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом

Рассмотрим функционирование алгоритма.

На начальном этапе функционирования алгоритма пользователем-оператором ставится задача по организации радиолинии (к примеру, между узлами А и О на рис. 1). Параллельно с этим на узлах сети, в автоматическом режиме выполняется зондирование ионосферы, обновляется информация о доступности узлов сети, уточняется максимальное количество узлов сети. После этого задаются пороговые значения отношения сигнал шум и коэффициента разведзащищенности, обеспечивающие требуемое качество системы связи.



Рис. 3. Алгоритм поиска оптимального маршрута прохождения радиосигналов в автоматизированной сети ДКМ радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом

Следующим шагом алгоритма уточняется информация о наличии средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) противника способных оказать влияние на радиолинию.

При возрастании вероятности работы средств РЭБ противника, проводится расчет коэффициента разведзащищенности $K_{рз}$ радионаправления А-О, с учетом энергетических характеристик данных средств.

При снижении значения коэффициента $K_{рз}$ ниже требуемого значения $K_{рз\ tr}$, в цикле алгоритма, в зависимости от структурного ресурса сети, моделируются возможные варианты маршрута прохождения радиосигнала:

- через составную радиолинию с последовательной ретрансляцией сигналов (А-С-Ф; К-Р-О на рис. 1);
- через радиолинию с параллельной ретрансляцией сигналов (F-G, J, I, L-K на рис. 1);
- через радиолинию с параллельной ретрансляцией сигналов и попеременным излучением (F-J, I-K; F-G, L-K на рис. 1);
- через комбинированную радиолинию с применением всех вышеперечисленных способов (А-С-Ф-J, I; G, L-K-Р-О на рис. 1).

В ходе моделирования радиолинии, для каждого составного участка определяется минимально допустимая мощность излучения передатчика. Участки составной радиолинии, для которых значение коэффициента $K_{рз}$ меньше требуемого значения $K_{рз}$ тр отсеиваются. Из оставшихся значений формируется таблица результатов.

В таблице представлены результаты расчетов коэффициента $K_{рз}$ для различных вариантов составной радиолинии с последовательной ретрансляцией.

Таблица

Результаты расчетов коэффициента разведзащищенности для составной радиолинии с последовательной ретрансляцией

Вариант радиолинии	Структура радиолинии	Значения коэффициента разведзащищенности $K_{рз}$ на участках составной радиолинии
1	A-C-F-K-P-M-N-O	0,5; 0,45; 0,35; 0,35; 0,4; 0,3; 0,56; 0,4
2	A-B-F-G-M-N-O	0,5; 0,25; 0,35; 0,25; 0,3; 0,3; 0,4
...
n	A-C-D-I-F-B-G-N-O	0,5; 0,45; 0,55; 0,55; 0,5; 0,2; 0,3; 0,4

Аналогичным образом формируются таблицы результатов расчетов для радиолиний (участка радиолинии) с использованием параллельной ретрансляции или параллельной ретрансляции с попеременным излучением.

После анализа результатов расчетов по всем возможным вариантам, оператору предлагаются варианты составной радиолинии.

Заключение

Разработанный алгоритм функционирования автоматизированной сети декаметрового радиосвязи с адаптивным управлением структурно-параметрическим ресурсом позволяет производить расчет оптимальной топологии сети для различных условий обстановки.

Данный алгоритм обеспечивает выбор наиболее эффективных, с точки зрения разведзащищенности и устойчивости, способов повышения качества сети ДКМ радиосвязи и адаптивное управление ее структурным ресурсом и параметрами ее элементов.

Литература

1. Ватрухин Е.М. Новые возможности применения коротковолновой радиосвязи при решении боевой авиацией задач

воздушно-космической обороны / Е.М. Ватрухин // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей» 2017. – №2 (21). – Стр. 16-19.

2. Головин, О.В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / О.В. Головин, С.П. Простов – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 598 с.

3. Антонюк, Л.Я. Эффективность радиосвязи и методы ее оценки / Л.Я. Антонюк, В.В. Игнатов – С.Пб.: ВАС, 1994. – 124 с.

4. Березовский, В.А. Современная декаметровая радиосвязь / В.А. Березовский, В.А. Дулькейт, О.К. Савицкий– М.: Радиотехника, 2011. – 444 с.

5. Рябов, А.В. Управление мощностью передающих устройств автоматизированных линий декаметровой радиосвязи / Е.В. Головченко, А.В. Рябов, М.А. Савельев, Федюнин – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 140 с.

6. Рябов, А.В. Анализ факторов, влияющих на разведзащищенность системы связи авиационного соединения / А.В. Рябов, А.А. Кириллов // Сб. материалов VI Международной научно-технической конференции, посвященной Дню образования войск связи «Современное состояние и перспективы развития систем связи и радиотехнического обеспечения авиацией» (8-9 ноября 2017г.) – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017 – С. – 117-119.

7. Рябов, А.В. Модель сети радиосвязи с адаптивным управлением энергетическими параметрами передатчиков / А.В. Рябов, А.С. Скорик // Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. материалов XX международной научно-методической конференции /под ред. А. А. Зацеринского, Д.Н. Борисова. Воронеж, ВГУ 13-14 февраля 2020 г. – Воронеж: Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2020. – С. 1518-1523.

8. Рябов А.В. Модель сети радиосвязи с адаптивным управлением времени излучения передатчиков / А.М. Карпель, А.В. Рябов // Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. материалов XIX международной научно-методической конференции /под ред. Д. Н. Борисова; Воронеж, ВГУ, 14-15 февраля 2019 г. – Воронеж : Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2019. – 2169 с. – С. 1156-1160.

9. Рябов А.В. Алгоритм расчета показателей разведывательной защищенности сетей авиационной радиосвязи / М.Ю. Пресняков, А.В. Рябов // Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. материалов XIX международной научно-методической конференции /под ред. Д. Н. Борисова; Воронеж, ВГУ, 14-15 февраля 2019 г. – Воронеж : Издательство «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2019. – 2169 с. – С. 521-525.