

## **Методика оптимизации архитектуры пакетной радиосети в геоинформационном пространстве**

### **Optimization technique of packet radio network architecture in geo-information space**

**Ключевые слова:** пакетная радиосеть – packet-radio network; подвижный узел связи – mobile communications center; станция связи – communication station.

В современных условиях при создании пакетных радиосетей существует необходимость оптимизации архитектуры с учетом наличия мобильных элементов. Данные мобильные элементы обладают ограниченными возможностями по дальности связи. В статье предложена эффективная методика, позволяющая быстро рассчитать с помощью современных ЭВМ архитектуру пакетных радиосетей и использовать результаты данных расчетов при планировании сетей с подвижными узлами.

Under present conditions, when creating packet-radio networks, there is a need to optimize architecture considering the presence of mobile elements. These mobile elements have limited opportunities for the range of communication. An effective method for quickly determining the architectures of packet-radio networks with the help of modern computers, and use the results of these calculations for planning networks with mobile nodes.

Сначала рассмотрим случай, когда имеется всего две станции, находящиеся на расстоянии  $R$ , между которыми необходимо организовать связь с помощью подвижных узлов (ПУ). Из характеристик станций и ПУ высчитываются предельные расстояния, на которых может быть организована связь. В условиях постановки данной задачи дальность связи определяется по формуле:

$$R_{max} = 10^{\frac{W_0 + 20 \lg \lambda - 22}{20}},$$

**КИРСАНОВ /KIRSANOV D.**

**Денис Олегович**

(d.o.kirsanov@gmail.com)

ведущий специалист

ЗАО «Институт телекоммуникаций»,

Санкт-Петербург

где  $\lambda$  – длина волны,  $W_0$  – максимально допустимые потери при распространении радиоволн в свободном пространстве.

$W_0$  находится по формуле:

$$W_0 = P_1 - P_2 + G_1 + G_2 - N_{\phi 1} - N_2 - Z,$$

где:

$P_1$  – мощность передатчика,

$P_2$  – чувствительность приемника,

$G_1$  – коэффициент усиления передающей антенны,

$G_2$  – коэффициент усиления приемной антенны,

$N_{\phi 1}$  – потери в кабеле и разъемах передатчика,

$N_{\phi 2}$  – потери в кабеле и разъемах приемника,

$Z$  – системный запас.

В результате расчета могут получиться три ситуации:

1. У станций хватает мощности, чтобы связаться друг с другом без помощи ПУ.

2. У станций не хватает мощности, чтобы связаться друг с другом, но одного ПУ достаточно для организации связи.

Зона размещения ПУ определяется следующим образом. В результате расчетов мы получаем предельные расстояния, на которых может быть организована связь между ПУ и 1-й и 2-й станциями. На рисунке 1 эти расстояния обозначены, соответственно, А и В.

Если сумма этих расстояний меньше  $R$ , ПУ размещается между точками а и в, что позволяет организовать связь между станциями.

3. У станций не хватает мощности, чтобы связаться друг с другом, и одного ПУ недостаточно для организации связи.

В этом случае предлагается следующее решение. Начинаем рассмотрение с 1-й станции. Рассчи-

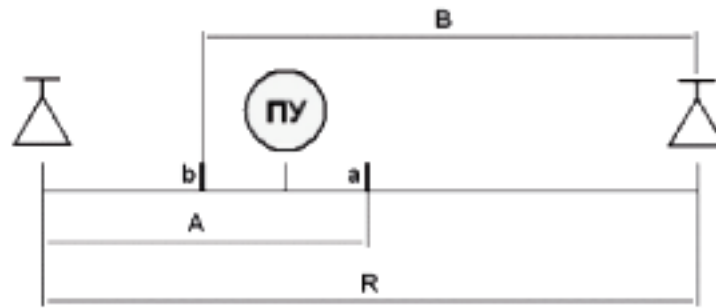


Рис. 1

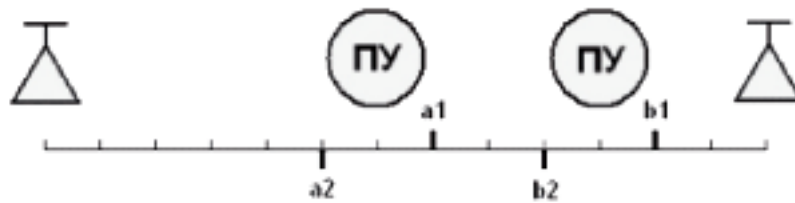


Рис. 2

тываем максимально возможное расстояние  $r_1$ , на котором станция может поддерживать связь с ретранслятором на ПУ. Подвижный узел размещается на линии, соединяющей станции, на максимально возможном расстоянии от станции 1 (назовем точку его размещения  $a_1$ ). Затем на этой же линии на максимально возможном расстоянии от ПУ 1 в точке  $b_1$  устанавливается ПУ 2 и проверяется возможность его связи со станцией 2. Если связь невозможна, по аналогичному алгоритму добавляется в точку  $c_1$  ПУ 3 и проверяется возможность его связи со станцией 2. Если связь невозможна — делается вывод о невозможности организации связи между заданными станциями, поскольку в рассматриваемой модели максимальное количество ретрансляторов на ПУ, используемых в одном ребре связи, равняется трем. Если на этапе добавления 2-го или 3-го ретранслятора на ПУ выясняется, что с их помощью можно установить связь между станциями, алгоритм прогоняется еще раз от станции 2 к станции 1. В конечном варианте ПУ расставляются в усредненные точки между точками размещения, полученными при первом и втором проходах алгоритма (рис. 2).

В случае, если необходимо организовать связь между числом станций, превышающим три, предлагается использовать следующий алгоритм. Представим сеть в виде графа  $G(N, L)$ , где  $N$  — множество вершин (узлов), а  $L$  — множество ребер (ветвей связи),  $(ij) \in L$ .

1. Все станции принимаются за вершины графа.  
2. На этих вершинах строится дерево с квазими-нимальной суммарной длиной ребер (например, с использованием алгоритма Флойда).

3. На каждом из ребер производится проверка возможности организации связи между вершинами, замыкающими ребро.

4. На те ребра, на которых связь оказалась невозможной, по вышеприведенному алгоритму добавляются ретрансляторы на ПУ. В результате получится подобие графа, показанного на рис. 3.

5. Затем начинается оптимизация полученного графа. Берем два ПУ, не принадлежащих одному ребру, расстояние между которыми минимально. Проводим линию между этими двумя ПУ. Первый ПУ смещается в сторону второго ПУ вдоль этой линии с шагом, равным 5% от расстояния между ними. После каждого шага производится проверка, не разорвалась ли хотя бы одна из имеющихся связей первого ПУ (проверка осуществляется на основании результатов расчетов предельных дальностей связи). Если прерывается связь со станцией, перемещение первого ПУ прекращается и начинается перемещение второго ПУ в сторону первого по аналогичному алгоритму. Если прерывается связь с каким-либо из ПУ (назовем его для удобства ПУ 3), производится попытка перемещения ПУ 3 в сторону первого ПУ с шагом 5% от расстояния между ними. При этом производится проверка сохранения связей ПУ 3.

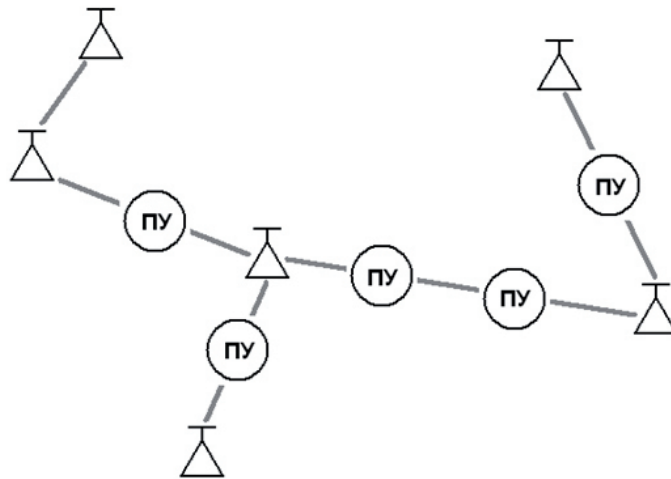


Рис. 3

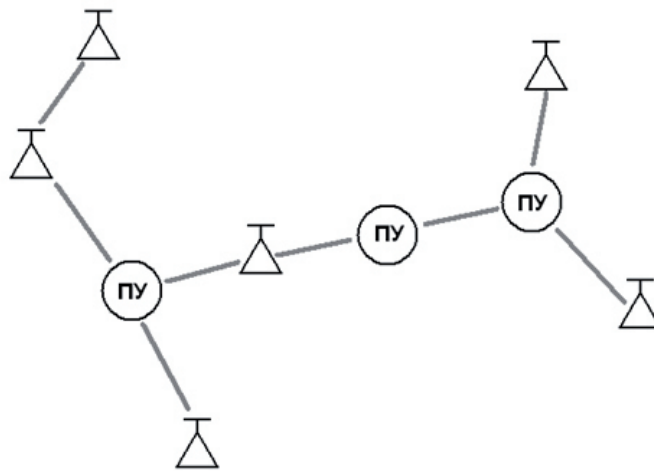


Рис. 4

Если перемещение ПУ 3 возможно, он передвигается и продолжается перемещение первого ПУ. Если нет – перемещение первого ПУ прекращается и начинается перемещение второго ПУ в сторону первого. Если в результате перемещений первый и второй ПУ оказались в одной точке при сохранении всех имевшихся у них связей, эти два ПУ удаляются из рассмотрения и заменяются одним. Если в результате всех возможных перемещений рассматриваемые ПУ не оказались в одной точке, они возвращаются на исходные позиции и начинается рассмотрение следующей пары ПУ.

Алгоритм заканчивается, когда рассмотрены все возможные пары ПУ, не принадлежащих одному ребру. Результатом работы алгоритма для графа, приведенного на рис. 3, является граф, показанный на рис. 4.

Таким образом, предложена эффективная методика, позволяющая быстро рассчитывать с помощью современных ЭВМ архитектуры пакетных радиосетей и использовать результаты данных расчетов при планировании сетей с подвижными узлами.

**Литература**

1. Седжвик Р. Фундаментальные законы на C++. – М.: «Диасофт», 2002.
2. Присяжнюк С.П. Оперативное управление комбинированной сетью обмена данными АСУ войсками. – М.: Изд-во МО СССР, 1988.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: «Питер», 2010.
4. Лаврентьева Е.В., Рудной В.М., Сабиров Т.Р. Радиотехнические системы. – М.: Изд-во МГОУ, 2009.