

МОБИЛЬНЫЙ РЕТРАНСЛЯТОР С ФУНКЦИЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ

М.С. Лохвицкий, к.т.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики, msl1945@mail.ru;

В.О. Шорин, Московский технический университет связи и информатики.

УДК 621.396

Аннотация. Рассматривается мобильный ретранслятор в сетях сотовой связи без использования систем спутниковой связи. Такая работа возможна на судах каботажного плавания при использовании в ретрансляторе системы определения местоположения.

Ключевые слова: мобильный ретранслятор; сотовые системы связи; определение местоположения.

MOBILE REPEATER WITH LOCATION FUNCTION

Mikhail Lokhvitskiy, Ph.D., associate professor, Moscow Technical University of Communications and Informatics;

V.O. Shorin, Moscow Technical University of Communications and Informatics.

Annotation. A mobile repeater in cellular networks without the use of satellite communication systems is considered. Such work is possible on coastal vessels when using a repeater with location function.

Keywords: mobile repeater; cellular communication systems; location function.

На конференции «Мобильный бизнес: «Перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом»» в октябре 2020 г. доклад «Ретранслятор для сетей мобильной связи с использованием систем определения местоположения» вызвал определенный интерес, и вместе с тем доклад вызвал много вопросов [1]. Поэтому авторы подготовили ответы и разъяснения ряда аспектов, связанных с ретранслятором.

Первое, что следует уточнить, что все изложенное в докладе относится к мобильным ретрансляторам. Т.е., к таким ретрансляторам, которые необходимо перемещать в пространстве. Если ретранслятор – стационарный, то необходимость в определении местоположения отпадает. Параметры работы такого ретранслятора настраиваются один раз при установке [2-4]. Эти параметры необходимо изменять только при переключении ретранслятора на работу с другой базовой станцией. Поэтому было изменено и название ретранслятора, лучше сказать «уточнено» название «мобильный». Покажем, где можно использовать мобильный ретранслятор.

Ретрансляторы нужно использовать там, где невозможно соединение мобильных терминалов с базовой станцией напрямую. Чаще всего невозможность установления соединения связана с большим расстоянием до ближайшей базовой станции. Для увеличения этого расстояния в [5] было предложено перенести на мобильные терминалы определение расстояния до базовой станции. Различные аспекты использования этой идеи рассмотрены в работах [6-9]. Все дело в том, что в большинстве стандартов сотовой связи необходима синхронизация работы мобильных терминалов с базовой станцией. Нужно вычислить величину времени упреждения и уровень сигнала мобильных терминалов. Эти характеристики

являются функцией от расстояния между базовой станцией и соответствующим мобильным терминалом. Если вычисление времени упреждения проблем в мобильном терминале не представляется, то увеличение уровня сигнала требует использования специальных терминалов, и это является основной проблемой для внедрения изобретения [5]. В этой работе рассматривается ситуация, когда такое использование идеи изобретения [5] не вызывает особых проблем и, вместе с тем, весьма полезно.

Рассмотрим случай, когда нужно организовать связь для абонентов, находящихся на корабле, который располагается на относительно небольшом расстоянии от берега, так называемое каботажное плавание. Если это расстояние меньше предельного размера радиуса соты, то естественно, что связь между мобильными терминалами, находящимися на корабле, и базовой станцией осуществляется непосредственно. Если же расстояние больше радиуса соты, то необходимо использовать ретранслятор. Так как корабль перемещается в акватории, то обычный ретранслятор не применим, так как его работу нужно непрерывно синхронизировать с базовой станцией. Назовем такой ретранслятор мобильным. Далее мы рассмотрим, как нужно организовать работу такого ретранслятора.

В [1] был предложен ретранслятор сотовой связи со спутниковой системой позиционирования. В соответствии с вышесказанным, будем называть такой ретранслятор мобильным. Блок-схема мобильного ретранслятора изображена на рис. 1.

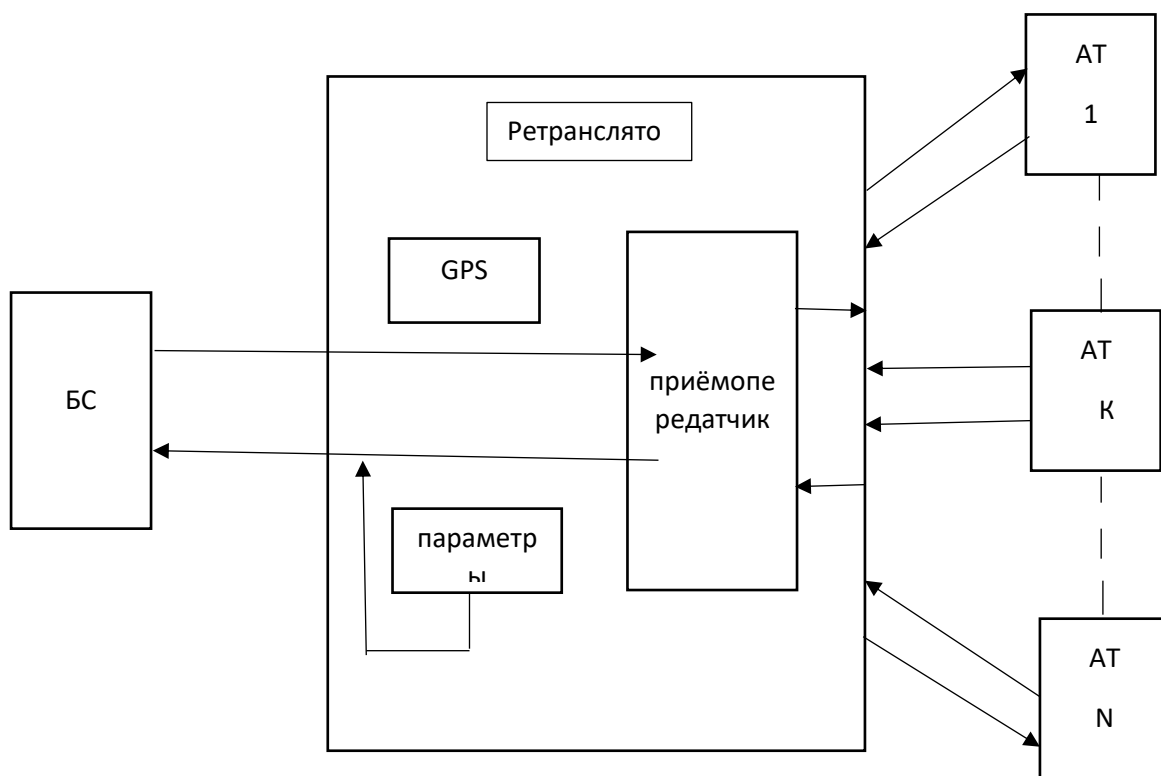


Рисунок 1

На рис. 1 изображены базовая станция (БС), абонентские терминалы (АТ 1, ..., АТ К, ..., АТ N), мобильный ретранслятор. В ретрансляторе –

приёмопередатчик сигнала от (к) базовой станции и от (к) абонентским терминалам, приемник спутникового сигнала и блок вычисления параметров.

Специфика мобильного ретранслятора заключается в том, что он содержит приемник сигнала *GPS/GLONASS*, с помощью которого определяются географические координаты местоположения ретранслятора. Кроме приемника спутникового сигнала в ретрансляторе находится программа вычисления параметров синхронизации с базовой станцией (блок параметров). Эти параметры используются и в ретрансляторе, и передаются на базовую станцию. Для определения параметров синхронизации необходимо вычислять расстояние до ближайших базовых станций. А для этого нужно знать географические координаты этих станций. Получить эти координаты можно двояко: 1) каждая базовая станция передает данные координат (свои и ближайших станций) в информационном пакете, который периодически передает каждая базовая станция; 2) информация с координатами всех возможных базовых станций заносится в память блока вычисления параметров синхронизации ретранслятора. Для вычисления расстояния до базовой станции предварительно в этом блоке вычисляют угловую разницу между точками на сфере:

$$\Delta\sigma = 2 \arcsin \left\{ \sqrt{\sin^2 \frac{\phi - \phi_0}{2} + \cos \phi \cos \phi_0 \sin^2 \frac{\Delta\lambda}{2}} \right\} \quad (1)$$

где: ϕ, λ ; ϕ_0, λ_0 – широта и долгота ретранслятора и базовой станции соответственно (в радианах);

$\Delta\lambda$ – разница координат по долготу.

Для вычисления расстояния S до базовой станции, необходимо угловую разницу умножить на радиус Земли, ($R=6371$ км). Время упреждения, определяется по формуле:

$$\Delta T = S / V \quad (2)$$

где: $V = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения сигнала по радиоканалу.

В соответствии с изменением расстояния нужно изменять и мощность передаваемого сигнала. В качестве альтернативного решения можно составить карту прибрежной акватории с разбиением на соты. Если эта карта занесена в блок вычисления параметров ретранслятора, то можно определить, используя координаты местоположения ретранслятора, в какой соте в данный момент он находится. Таким образом, нет необходимости в поиске ближайшей базовой станции. Ближайшая станция определяется в этом случае автоматически. В этом случае облегчается и алгоритм хэндовера. Если ретранслятор обнаружит пересечение границы между сотами (из анализа своих географических координат), то он обращается к текущей базовой станции с запросом о хэндовере.

При запросе указывается идентификационный номер целевой станции. Именно такого типа алгоритм для хэндовера необходим, так как обычный алгоритм хэндовера здесь может не работать. Дело в том, что в обычном алгоритме хэндовер заключается в сравнении уровней мощности двух сигналов. Первый сигнал поступает от базовой станции, с которой в данный момент работает терминал. Второй сигнал поступает от целевой станции. Если мощность сигнала от целевой станции превышает мощность своей станции на пять процентов (значение по умолчанию), то делается запрос на хэндовер. Но уровень сигнала базовых станций специально для ретранслятора увеличивается в соответствии с величиной расстояния между базовой станцией и ретранслятором.

Так как целевая станция до момента хэндовера не связана с ретранслятором, то уровень её сигнала может быть недостаточным для совершения хэндовера.

Заключение

В [5, 7, 8] предложенный в этой статье метод был использован в мобильных аппаратах абонентов. Однако, применить его в данной ситуации может не представиться возможности. Дело в том, что для такой операции необходимо внести необходимые дополнения в программы мобильных аппаратов. Далеко не все пользователи будут согласны это сделать, и не все пользователи сумеют это сделать. Тем более, что эти действия нужно сделать заранее, и, возможно, что, например, для разовой поездки совершать эти действия пользователи не захотят. В то же время, использование мобильного ретранслятора предоставит пользователям все те же услуги, которыми он пользовался в обычной сотовой сети.

Использование мобильного ретранслятора с функцией систем определения местоположения позволяет существенно расширить области (как правило, имеется в виду акватории, примыкающие к береговым линиям, на которых установлены базовые станции мобильных сетей), в которых будут применяться обычные мобильные аппараты. Предложенный метод позволяет без больших изменений использовать существующее оборудование мобильных операторов. Таким образом, мобильный ретранслятор представляет собой альтернативу для существующих систем спутниковой связи.

Литература

1. Лохвицкий М.С., Шорин В.О. Ретранслятор для сетей мобильной связи с использованием систем определения местоположения / В книге: «Мобильный бизнес: Перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. РАЕН, 2020. – С. 8-11.
2. Лохвицкий М.С., Сорокин А.С., Шорин О.А. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование. – М.: – Горячая линия – Телеком, 2018. – С. 264.
3. Лохвицкий М.С., Мардер Н.С. Сотовая связь: от поколения к поколению. – М.: Икар, 2014. – С. 236.
4. Шорина О.А. Транкинговая система широкополосного доступа МАКВИЛ. – М.: Медиа Паблишер, 2021.
5. Лохвицкий М.С., Шорин А.О. Способ сотовой связи. Патент на изобретение № 2667390 ru. НИРИТ.
6. Лохвицкий М.С., Кудин А.В., Евсеева А.А. Определение области с фиксированным временем упреждения в сотовой связи / В книге: «Мобильный бизнес: Перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. РАЕН. 2018. – С. 33-38.
7. Лохвицкий М.С. Синхронизация работы мобильных терминалов в сотовой связи с использованием спутниковых систем // Экономика и качество систем связи, 2017. – № 3(9). – С. 13-14.
8. Lokhvitskiy M.S., Shorin O.A., Shorin A.O. Implementation of the invention "Method of cellular systems". Time advance calculation. 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2019. 2019. – С. 8706788.
9. Лохвицкий М.С., Евсеева А.А. Определение области с фиксированным временем упреждения в сотовой связи // Экономика и качество систем связи, 2018. – № 1 (7). – С. 48-53.