



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39197 (13) C2

(51) 7 H04Q7/20, H04Q7/28,  
H04B7/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) СПОСІБ ПРИСВОЮВАННЯ ЧАСТОТ БАЗОВИМ СТАНЦІЯМ МОБІЛЬНОЇ РАДІОМЕРЕЖІ

(21) 95083911

(22) 15.10.1993

(24) 15.06.2001

(31) P 4302228.6

(32) 27.01.1993

(33) DE

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(86) PCT/EP93/02846, 15.10.1993

(72) Плен Юрген, DE

(73) ДЕТЕМОБІЛ ДОЙЧЕ ТЕЛЕКОМ МОБІЛНЕТ  
ГМБХ, DE

(56) 1. Globecom, vol. 2, December 1985, New Orleans, p. 997-1001.

2. WO, A, 90 10341, 07.09.1990.

(57) 1. Способ присваивания частот базовым станциям мобильной радиосети, использующий исходную информацию, содержащую по меньшей мере количество частот, требуемых для каждой базовой станции, частоты, допустимые для использования в мобильной радиосети, а также данные о возможных взаимных помехах между базовыми станциями сети в случаях использования одинаковых и/или соседних частот, **отличающийся** тем, что поочередно осуществляют следующие шаги:

(а) выбор базовой станции из группы станций, которым еще не присвоены все запланированные частоты, по первому критерию выбора базовых станций, и при необходимости - по другим критериям выбора,

(b) выбор частоты по первому критерию выбора частоты и при необходимости - по другим критериям выбора,

(с) присваивание частоты, выбранной согласно шагу (b), базовой станции, выбранной согласно шагу (a).

2. Способ присваивания частот базовым станциям мобильной радиосети, использующий исходную информацию, содержащую по меньшей мере количество частот, требуемых для каждой базовой станции, частоты, допустимые для использования в мобильной радиосети, а также данные о возможных взаимных помехах между базовыми станциями сети в случаях использования одинаковых и/или соседних частот, **отличающийся** тем, что поочередно осуществляют следующие шаги:

(а) выбор базовой станции из группы станций, которым еще не присвоены все запланированные частоты, по первому критерию выбора базовых

станций, и при необходимости - по другим критериям выбора;

(b) оценка интерференционной ситуации базовой станции, выбранной согласно шагу (a), с помощью интерференционной оценочной функции и выбор той частоты, присваивание которой приведет к наименьшему увеличению интерференционной оценочной функции;

(с) присваивание частоты, выбранной согласно шагу (b), базовой станции, выбранной согласно шагу (a).

3. Способ по одному из пп. 1 или 2, **отличающийся** тем, что сначала выбирают базовую станцию, а затем - частоту для ранее выбранной базовой станции.

4. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что далее осуществляют обозначение тех присваиваний частот базовым станциям, которые на основании выбора базовой станции и частоты с учетом возможных помех, в частности максимально допустимой вероятности интерференции, больше не допустимы.

5. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что шаги (a)...(с) повторяются до тех пор, пока всем базовым станциям не будет присвоено требуемое количество частот или пока не создастся ситуация, в которой при наличии потребности станций в частотах нет ни одной частоты, которая может быть присвоена, а также тем, что в случаях, когда ни одна из частот не может быть присвоена, присваивание повторяют с новыми исходными данными.

6. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что в качестве первого критерия выбора базовой станции принимают отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены данной станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией.

7. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что в качестве информации о возможных помехах используют вероятность интерференции, а также тем, что в качестве критерия выбора базовой станции принимают сумму вероятностей интерференции, получающуюся для выбираемой станции вследствие использования одинаковых и/или соседних частот другими базовыми станциями.

8. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что исходная информа-

ция содержит также для каждой базовой станции коэффициент сложности, который после присваивания, удовлетворяющего не все потребности в частоте, изменяют таким образом, что коэффициент сложности для базовых станций, которым не присвоено требуемое количество частот, повышается детерминировано или недетерминировано, а также тем, что коэффициент сложности учитывают при выборе базовой станции согласно шагу (а).

9. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что для выбора частоты согласно шагу (b) используют критерий, состоящий в принадлежности рассматриваемой частоты к наивысшему из следующих классов:

- в классе 1 размещают те из разрешенных частот, присваивание которых выбранной базовой станции сделало бы меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены данной станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией;

- в классе 2 размещают те из оставшихся частот, присваивание которых выбранной базовой станции делает меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены другой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой другой базовой станцией;

- в классе 3 размещают частоты, не вошедшие в два предыдущих, но разрешенные к использованию в сети.

10. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что интерференционную ситуацию, складывающуюся вследствие ранее осуществленных присваиваний частот, оценивают с помощью интерференционной оценочной функции, а также тем, что, согласно следующему критерию выбора, выбирают ту частоту, которая обуславливает наименьшее приращение интерференционной оценочной функции.

11. Способ по п. 10, **отличающийся** тем, что исходная информация содержит коэффициент нагрузки  $L$  и интенсивность связи  $V$  отдельных базовых станций, а также тем, что приращение интерференционной оценочной функции  $E$  делают равным сумме оценок помех при релевантных вероятностях взаимной интерференции  $P_{AB}$  и  $P_{BA}$  между выбранной базовой станцией  $A$  и другой базовой станцией  $B$  с учетом количества  $Z$  частот, требуемых каждой станцией:

$$E = \sum_B [(P_{AB} \cdot L_A \cdot L_B \cdot V_A) / Z_A + (P_{BA} \cdot L_A \cdot L_B \cdot V_B) / Z_B].$$

12. Способ по п. 11, **отличающийся** тем, что учитывают вероятности интерференции от соседних каналов.

13. Способ по одному из пунктов 1 или 3-11, **отличающийся** тем, что в качестве следующего критерия выбора частоты рассматривают частоту использования в мобильной радиосети отдельных присвоенных частот.

14. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что при выборе базовой станции и/или частоты применяют случайный метод, если после применения всех ранее названных критериев выбора еще предстоит выбрать несколько базовых станций и/или частот.

15. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что для выбора базовой станции согласно шагу (а) в качестве первого критерия выбора базовой станции применяют отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены этой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией, а также тем, что выбирают базовую станцию с наименьшим отношением, а также тем, что для нескольких базовых станций, имеющих наименьшие указанные отношения, в качестве второго критерия выбора применяют коэффициент сложности, присущий отдельным станциям, причем выбирают базовую станцию с наибольшим коэффициентом сложности, а также тем, что при отсутствии однозначного выбора по второму критерию в качестве третьего критерия выбора базовой станции применяют сумму вероятностей возникновения интерференции на данной базовой станции из-за использования такой же частоты и/или соседних частот другими базовыми станциями, причем выбирают базовую станцию с наибольшей суммой вероятностей интерференции, а также тем, что при отсутствии однозначного выбора после применения третьего критерия осуществляют случайный выбор между оставшимися станциями.

16. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что для выбора частоты согласно шагу (b) в качестве первого критерия выбора принимают принадлежность каждой частоты к наивысшему из следующих классов:

- в классе 1 размещают те из разрешенных частот, присваивание которых выбранной базовой станции сделало бы меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены данной станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией;

- в классе 2 размещают те из оставшихся частот, присваивание которых выбранной базовой станции делает меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены другой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой другой базовой станцией;

- в классе 3 размещают частоты, не вошедшие в два предыдущих, но разрешенные к использованию в сети,

а также тем, что при отсутствии однозначного выбора частоты по первому критерию в качестве второго критерия выбора частоты рассматривают возможное приращение интерференционной оценочной функции, которое вычисляют из тех значений вероятности интерференции между ранее выбранной базовой станцией и другими базовыми станциями, которые лежат не выше максимально допустимой вероятности интерференции и не ниже рассматриваемой в качестве релевантной вероятности интерференции, а также тем, что в качестве третьего критерия выбора частоты принимают частоту использования присвоенных ранее частот, причем выбирают частоту с наименьшей частотой использования, а также тем, что при отсутствии однозначного выбора по третьему критерию осуществляют случайный выбор между оставшимися частотами.

17. Способ по одному из предшествующих пунктов, **отличающийся** тем, что учитывают вероятности интерференции в пределах диапазона зна-

чений, лежащих между рассматриваемым в качестве релевантного минимальным значением и максимально допустимым значением.

Изобретение касается способа присваивания частот базовым станциям мобильной радиосети, причем, исходной информацией являясь, по меньшей мере, количество частот, необходимых для данной станции, допустимые в мобильной радиосети частоты и информация о возможных взаимных помехах двух станций в случае одинаковых и/или соседних частот.

Базовые станции распределены по географическому региону, охваченному мобильной радиосетью. Каждая из них содержит приемные и передающие устройства, рассчитанные на обмен информацией с мобильными станциями, находящимися в зоне обслуживания данной базовой станции. Из-за ограниченности количества частот, которые могут быть использованы в пределах одной мобильной радиосети, не исключено наличие различных базовых станций с одинаковыми частотами, вследствие чего возникает интерференция, когда одна мобильная станция принимает сигналы с одинаковой частотой от нескольких базовых станций. Кроме того, не исключена интерференция вследствие наличия близко расположенных частот. Кроме помех вследствие интерференции при приеме сигналов базовых станций мобильными станциями (Down-Link) следует учитывать также интерференцию при приеме сигналов базовыми станциями (Up-Link).

Поэтому присваивание частот отдельным базовым станциям должно осуществляться таким образом, чтобы, по возможности, обеспечивалась работа мобильной радиосети без интерференции. Известны различные способы присваивания частот базовым станциям, причем, исключаются частоты, уже присвоенные другим базовым станциям, если вероятность возникновения интерференции между частотами базовых станций превышает определенное предельное значение.

Согласно способу, известному из международной заявки WO 90/10341, для каждой частоты последовательно составляют максимальные группы базовых станций, еще не получившие ни одной частоты и - из-за непревышения минимальных требований - могущие иметь одинаковые частоты. Основная идея способа состоит в использовании минимального количества частот.

При другом способе (A. Gamst: "A resource allocation technique for FDMA systems" (Способы размещения технических средств систем параллельного доступа с частотным разделением каналов), издание "Alta Frekuensi", том LVII, № 2), применяемом в компьютерной программе, ставшей известной под названием GRAND, для каждой частоты последовательно формируют максимальные группы еще открытых заявок на частоты базовых станций. Таким образом, здесь уже учитывают, что одна базовая станция нуждается больше, чем в одной частоте. При установлении частоты все собранные в группе заявки на частоту

одновременно должны быть удовлетворены этой частотой, т.е., определенные минимальные требования остаются выполненными. Основная идея этого способа также состоит в использовании минимального количества частот. При разумном определении минимального количества необходимых частот способ позволяет даже осуществлять достижения цели минимизации количества частот.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является способ присваивания каналов (частот) ячейкам (базовым станциям), описанный в документе GLOBECOM'85 (Международная конференция по телекоммуникациям IEEE, том 2, декабрь 1985, стр. 997 - 1001). Присваивание осуществляют путем выбора ячейки (базовой станции) с использованием критерия выбора ячейки. Выбранной ячейке с помощью критерия выбора канала присваивают подходящий канал. Если с помощью этого способа не удается осуществить однозначный выбор подходящих ячеек и/или каналов, то выбор осуществляют по случайному принципу или осуществляют групповое присваивание, т.е., один канал присваивают каждой из ячеек.

Целеустановка известных способов - минимизация количества используемых частот - представляется сомнительной. Пользователю мобильной радиосети обычно разрешают использование определенного количества частот. Он их использует таким образом, чтобы, по возможности, обеспечить работу сети без интерференции.

Недостаток известных способов состоит в том, что первые частоты выделенного спектра частот используются чрезмерно часто, а последние - очень редко. Кроме того, вследствие ограниченности подхода к интерференции (выполняется или нет минимальное требование) составляют планы частот, необоснованно усложняющие работу мобильной радиосети.

Задачей настоящего изобретения является разработка способа присваивания частот базовым станциям мобильной радиосети, обеспечивающего более равномерное использование имеющегося в распоряжении спектра частот.

Поставленная задача решается путем осуществления способа, согласно которому поочередно осуществляют следующие шаги:

(а) выбор базовой станции из группы базовых станций, которым присвоены еще не все предусмотренные частоты, по первому критерию и, при необходимости, по другим критериям выбора базовых станций;

(б) выбор частоты по первому критерию выбора частоты и, при необходимости, по другим критериям выбора частоты;

(с) присваивание частоты согласно шагу (б) базовой станции согласно шагу (а).

Альтернативный способ согласно п. 2 формулы изобретения состоит в том, что выбор частоты

ты согласно шагу (b) осуществляют путем оценки интерференционной ситуации базовой станции, выбранной согласно шагу (a), с использованием так называемой интерференционной оценочной функции, причем, выбирают частоту, присваивание которой дает минимальное приращение интерференционной оценочной функции.

Преимущество способа согласно изобретению состоит в том, что частоты распределяются с учетом возможных взаимных помех базовых станций значительно более равномерно по мобильной радиосети, т.е., по географическому региону. Для описания помех применяются, предпочтительно, вероятности появления интерференции. Способ согласно изобретению кроме вероятностей появления интерференции пользуется также другой имеющейся в распоряжении информацией.

Способы определения вероятности появления интерференции известны и описаны, например, в уже упомянутой заявке WO 90/10341. Согласно этой заявке, вероятность возникновения интерференции равна доле площади обслуживаемого региона, для которой отношение сигнал/помеха меньше предварительно заданного значения. При другом способе определения вероятности возникновения помех доля площади может оцениваться с учетом интенсивности связи, приходящейся на нее.

В преимущественной форме способ согласно изобретению может быть выполнен в виде компьютерной программы, обрабатывающей следующую исходную информацию:

(1) Данные о вероятности интерференции тех же частотных каналах, первых соседних каналах, вторых соседних каналах и т.д. (для видов связи Up-Link, Down-Link или их комбинации).

(2) Данные о принципиально допустимых частотах в сети.

(3) Следующие данные для каждой базовой станции:

- (a) количество требуемых частот,
- (b) локально разрешенные частоты,
- (c) локально запрещенные частоты,
- (d) степень трудности,
- (e) требуемая интенсивность связи,
- (f) степень нагрузки (отношение интенсивности связи к емкости).

(4) Для данного канала, для первого соседнего канала и т.д. максимально допустимая вероятность интерференции и лежащий ниже нее порог, выше которого вероятность интерференции считается существенной.

(5) Максимальное количество проходов операций присваивания частот.

(6) Системно-специфические (например, GSM-специфические) дополнительные данные, как, например, интервал между каналами из-за эффекта захвата частоты при передаче.

Для этой программы нужны по меньшей мере данные (1) и (4) для одного из случаев (тот же канал, первый соседний канал и т.д.). Далее требуются: (2), (3)(a), и (5); могут быть отброшены: (3)(b)(c) и (6); значениями, принятыми по умолчанию, могут быть заменены: (3)(d)...(3)(f).

Работа программы заканчивается, предпочтительно, когда за один проход удовлетворяется потребность в частоте каждой базовой станции при соблюдении дополнительных условий или ког-

да выполняется заданное количество проходов присваивания частоты. В последнем случае результат работы программы может быть лишь частичным решением, на основании которого пользователь, исходя из своих исходных данных, получает новые ориентиры. Проход присваивания состоит из последовательности отдельных присваиваний, в ходе которых одной из базовых станций присваивается частота.

Результатом работы программы является протокол, в котором записаны частоты, присвоенные конкретным базовым станциям. В дополнение к этому протокол может содержать и другие данные, как, например, вероятности возникновения интерференции, имеющиеся после присваивания частот, или свободные частоты, которые при необходимости могут быть предоставлены.

Хотя в рамках изобретения принципиально может быть выбрана и иная последовательность, предпочтительной является последовательность, при которой сначала выбирается базовая станция, а затем выбирается частота для предварительно выбранной базовой станции.

Совершенствование способа согласно изобретению состоит в том, что осуществляется обозначение тех отдельных присваиваний (частоты базовым станциям), которые на основании выбора базовой станции и частоты с учетом возможных помех, в частности максимально допустимой вероятности возникновения интерференции, больше не доступны.

Работа программы может быть прервана на любом этапе, после чего дальнейшие присваивания могут осуществляться самим оператором. Дальнейшее совершенствование способа согласно изобретению предусматривает, что шаги (a)...(c) повторяются до тех пор, пока всем базовым станциям не будет присвоено требуемое количество частот, или пока при не удовлетворенной потребности в частотах ни одна частота не может быть больше присвоена, а также что в случаях, когда ни одна частота не может быть больше присвоена, присваивание частот может быть повторено с другими исходными данными. Таким образом, применение способа согласно изобретению обеспечивает в значительной степени оптимальное присваивание частот базовым станциям.

Способом согласно изобретению предусматривается, что в качестве первого критерия выбора базовой станции служит отношение максимально-го количества частот, которые еще могут быть присвоены данной базовой станции к количеству частот, еще требуемых базовой станцией.

Дальнейшее совершенствование способа согласно изобретению состоит в том, что информацией о возможных помехах являются вероятности возникновения интерференции, а также что в качестве критерия выбора базовой станции служит сумма вероятностей интерференции для выбираемой базовой станции вследствие использования одинаковых и/или соседних частот по сравнению с другими базовыми станциями. Тем самым осуществляется дальнейшая оптимизация присваивания частоты.

Как уже упоминалось выше, в качестве исходной информации используется степень трудности каждой базовой станции. Однако часто

трудность, с которой данной станции могут быть присвоены требуемые частоты, становится известной лишь в процессе присваивания, то есть, после одного или нескольких проходов присваивания.

Поэтому, согласно следующему совершенствованию, предусмотрено, что исходная информация для каждой базовой станции содержит степень трудности, которая после каждого прохода присваивания, в процессе которого удовлетворены не все потребности в частоте, изменяется таким образом, что степень трудности для тех базовых станций, которым не присвоено требуемое количество частот, устанавливается определенно или неопределенно и что степень трудности учитывается при выборе базовой станции согласно шагу (а).

Дальнейшее совершенствование состоит в том, что для выбора частоты согласно шагу (b) критерий выбора состоит в принадлежности данной частоты к наивысшему из следующих классов:

- в классе 1 размещены те из разрешенных частот, присваивание которых выбранной базовой станции сделало бы меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены данной станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией;

- в классе 2 размещены те из оставшихся частот, присваивание которых выбранной базовой станции делает меньшим 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены другой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой другой базовой станцией;

- в классе 3 размещены частоты, не вошедшие в два предыдущих, но разрешенные к использованию в сети.

Следующее совершенствование также способствует созданию благоприятной интерференционной ситуации и состоит в том, что интерференционная ситуация, созданная осуществленными ранее присваиваниями частот, оценивается интерференционной оценочной функцией, и что, согласно следующему критерию выбора частоты, выбирается та частота, которая обуславливает наименьшее приращение интерференционной оценочной функции.

Это совершенствование устраняет недостаток известных способов, согласно которым из матрицы вероятностей интерференции выводится матрица совместимости, которая содержит значения вероятностей в категоричной форме типа "допустимо" или "не допустимо". В противоположность этому, в усовершенствованной форме изобретения внутри предварительно заданного диапазона значений применяются определенные вероятности интерференции. При этом значениями вероятностей интерференции, лежащими ниже заданного диапазона значений, можно пренебречь. Значения вероятности выше диапазона ведут к категоричному заключению "не допустимо".

Внутри диапазона значений присваивание частот в принципе допустимо. Следует лишь учитывать, является ли желательным присваивание частоты ввиду все еще высокой вероятности интерференции. Это обуславливает, между прочим, что обеспечение частотами каждой части геогра-

фического региона, покрываемого радиосетью, осуществляется в степени, которую позволяет интерференционная ситуация.

Согласно этому совершенствованию изобретения, исходная информация содержит степень нагрузки  $L$  и интенсивность связи  $V$  отдельных базовых станций, а приращение интерференционной оценочной функции  $E$  равно сумме оценок помех при релевантных (существенных) вероятностях взаимной интерференции  $P_{AB}$  и  $P_{BA}$  между выбранной базовой станцией  $A$  и другой базовой станцией  $B$  с учетом количества  $Z$  частот, требуемых каждой станцией:

$$E = \sum_B [(P_{AB} \cdot L_A \cdot L_B \cdot V_A) / Z_A + (P_{BA} \cdot L_B \cdot L_A \cdot V_B) / Z_B].$$

При необходимости могут быть учтены также вероятности интерференции от соседних каналов.

При вычислении интерференционной оценочной функции рассматриваются все пары  $A$  и  $B$  базовых станций, для которых по меньшей мере одна из двух вероятностей интерференции (в случае Down-Link: помеха, вызванная станцией  $A$  в ячейке  $B$ , помеха вызванная станцией  $B$  в ячейке  $A$ ; в случае Up-Link: помеха в станции  $A$ , вызванная мобильной станцией  $B$ , помеха в станции  $B$ , вызванная мобильной станцией  $A$ ) в том же частотном канале или в соседнем канале превышает определенное граничное значение.

Для такой пары станций  $A$  и  $B$  отдельно оцениваются оба направленных отношения: " $A$  создает помеху для  $B$ " и " $B$  создает помеху для  $A$ ". Эти отношения называются релевантными отношениями помех. Например, для отношения " $B$  создает помеху для  $A$ " для каждой частоты, присваиваемой базовой станции  $A$ , осуществляется проверка, используются ли в базовой станции  $B$  такая же частота или соседние частоты (первая, вторая и т.д.). Для каждого такого случая отмечаются соответствующие вероятности интерференции. После такой обработки всех частот базовой станции  $A$  все отмеченные таким образом вероятности интерференции суммируются, перемножаются со степенью нагрузки базовой станции  $A$ , со степенью нагрузки базовой станции  $B$  и интенсивностью связи базовой станции  $A$ , а затем делятся на количество частот, присваиваемых базовой станции  $B$ .

Результат дает оценку отношения помех " $B$  создает помеху для  $A$ ". Он может быть интерпретирован как взвешенная со значением базовой станции  $A$  в общей сети средняя вероятность, с которой работа базовой станции  $B$  будет мешать базовой станции  $A$ . Сумма оценок релевантных отношений помех является результатом интерференционной оценочной функции.

Следующее усовершенствование способа согласно изобретению состоит в том, что в качестве следующего критерия выбора частоты рассматривается частота использования отдельных присвоенных частот в мобильной радиосети.

Чтобы в каждом случае довести выбор до конца, согласно следующему усовершенствованию изобретения предусматривается, что при выборе базовой станции и/или частоты применяется случайный метод, если после применения всех ранее названных критериев выбора еще

предстоит выбрать несколько базовых станций и/или частот.

Предпочтительная форма осуществления способа согласно изобретению состоит в том, что для выбора базовой станции согласно шагу (а) в качестве первого критерия выбора базовой станции применяется отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены этой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией,

а также что выбирается базовая станция с наименьшим отношением,

а также что для нескольких базовых станций, имеющих наименьшие отношения, в качестве второго критерия выбора применяется степень трудности, присущая отдельным станциям, причем, выбирается базовая станция с наибольшей степенью трудности,

а также что при отсутствии однозначного выбора по второму критерию в качестве третьего критерия выбора базовой станции применяется сумма вероятностей возникновения интерференции на данной базовой станции из-за использования такой же частоты и/или соседних частот другими базовыми станциями, причем, выбирается базовая станция с наибольшей суммой вероятностей интерференции,

а также что при отсутствии однозначного выбора после применения третьего критерия осуществляется случайный выбор между оставшимися станциями.

Согласно другой предпочтительной форме осуществления, предусматривается, что для выбора частоты согласно шагу (b) первый критерий выбора состоит в принадлежности каждой частоты к наивысшему из следующих классов:

- в классе 1 размещены те из разрешенных частот, присваивание которых выбранной базовой станции сделало бы меньше 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены данной станции, к количеству частот, еще требуемых этой станцией;

- в классе 2 размещены те из оставшихся частот, присваивание которых выбранной базовой станции делает меньше 1 отношение максимального количества частот, которые еще могут быть присвоены другой базовой станции, к количеству частот, еще требуемых этой другой базовой станцией;

- в классе 3 размещены частоты, не вошедшие в два предыдущих, но разрешенные к использованию в сети,

а также что при отсутствии однозначного выбора частоты по первому критерию в качестве второго критерия выбора частоты рассматривается возможное приращение интерференционной оценочной функции, которое вычисляется из тех значений вероятности интерференции между ранее выбранной базовой станцией и другими базовыми станциями, которые лежат не выше максимально допустимой вероятности интерференции и не ниже рассматриваемой в качестве релевантной вероятности интерференции,

а также что в качестве третьего критерия выбора частоты служит частота использования присвоенных ранее частот, причем, выбирается частота с наименьшей частотой использования,

а также что при отсутствии однозначного выбора по третьему критерию осуществляется случайный выбор между оставшимися частотами.

В следующей форме осуществления способа присваивания частот базовым станциям мобильной радиосети, при которой используется исходная информация, содержащая по меньшей мере количество частот, требуемых для каждой базовой станции, частоты, допустимые в мобильной радиосети, и вероятности возникновения интерференции между базовыми станциями в случае использования одинаковых или соседних частот, предусмотрено, что осуществляется пошаговый выбор отдельных базовых станций и присваиваемых частот, а также что при выборе частот осуществляется количественный учет вероятностей возникновения интерференции.

Отличительные признаки настоящего способа способствуют оптимизации мобильной радиосети в части вероятностей возникновения интерференции и вместе с другими шагами и критериями выбора могут быть использованы для выбора базовых станций и частот.

При этом способе учитываются, предпочтительно, лишь вероятности интерференции в пределах диапазона значений, лежащих между рассматриваемым в качестве релевантного минимальным значением и максимально допустимым значением.

Пример осуществления изобретения представлен с использованием нескольких фигур и ниже поясняется подробнее. На фигурах изображены:

фиг. 1 - поданные в виде матрицы в качестве исходных данных, вероятности возникновения интерференции между четырьмя базовыми станциями;

фиг. 2 - графическое отображение взаимных помех базовых станций;

фиг. 3.1...3.8 - поданная в форме таблицы взаимосвязь между различными частотами, базовыми станциями и отношениями остаточной емкости к еще требуемым количеством частот для определенного шага программы. Пример осуществления исходит из того, что вероятности интерференции, представленные на фиг. 1, заранее известны. В так называемом случае связи Down-Link эта вероятность означает, что связь между базовой станцией и находящейся в зоне ее действия мобильной станцией создаются помехи другой станцией. Например, согласно фиг.1 базовая станция D с вероятностью 12 % создает помехи для станции C при работе на той же частоте. Вероятность интерференции 10 % считается максимально допустимой, а вероятность интерференции ниже 1 % считается нерелевантной (несущественной).

Вероятности интерференции существующих базовых станций мобильной радиосети в сильно упрощенном примере осуществления приводятся без объяснений. Принимается, что они либо нерелевантны, либо ведут к запрету использования отдельных частот базовыми станциями A, B, C, D. Поданные в виде вероятностей интерференции, взаимные помехи между базовыми станциями A, B, C, D могут быть отображены графически согласно фиг. 2. При этом сплошная линия связи оз-

начает однозначный запрет использования одинаковых частот. Штриховая линия с соответствующим числом (в процентах) означает, что использование одинаковых частот допустимо, но нежелательно. Оно тем более нежелательно, чем выше вероятность интерференции.

Для базовых станций A...D известно следующее:

- А нуждается в двух частотах, не может использовать частоты 3, 5 и 8 и имеет степень трудности 20.

- В нуждается в двух частотах, не может использовать частоты 2, 3 и 5 и имеет степень трудности 20.

- С нуждается в одной частоте, не может использовать частоты 2, 3, 5, 6, 7, 8 и имеет степень трудности 30.

- D нуждается в двух частотах, не может использовать частоты 3, 5, 6, 8 и имеет степень трудности 18.

Возможности использования частот в виде таблицы показаны на фиг. 3.1, причем, черточки над числами означают, что соответствующая частота запрещена для данной базовой станции.

Далее, пусть для расширяющейся мобильной радиосети известно, что в уже существующей ее части частоты используются тем чаще, чем больше номер частоты. Интенсивность связи и степень нагрузки отдельных базовых станций принимаются равными одинаковым эквивалентным значениям 1. Должно быть осуществлено максимум десять проходов присваивания частот.

Во избежание эффекта захвата частоты при передаче две частоты, совместно используемые одной базовой станцией, должны отстоять друг от друга на расстоянии трех межканальных интервалов, так что, например, использование частоты 4 автоматически запрещает использование на этой же базовой станции частот 2, 3, 5 и 6.

После задания всех исходных данных начинается первый проход присваивания частоты. Для начала следует выбрать первую базовую станцию. Для проверки критерия первого уровня выбора базовой станции вычисляются отношения остаточной емкости к количеству еще требуемых частот для базовых станций A...D.

Для базовой станции А это означает:

- частота 1 разрешена,
- частота 2 запрещена,
- частота 3 запрещена из-за частоты 1,
- частота 4 разрешена,
- частота 5 запрещена из-за частоты 4,
- частота 6 запрещена из-за частоты 4,
- частота 7 разрешена,
- частота 8 запрещена из-за частоты 7.

Из этого следует, что остаточная емкость равна 3, а отношение остаточной емкости к еще требуемому количеству частот равно  $3/2$ . Это отношение, а также соответствующие отношения для базовых станций В, С и D приведены в таблице фиг. 3.1 справа.

На основании критерия первого уровня выбора базовой станции, следует начинать с одной из станций А, В или D. Для выбора между этими базовыми станциями применяется критерий второго уровня выбора базовой станции, а именно:

степень трудности, на основании которого выбор приходится на базовую станцию А.

Для базовой станции А частоты 3, 5 и 8 запрещены. Уже теперь присваивание любой из разрешенных частот (1, 2, 4, 6, 7) делает невозможным присваивание этой базовой станции второй требуемой частоты; это означает, что класс 1 пуст. Также пуст и класс 2. Поскольку поэтому класс 3 содержит более чем одну частоту, дальнейший отбор осуществляется по критерию второго уровня выбора частот. Поскольку базовым станциям С и D еще не присвоена ни одна частота, изменение интерференционной оценочной функции для каждой частоты базовой станции А должно быть равно нулю. Поэтому требуется дальнейший отбор с использованием критерия третьего уровня выбора частоты. Согласно отметке о частоте использования в функционирующей сети, должна быть выбрана частота 1.

Следствием этого присваивания частоты является то, что частоты 2 и 3 не могут быть использованы в базовой станции А, а частота 1 - вследствие высокой вероятности интерференции (см. фиг. 1) - не может быть использована в базовой станции В. Это состояние после первого присваивания отображено в таблице фиг. 3.2. Обрамление числа означает, что соответствующая частота уже присвоена.

Кроме того, фиг. 3.2 отображает пересчет отношений остаточной емкости к количеству еще требуемых частот, осуществленный после первого присваивания частоты. На его основании для второго прохода присваивания выбирается базовая станция В. Для нее запрещены частоты 1, 2, 3 и 5. Выбор частоты 6 сделал бы невозможным присваивание второй частоты базовой станции В. Поэтому частота 6 принадлежит к классу 1. Класс 2 пуст, а класс 3 содержит частоты 4, 7 и 8. Поскольку базовая станция С еще не получила ни одной частоты, изменение интерференционной оценочной функции для частоты из класса 3 также должно равняться нулю. На основании упомянутого выше критерия частоты использования, выбирается частота 4 и присваивается базовой станции В, что и отображено на фиг. 3.3. Кроме того, фиг. 3.3 показывает новые соотношения между остаточными емкостями и еще требуемыми частотами.

После этого во время третьего прохода согласно критерию первого уровня рассматриваются базовые станции А, В и D. Согласно критерию второго уровня выбора базовой станции, выбор приходится на базовую станцию А.

Поскольку обе частоты 6 и 7 принадлежат классу 3 и из-за отсутствия частот у базовых станций С и D не может произойти изменение интерференционной оценочной функции, снова по критерию частоты использования выбирается частота 6. После этого третьего присваивания получается промежуточный результат, показанный на фиг. 3.4.

Во время четвертого присваивания по критерию степени трудности выбор приходится на базовую станцию В. Присваивание частоты 7 означало бы, что базовой станции D больше нельзя было бы присвоить две частоты. Поэтому частота 7 относится к классу 2, а частота 8 - к классу 3;

она и выбирается. После этого четвертого присваивания достигается состояние, показанное на фиг. 3.5.

Во время пятого присваивания выбор приходится на базовую станцию D. Все частоты, еще оставшиеся для этой базовой станции, принадлежат к классу 3. Для частоты 1 - из-за использования ее базовой станцией A - отмечается повышение интерференционной оценочной функции, для частот 2 и 7 - нет. Поэтому из этих частот по критерию частоты использования выбирается частота 2. Состояние после этого присваивания отображено на фиг. 3.6.

Для шестого присваивания снова выбирается базовая станция D. В классе 3 состоит только частота 3. Поэтому она присваивается базовой станции D, что и показано на фиг. 3.7.

Кроме того, из фиг. 3.7 видно, что осталось присвоить лишь одну частоту базовой станции C, для чего имеются две свободные частоты, а именно частоты 1 и 4. Для обеих частот повышается интерференционная оценочная функция.

В случае присваивания частоты 1 это повышение вычисляется следующим образом: Сначала вычисляется приращение интерференционной оценочной функции для отношения "C создает помеху A" при вероятности интерференции 8 %

(фиг. 1). Это отношение помехи перемножается со степенью нагрузки  $L_A$  базовой станции A, степенью нагрузки  $L_C$  базовой станции C и интенсивностью связи  $V_A$  базовой станции A и делится на общее количество частот, требуемых базовой станцией A. Поскольку степень нагрузки L и интенсивность связи приняты равными 1, получается:

$$(8 \cdot 1 \cdot 1) / 2 = 4.$$

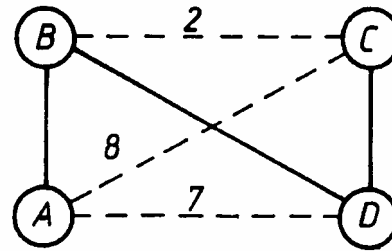
Соответствующим образом вычисляется приращение интерференционной оценочной функции для отношения "A создает помеху для C":

$$(8 \cdot 1 \cdot 1) / 8 = 1.$$

Для всех других потенциальных отношений помех вычисления дают 0. Таким образом, сумма оценок (интерференционная оценочная функция) равна 12. В случае присваивания частоты 4, подобные вычисления дают результат 3. Из этого следует, что по критерию второго уровня выбора частоты следует выбрать частоту 4. После этого, седьмого, присваивания получается состояние, показанное на фиг. 3.8. Этим заканчивается первый проход присваиваний. Поскольку отсутствуют базовые станции с еще неудовлетворенной потребностью в частоте, программа заканчивает работу. Результат, приведенный на фиг. 3.8, удовлетворяет все дополнительные условия и представляет план частот, обеспечивающий работу сети, максимально свободную от интерференции.

	A	B	C	D
A	0	12	8	7
B	12	0	2	13
C	8	2	0	12
D	7	13	12	0

Фиг. 1



Фиг. 2

A:	1	2	3	4	5	6	7	8	3/2
B:	1	2	3	4	5	6	7	8	3/2
C:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/1
D:	1	2	3	4	5	6	7	8	3/2

Фиг. 3.1

A:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/1
B:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/2
C:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/1
D:	1	2	3	4	5	6	7	8	3/2

Фиг. 3.2

A:	1	2	3	4	5	6	7	8	1/1
B:	1	2	3	4	5	6	7	8	1/1
C:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/1
D:	1	2	3	4	5	6	7	8	2/2

Фиг. 3.3



A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	1/1
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	2/2

Фиг. 3.4

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	1	2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	2/2

Фиг. 3.5

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	7	$\bar{8}$	1/1

Фиг. 3.6

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	4	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	2/1
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\boxed{7}$	$\bar{8}$	0/0

Фиг. 3.7

A:	$\boxed{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\boxed{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	0/0
B:	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\boxed{8}$	0/0
C:	1	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\boxed{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	1/0
D:	$\bar{1}$	$\boxed{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\boxed{7}$	$\bar{8}$	0/0

Фиг. 3.8

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»

Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101

(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

