



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42703 (13) C2

(51) 7 H04Q7/36, H04M13/00, H04B7/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ КАНАЛІВ МІЖ СТІЛЬНИКОВИМИ КОМІРКАМИ В МЕРЕЖІ РАДІОЗВ'ЯЗКУ І МЕРЕЖА РАДІОЗВ'ЯЗКУ

(21) 95058394

(22) 04.05.1995

(24) 15.11.2001

(31) 08/238138

(32) 04.05.1994

(33) US

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Бенвеніст Матільда, US, Грінберг Альберт
Гордон, US, Хванг Франк Квангмінг, US, Люба-
чевський Борис Дмитрієвіч, US, Райт Поль Емер-
сон, US

(73) ЛУСЕНТ ТЕХНОЛОДЖІЗ ІНК., US

(56) 1. US пат. 5134709, 28.07.1992.

2. US пат. 5239682, 24.08.1993.

3. US пат. 5276730, 04.01.1994.

4. US пат. 5309503, 03.05.1994

(57) 1. Способ динамического распределения ка-
налов между сотовыми ячейками в сети радио-
связи, заключающийся в разделении обслуживае-
мых областей на множество в основном соприка-
сающихся ячеек с помещенными в них базовыми
станциями, **отличающийся** тем, что он включает
в себя:

закрепление каналов за каждой базовой стан-
цией для использования абонентами внутри со-
ответствующей сотовой ячейки в соответствии с
первоначальной схемой распределения каналов,
удовлетворяющей ожидаемому наличию кана-
лов, блокированию каналов и ограничениям,
обусловленным взаимным влиянием каналов;

установление для каждой базовой станции пе-
рвоначального порядка доступа к каналам, рас-
пределенным на упомянутой выше операции; и
закрепление заново сигналов вызова за ка-
налами, не находящимися в активном или ре-
зервном состоянии, с помощью данной базовой
станции, при этом активные и зарезервирован-
ные каналы являются первыми каналами, пере-
численными в первоначальном порядке доступа
к каналу, установленном для этой базовой ста-
нции.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что он до-
полнительно включает в себя определение для
каждой базовой станции соответствующего набо-
ра соседних базовых станций и закрепление за ка-
ждой базовой станцией тех каналов, которые за-
креплены за соседними базовыми станциями в со-
ответствующем наборе соседних базовых ста-
нций.

3. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что опера-
ция установления для каждой базовой станции пе-
рвоначального порядка доступа к каналам вклю-
чает в себя установление порядка, в соответствии
с которым каналы закрепляются за данной базо-
вой станцией из соседних базовых станций до то-
го, как сигналы вызова данной базовой станции
закрепляются заново за каналами соседних базо-
вых станций.

4. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что каналы
от соседней базовой станции закрепляют за дан-
ной базовой станцией в основном в обратном по-
рядке по отношению к первоначальному порядку
доступа к каналам, установленному для соседней
базовой станции.

5. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что потоки
сигналов вызова распределяют между имеющими-
ся в наличии каналами с помощью правила, осно-
ванного на использовании стека, при котором за-
действованным и зарезервированным каналам от-
водят каналы с номерами $\alpha(1)$, $\alpha(2)$, ..., $\alpha(k+n)$, а
дополнительные сигналы вызова закрепляют за
каналами с номерами $\alpha(k+n+1)$, $\alpha(k+n+2)$, ..., $\alpha(C)$,
где C - общее число каналов, n - число используе-
мых каналов, k - число зарезервированных кана-
лов в данной сотовой ячейке, порядок доступа к
каналам в которой следующий: $\alpha=\alpha(1)$, $\alpha(2)$, ...,
 $\alpha(C)$.

6. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что каждый
набор соседних базовых станций содержит базо-
вые станции, при совместном использовании кана-
лов в которых учитывают взаимное влияние кана-
лов, которое не должно превышать установлен-
ный порог.

7. Способ по п. 6, **отличающийся** тем, что устано-
вленный порог задают соотношением сигнал/шум.

8. Способ по п. 6, **отличающийся** тем, что устано-
вленный порог задают частотой появления оши-
бок бит/кадров.

9. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что базо-
вые станции устанавливают неподвижными.

10. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что базо-
вые станции устанавливают подвижными.

11. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что допо-
лнительно включает передачу сигналов вызова от
одного канала сотовой ячейки к другому каналу,
закрепленному за этой же ячейкой.

(19) UA (11) 42703 (13) C2

12. Способ по п. 11, **отличающийся** тем, что указанную передачу сигналов осуществляют с помощью дистанционного управления.

13. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что дополнительно включает обнаружение возникающих при закреплении каналов конфликтных ситуаций с использованием алгебраических структур в наборе команд доступа к каналам.

14. Сеть радиосвязи, обслуживаемые области которой разделены на множество в основном соприкасающихся сотовых ячеек с помещенными в них базовыми станциями, **отличающаяся** тем, что она содержит

устройство для закрепления каналов за каждой базовой станцией для использования абонентами внутри соответствующей сотовой ячейки в соответствии с первоначальной схемой распределения каналов, удовлетворяющей ожидаемому наличию каналов, блокированию каналов и ограничениям, обусловленным взаимным влиянием каналов;

устройство для установления для каждой базовой станции первоначального порядка доступа к каналам, распределенным на упомянутой выше операции; и

устройство для закрепления заново сигналов вызова за каналами, не находящимися в активном или резервном состоянии, данной базовой станцией, при этом активные и зарезервированные каналы являются первыми каналами, перечисленными в первоначальном порядке доступа к каналу, установленному для этой базовой станции.

15. Сеть по п. 14, **отличающаяся** тем, что она дополнительно содержит устройство для определения для каждой базовой станции соответствующего набора соседних базовых станций и второго устройства для закрепления за каждой базовой

станцией тех каналов, которые закреплены за соседними базовыми станциями в соответствующем наборе соседних базовых станций.

16. Сеть по п. 15, **отличающаяся** тем, что устройство для установления для каждой базовой станции первоначального порядка доступа к каналам выполнено с возможностью установления порядка, в соответствии с которым каналы закреплены за данной базовой станцией из соседних базовых станций до того, как сигналы вызова данной базовой станции будут закреплены заново за каналами соседних базовых станций.

17. Сеть по п. 15, **отличающаяся** тем, что каналы от соседней базовой станции закреплены за данной базовой станцией с помощью второго устройства для закрепления в основном в обратном порядке по отношению к первоначальному порядку доступа к каналам, установленному для соседней базовой станции.

18. Сеть по п. 15, **отличающаяся** тем, что второе устройство для закрепления выполнено с возможностью распределения потоков сигналов вызова между имеющимися в наличии каналами с помощью правила, основанного на использовании стека, при котором задействованным и зарезервированным каналам отведены каналы с номерами $\alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(k+n)$, а дополнительные сигналы вызова закреплены за каналами с номерами $\alpha(k+n+1), \alpha(k+n+2), \dots, \alpha(C)$, где C - общее число каналов, n - число используемых каналов, k - число зарезервированных каналов в данной сотовой ячейке, порядок доступа к каналам в которой следующий: $\alpha=\alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(C)$.

19. Сеть по п. 14, **отличающаяся** тем, что она дополнительно содержит устройство для передачи, выполненное с возможностью передачи сигналов вызова от одного канала сотовой ячейки к другому каналу, закрепленному за этой же ячейкой.

Изобретение относится к сетевым радиосистемам связи, в частности, к способам и устройствам с динамическим распределением основных ресурсов системы для увеличения эффективности их использования.

Сетевые радиосистемы связи обеспечивают радиосвязь между двумя или большим числом абонентов и обычно дают возможность передавать ограниченное число радиосообщений в любой заданный момент времени. На каждый радиовывоз затрачивается некоторая часть общих ресурсов системы. В данном случае важно отметить, что существует два первичных ресурса (параметра), которые используются в любой системе радиосвязи, а именно, средняя излучаемая мощность и ширина полосы радиоканала.

Средняя излучаемая мощность - это средняя мощность излученного сигнала. Ширина полосы радиоканала - это совокупность частот, которые используются для передачи сигналов с удовлетворительной точностью. При конструировании обычных радиосистем должны использоваться как можно более эффективно два этих параметра. В большинстве радиосистем один из параметров может быть более важен, чем другой. Следова-

тельно, можно также классифицировать каналы радиосвязи на каналы, ограниченные по мощности, и на каналы, ограниченные по полосе. Например, телефонная сеть является типично частотно ограниченным каналом, в то время, как радиолинии дальней связи или спутниковой связи являются типичными каналами, ограниченными по мощности.

Излучаемая мощность является важным параметром, поскольку для приемника с заданным распределением шума определяет допустимое расстояние между передатчиком и приемником. Другими словами, для приемника с заданным распределением шума и заданным расстоянием между ним и передатчиком излучаемая мощность задает соотношение сигнал/шум на входе приемника, которое в дальнейшем определяет его шумовые характеристики. В случае, если шумовые характеристики превышают определенный установленный уровень, то передача сигналов по радиоканалу не может считаться удовлетворительной. В дополнение к сказанному ширина полосы радиоканала является важным параметром, поскольку для заданной полосы частот, характеризующих радиосигнал, она определяет число радиосигна-

лов, которые могут быть одновременно переданы по радиоканалу. Другими словами, для заданного числа независимых радиосигналов, которые должны присутствовать в общем радиоканале, ширина полосы радиоканала определяет полосы частот, которые могут быть отведены при передаче каждому радиосигналу без заметных искажений.

Так или иначе, в дальнейшем полагают, что использование термина "ресурс" не будет ограничиваться приведенными ниже примерами (например, высокочастотным каналом, который использует набор частот или временных импульсов применительно соответственно для многоканальных систем передачи с разделением каналов по частоте или по времени или их сочетание). Другим примером "ресурса" является код, соответствующий абоненту и используемый для облегчения связи (применяемый в многоканальных системах передачи с разделением каналов по прямым кодовым последовательностям). В качестве "ресурса" может использоваться кольцевая кодовая последовательность, применяемая в системе с расширенным частотным спектром (она представляет собой первоначально установленный порядок, по которому для заданного набора объектов и заданного набора частот осуществляется доступ к системе связи).

Сетевая радиосистема связи может рассматриваться, как система, содержащая определенный набор базовых станций. Каждая базовая станция принимает сообщения из нескольких входных портов и распределяет их среди нескольких выходных портов. Абонент при вызове связывается непосредственно со своей, соответствующей ему, базовой станцией. В некоторых случаях вызывающий и вызываемый абоненты используют одну и ту же базовую станцию сетевой радиосистемы связи. Однако в ряде случаев связь устанавливается через различные базовые станции, возможно с использованием промежуточных базовых станций.

При определении структуры сетевой радиосистемы связи для работы с перемещающимися абонентами необходимо увеличить зарезервированные ресурсы сетевой системы. Обслуживаемая сетью зона действия разделяется на ряд примыкающих обслуживаемых областей, называемых сотовыми ячейками. Внутри отдельной сотовой ячейки абоненты связываются через радиотелефонную линию связи с базовой станцией (БС), обслуживающей эту ячейку; затем базовая станция устанавливает связь с другими базовыми станциями через сетевую радиолинию. Для передачи сообщений по этой сетевой радиолинии за каждым абонентом закрепляется один из дискретного набора каналов. После подключения перемещающихся абонентов для передачи сообщений от них обычно используются радиолинии. Этим радиолиниям повторно выделяются ресурсы, которые должны быть выделены в максимально возможной степени. Так как абоненты перемещаются, то их положение не может быть определено просто с помощью опроса данных, содержащих отличительные признаки вызванных абонентов. Следовательно, должны быть привлечены дополнительные ресурсы сетевой радиосистемы и учтена дополнительная информация в сети для того, чтобы

установить, как обслуживать "странствующих" абонентов, чье положение меняется.

Зарезервировать дополнительные ресурсы особенно трудно в тех сетевых радиосистемах связи, в которых по крайней мере некоторые из базовых станций сами являются передвижными. Эта ситуация может, например, встретиться в том случае, когда в качестве базовых станций сетевой радиосистемы связи используются спутники, движущиеся по орбите. В этом случае связь устанавливается через выбранные отдельные базовые станции системы, используемые для создания трассы распространения радиосигнала, траектория которой зависит от того, какие спутники располагаются в подходящем месте в данный момент времени. В дальнейшем траектория трассы распространения непрерывно меняется во времени, так как спутники перемещаются по своим орбитам. При этом вид траектории зависит от того, какой из тысяч или даже миллионов путей прохождения через сетевую радиосистему связи использован. Ресурсы сетевой системы связи, необходимых для отслеживания меняющейся во времени траектории трассы распространения в случае наличия множества различных путей прохождения, может быть в принципе недостаточно, что делает работу сети невозможной.

В настоящее время в наземных многоканальных радиосистемах связи с разделением каналов по частоте или по времени фиксированное распределение каналов используется в основном для получения доступа к каналам в ячейках всех систем связи, развернутых в мире. При фиксированном распределении каналов за каждой установленной группой каналов закреплена отдельная ячейка. Особенно эффективно использование имеющихся в наличии ресурсов при совместном применении выделенных абонентам ячеек, которые так пространственно разнесены, что возникающие между всеми ячейками взаимные влияния, так же, как и взаимное влияние по соседним каналам, имеют величину, которая значительно ниже установленного уровня. За счет осуществления более широкого доступа к каналам может быть более эффективно организована работа соединительных линий между станциями, при этом уменьшено время холостой работы каналов. Однако такое фиксированное распределение ресурсов не является оптимальным потому, что исключено использование ячейками ресурсов, которые вначале не закреплены за ними, даже в том случае, когда такое использование ресурсов не приведет к нарушению установленных ограничений, обусловленных работой системы. Так как при фиксированном распределении каналов число последних жестко зафиксировано, то невозможно адаптивное перераспределение каналов с тем, чтобы удовлетворить изменяющимся потребностям при отключении или переключении каналов. Так как число абонентов сотовой или индивидуальной телевизионно-связной радиосистем может увеличиваться, то требуемая структура каналов должна на основании опыта легко изменяться. Принцип фиксированного распределения каналов может быть серьезным препятствием для поддержания канала связи с перемещающимся абонентом в любой момент времени, когда это необходимо. Та-

ким образом, распределение частот и управление сетевой радиосистемой связи быстро становится непрактичным и затруднительным.

Одно из возможных решений проблемы управления сетевой радиосистемой связи, возникающей при увеличении объема поступающих вызовов, - это создание системы с динамическим распределением каналов, где каждый имеющийся канал используется в каждой ячейке. Подобно системе с фиксированным распределением каналов, система с динамическим распределением может быть приспособлена для работы при локальном взаимном влиянии каналов и в условиях перемещения. Однако из-за влияния канала ближайшей ячейки и/или из-за малости сигнала качество данного канала может быть значительно ухудшено. При этом канал, качество которого ниже установленного уровня, будет мешать непосредственному доступу вновь вышедшему на связь абоненту.

Целью настоящего изобретения является оптимальное использование имеющихся ресурсов, таких, как высокочастотный спектр, за счет формирования системы, имеющей возможность динамически перераспределять ресурсы среди ячеек сетевой радиосистемы связи при сохранении ограничений, обусловленных работой системы.

Цель изобретения, так же, как и другие цели, которые будут раскрыты ниже, может быть достигнута с помощью способа и устройства, облегчающих динамический доступ к общей группе каналов, поделенных на подгруппы, каждая отдельная подгруппа из которых закреплена за сотовой ячейкой радиосистемы связи. Используемый здесь термин "канал" должен пониматься просто в качестве иллюстративного примера понятия "ресурс", который может динамически перераспределяться в наземной базовой сотовой радиосистеме связи в соответствии с данным изобретением. В дальнейшем термин "ячейка" должен пониматься относящимся не только к одно- или двумерным наземным сотовым радиосистемам с неподвижным расположением базовых станций, но также и к трехмерным системам, базовые станции у которых перемещаются внутри обслуживаемого объема или обслуживаемой площади на земле. Специалисту в данной области техники ясно, что способ и устройство, предлагаемые в настоящем изобретении, могут быть использованы при распределении других ресурсов, в том числе и ресурсов в спутниковой системе, положение базовых станций в которой относительно абонента само по себе динамически изменяется, а также при построении индивидуальных связных радиосистем или других систем связи.

Так или иначе, распределение каналов на подгруппы осуществляется таким образом, чтобы учесть различные возникающие ограничения, обусловленные схемой размещения радиосистемы. Примерами таких ограничений являются ограничения, обусловленные взаимодействием сигналов в канале или вызванные взаимным влиянием по соседним каналам. Группы с различным числом каналов могут быть закреплены за различными базовыми станциями. Кроме того, для формируемых единым образом областей, обслуживаемых сетевой системой радиосвязи, распределение каналов не должно повторяться.

Вызовы, впервые поступившие в ячейку, закрепляются за каналами, отведенными базовой станции этой ячейки, в том порядке, который установлен в ней. После того, как будут исчерпаны каналы, первоначально закрепленные за базовой станцией, т.е. все они будут заняты, будет предприниматься попытка в определенном установленном порядке переключить вызовы на каналы, закрепленные за базовыми станциями соседних ячеек. В частности, в рамках данного изобретения, группа ячеек, соседних с данной ячейкой, обозначена, например, как используемая ячейка (1). Для каждой группы каналов с числом C , отличной от собственной группы каналов ячейки (1), любая ячейка, например, ячейка (2), будет считаться соседней ячейкой при условии, что названная группа каналов является собственной группой каналов с числом C и эта группа каналов надежно развязана с каналами ячейки (1), поскольку одновременное использование группы из C каналов в обеих ячейках (1) и (2) нарушит взаимодействие каналов ячеек или не будет соответствовать другим критериям работы радиосистемы. Если существует большее число ячеек с группой из C каналов, то в этом случае только одна из них будет считаться соседней. В подключенную ячейку переносят определенную установленную группу каналов из соседних ячеек до тех пор, пока не приходит назад сигнал с одной из ячеек о подключении дополнительных каналов. Доступ к ячейкам, перенесенным из соседней ячейки, осуществляется в обратном порядке по отношению к тому, по которому они используются в собственной ячейке. Для каждой ячейки установлен заранее определенный порядок, по которому вызовы, поступающие в ячейку, могут быть закреплены за данной полной группой каналов.

Порядок, по которому выбираются ячейки для переключения, не распространяется на подгруппы из данной группы каналов ячеек.

Если канал, к которому хотят подключиться, уже используется или зарезервирован собственной или одной из соседних ячеек, то выполняются одно из следующих действий: (i) за поступающим вызовом резервируется место в списке доступа до того момента, пока продолжается поиск канала; (ii) если превышен лимит по числу внешне зарезервированных каналов в вызываемой ячейке, то вызов блокируется.

После завершения вызова последний используемый канал освобождается в данной ячейке, а другой вызов передается на только что освобожденный канал. То есть, поступающие вызовы закрепляются за имеющимися в наличии каналами с помощью правила, основанного на использовании стека. Таким образом, если имеется C каналов, n каналов используется, k каналов зарезервировано в данной ячейке, а порядок доступа к каналам $\alpha = (\alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(C))$, то используемые или зарезервированные каналы - это каналы с номерами $(\alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(k+n))$ и дополнительные вызовы будут закреплены строго по порядку за каналами с номерами $(\alpha(k+n+1), \alpha(k+n+2), \dots, \alpha(C))$.

После завершения вызова, переключенного на канал, зарезервированный за другими ячейками, один из этих внешних зарезервированных ка-

налов освобождается. В ячейке, в которую больше не поступает запрос на резервирование канала, последний используемый канал освобождается за счет переключения каналов внутри ячейки, а другой поступающий вызов передается на вновь освободившийся зарезервированный канал. Качество переключения каналов внутри ячейки возрастает, если оно осуществляется с помощью дистанционного переключения через радиоустройство.

Для облегчения широкого внедрения предлагаемого способа и минимизации объема информации, передаваемой между базовыми станциями (центрами управления и приема/передачи), расположенными в разных сотовых ячейках, используется следующий прием. Пусть порядок доступа к каналам определяется операцией Ψ . Пусть, например, для двух сотовых ячеек, помеченных метками 1 и 2, задана пара списков порядка доступа к каналам α_1 и α_2 , тогда сформированный третий список $\alpha_3 = \Psi(\alpha_1, \alpha_2)$ должен обладать следующими свойствами: если число занятых или зарезервированных каналов в любой ячейке составляет m_1 и m_2 соответственно, то канал из ячейки 2 может переключиться на канал ячейки 1 (переключение возможно только на канал с номером $\alpha_1(m_1+1)$) тогда и только тогда, когда выполняется установленное численное соотношение между величинами $\alpha_3(m_1+1)$ и m_2 . Это условие должно выполняться во всех случаях, когда ячейка 2 является соседней ячейкой по отношению к ячейке 1. Если это условие не выполняется для какой-нибудь соседней ячейки, а в ячейке 1 превышен отведенный ей лимит по числу зарезервированных каналов, которые она может иметь, то число m_1 увеличивается на 1, резервируется канал с номером $\alpha_1(m_1+1)$ и процесс повторяется. В противном случае попытка вызова блокируется.

Описанная процедура минимизирует объем информации, которую необходимо передавать между базовыми станциями, так как заранее вычисленные списки доступа к каналам $\Psi(\alpha_1, \alpha_2)$ могут быть заданы и сохранены на каждой базовой станции по отношению к любой соседней ячейке. После настройки на данный вызов необходимо будет менять только значение чисел m_1 и m_2 , которые определяют состояние ячеек 1 и 2.

Признаки, характеризующие изобретение, подробно приведены в прилагающейся формуле изобретения и часть из них раскрыта.

Для лучшего понимания изобретения, а также понимания преимуществ и основных целей, обусловленных и достигаемых его применением, необходимо использовать описание, в котором содержится предпочтительный вариант выполнения изобретения, а также сопроводительными чертежами, на которых

фиг. 1 - схематическое изображение расположения регулярных ячеек сотовой радиотелефонной системы связи, на котором типичная повторно используемая группа ячеек (состоящая из 7 ячеек) затенена;

фиг. 2 - схематическое изображение сотовой радиотелефонной системы связи с базовыми станциями, работающими с ненаправленными или направленными антеннами;

фиг. 3 - блок-схема сотовой радиотелефонной системы связи;

фиг. 4 - блок-схема устройства обработки данных, предназначенного в соответствии с данным изобретением для закрепления каналов за поступающими вызовами в сотовой радиотелефонной системе связи;

фиг. 5 - схема алгоритма распределения каналов в соответствии с предлагаемым способом по настоящему изобретению, в котором предусмотрено, если это необходимо, резервирование каналов;

фиг. 6 - схема алгоритма, иллюстрирующего процесс освобождения, каналов после окончания вызовов;

фиг. 7 - схематическое изображение 19 ячеек, образующих повторно используемую группу;

фиг. 8 - таблица, на которой в виде примера приведен порядок доступа, определенный в соответствии с предлагаемым изобретением, для группы повторно используемых 19 ячеек, приведенных на фиг. 7.

Подробное описание предпочтительного варианта выполнения изобретения

Расположение стандартных регулярных гексагональных ячеек наземной сотовой радиотелефонной системы связи схематически показано на фиг. 1. Изображение обслуживаемого участка земной поверхности в виде решетки с гексагональными ячейками является геометрической структурой, которая дает возможность распределить каналы при данном модельном размещении ячеек и допускает повторное использование этих каналов в модели управляемого повторяющегося регулярного распределения ячеек. Каждая ячейка обслуживается характерной группой каналов, закрепленной за ней. Каждая группа каналов состоит из множества индивидуальных каналов для приема и передачи, которые используются внутри самой ячейки. На структуре, изображенной на фиг. 1, ячейки, помеченные цифрой 0, являются совместно используемыми ячейками, и все они обслуживаются одной и той же группой каналов. Символ 0 используется только в качестве маркера или метки группы каналов и не предполагает наличия конструктивных особенностей. Изложенное выше верно и для других совместно используемых ячеек, помеченных одинаковыми цифрами с 1 по 6, при этом за каждой ячейкой закреплена соответствующая группа каналов. В случае применения неравномерной сетки, отличной от регулярной структуры, изображенной на фиг. 1, сохраняется возможность использования основных принципов построения описанного выше варианта решения, которое должно быть приспособлено к условиям наличия и блокирования каналов, а также ограничениям, обусловленным взаимным влиянием каналов. Затененные ячейки, показанные на фиг. 1 и окружающие центральную ячейку, помеченную меткой 0, являются ближайшими соседними ячейками для указанной ячейки. Эта ячейка вместе с соседними с ней обычно обозначается как повторно используемая группа.

Антенная система, соединенная с базовой станцией, которая содержит приемо-передающие устройства, излучает в пространство каждой ячейки. Приемо-передающие устройства в свою оче-

редь соединены с телефонной сетью общего пользования через магистральные радиолнии или соответствующую эквивалентную аппаратуру. Как видно на фиг. 2, антенны могут быть либо направленными, как антенны 201 или 202, либо направленными, как антенны 203, 204 и 205. Направленные антенны 203, 204 и 205 используются для того, чтобы разделить сотовую ячейку 206 на секторы в форме линейчатых клиньев с меньшим углом, как показано на фиг. 2.

Типичная наземная сотовая система приведена на схеме фиг. 3. Каждая базовая станция 300 содержит приемо/передающее устройство и излучающие антенны с зоной действия на площади ячейки, границы которой показаны в виде неправильной формы, что типично для реальной системы. Движущийся объект 301 устанавливает связь с базовой станцией той сотовой ячейки, в зоне действия которой он находится. Множество передвижных коммутаторных станций 304 (ПКС) изображено связанными с помощью передвижной радиотелефонной системы с телефонной сетью общего пользования 302 (ТСОП). Множество базовых станций взаимно связаны друг с другом через коммутаторы коммутаторных станций.

Центр 305 обработки и управления (ЦОУ) соединен с коммутаторными станциями 304 для контроля за работой их систем и связанных с ними базовых станций 300. Центр 305 обработки и управления - это основная станция управления, содержащая устройство для обработки информации, электронные устройства ввода/вывода для приема и вывода входной/выходной информации от или к запоминающему устройству и устройство для контроля в реальном масштабе времени. Устройство для обработки информации может быть использовано для осуществления распределения каналов во взаимодействии с дистанционно управляемыми приемо-передающими устройствами, расположенными на базовых станциях. В системах с распределенным управлением отдельные или все функции центра обработки и управления могут выполняться базовыми станциями, которые связаны непосредственно друг с другом или через сетевую радиосистему связи.

Иллюстративный вариант построения устройства обработки информации, устанавливаемого в центр обработки и управления или на отдельных базовых станциях, и предназначенных для распределения и настройки приемо-передающих устройств на базовых станциях, схематически показан на блок-схеме фиг. 4. Основным специализированным компьютером 400 содержит программу сохранения информации, размещенную в его памяти, или иные запоминающие устройства 401. Эта программа содержит команды для осуществления распределения радиоканалов для поступающих запросов на основе оперативного состояния радиосистемы связи. Входные данные поступают в программу через входное устройство 402 компьютера. Входные данные включают в себя поступающие запросы, порядок доступа к каналам базовой станции сотовой ячейки, число вызовов, число имеющихся в наличии и зарезервированных каналов, которые имеются в каждой сотовой ячейке. Дополнительные входные данные обычно включают информацию о взаимном влиянии кана-

лов в виде матрицы взаимных влияний ячейка-ячейка, которая соответствует взаимному влиянию каждой отдельной ячейки с соседними ячейками. Во входные данные также включается информация об ограничениях, обусловленных взаимодействием в системе связи, которая необходима для распределения каналов. Под ограничениями, обусловленными взаимодействием, понимаются сведения о вероятности блокирования каналов, о наличии как смежных, так и основных каналов. Схемы перемещений также вводятся в информацию, поступающую на вход, и используются для первоначального распределения каналов в сотовой ячейке. Информация о перемещениях может быть получена в реальном масштабе времени.

В дальнейших рассуждениях ячейки, первоначально закрепленные за данной ячейкой, рассматриваются как принадлежащие этой ячейке, а сама ячейка - как ячейка, владеющая группой каналов. В данном рассматриваемом варианте выполнения изобретения процесс распределения каналов осуществляется компьютером 400 в соответствии с командами, хранящимися в памяти 401 компьютера. Информация об окончательном распределении каналов за поступающими вызовами, которые приняты, так же, как и о распределении зарезервированных каналов в любой ячейке, поступает через выходное устройство 403 на вход передвижной коммутаторной станции 404 и в дальнейшем передается на базовые станции. Индивидуально перестраиваемыми радиоустановками 406, имеющимися на каждой базовой станции, информация передается по каналам в соответствии с определенным их распределением, установленным в процессе закрепления каналов. Дополнительно выходы позволяют получить графическую информацию и распечатать ее на принтере в центре обработки и управления, а также подключиться через устройство сопряжения к другим сетям для наблюдения и контроля.

Чтобы сформулировать изложенный выше процесс распределения каналов, введена следующая система обозначений. Пусть

$j=1, \dots, J$ индекс различных логических ячеек.

(Логическая ячейка - это часть зоны действия ячейки, которую обслуживает базовая станция, например, сектор, находящийся в зоне действия направленной антенны.)

$i=1, \dots, J$ - то же самое, что индекс j (комбинация (i, j) обозначает пару логических ячеек)

C - число имеющихся в наличии каналов

a_j - максимальное число каналов, доступное для j -ой логической ячейки

n_j - число поступающих в логическую ячейку вызовов

k_j - число внешних зарезервированных за j -ой логической ячейкой каналов

c_j - число отведенных j -ой логической ячейке каналов, выбранное совместно с приведенным ниже числом r_j для удовлетворения условиям блокировки каналов

r_j - максимальное число внешних зарезервированных за j -ой логической ячейкой каналов, выбранное совместно с приведенным выше числом c_j для удовлетворения условиям блокировки каналов

N_j - число соседних ячеек для j -ой логической ячейки, определяемое из условий взаимного влияния каналов

R_j - число зарезервированных за j -ой логической ячейкой действующих каналов.

На фиг. 5 приведен алгоритм процесса распределения поступающих вызовов за каналом j -ой сотовой ячейки. Порядок доступа к каналам в любой ячейке происходит как процесс перестановок, при этом любая из математических реализаций с соотношением 1:1 соответствует набору целых чисел $\{1, \dots, d\}$. Вводится понятие используемой алгебраической структуры, для которой определены операции сложения, перемножения и инверсии, позволяющей сформировать из данного набора объектов конечную группу, состоящую из обычных математических символов. Существует много различных конкретных реализаций или представлений данных объектов, например, представление в виде матрицы. Не все существующие представления эквивалентны в том смысле, что любое из них может быть заменено на другое с точки зрения предлагаемого процесса, описанного ниже. Пусть в принятых выше конкретных математических представлениях α и β - это перечни доступа к каналам (списки), тогда под перечнем доступа $\alpha\beta$ понимается такой список, у которого i -ый элемент - это элемент списка α , чье положение задается i -ым элементом списка β . Пусть это будет обозначено, как $\alpha\beta(i) = \alpha(\beta(i))$. При этом операция перемножения не коммутативна в том смысле, что $\alpha\beta$ не обязательно будет равно $\beta\alpha$ для произвольных перестановок α и β . Тожественный элемент, обозначаемый здесь ϵ , - это список, чей i -ый элемент равен i . Это соответствует условию $\alpha\epsilon = \epsilon\alpha = \alpha$. Каждой перестановке α соответствует инверсная перестановка β , которая обозначается особым списком вида $\alpha\beta = \beta\alpha = \epsilon$. В дальнейшем в соответствии с принятыми математическими обозначениями операция инверсии, например, для списка α обозначается в виде α^{-1} .

Для заданных списков α, β , в результате алгебраической операции, обозначенной как $\Psi(\alpha, \beta) = \beta^{-1}\alpha$, получается следующий третий список. Для того, чтобы удостовериться, что первоначальные фрагменты списков $(\alpha_j(1), \dots, \alpha_j(m_j))$ и $(\alpha_i(1), \dots, \alpha_i(m_i))$, т.е. первые m_j элементов списка α_j и первые m_i элементов списка α_i не содержат общих элементов, необходимо и достаточно, чтобы минимальный элемент списка $\alpha_i^{-1}\alpha_j(1), \dots, \alpha_i^{-1}\alpha_j(m_j)$ был строго больше m_i . Это условие симметрично относительно индексов i и j . Пусть заданы два первоначальных неперекрывающихся списка, т.е. списки, не имеющие общих элементов, тогда для того, чтобы установить, что удлинение одного из первоначальных фрагментов списков на один элемент (скажем удлинение первоначального фрагмента списка α_j до $(\alpha_j(1), \dots, \alpha_j(m_j+1))$) не ведет к появлению перекрывающихся элементов, достаточно проверить только условие $\alpha_i^{-1}\alpha_j(m_j+1) > m_i$.

Правила, предлагаемые в изобретении, позволяют вычислять различные алгебраические структуры по совокупностям перестановок и двоичной операции Ψ , используемой, для выявления конфликтных ситуаций, что позволяет уменьшить вычислительные затраты. На практике группа ка-

налов может быть разделена на g классов N_1, \dots, N_g таким образом, что группа каналов, принадлежащих некоторой ячейке, находится внутри данного класса, а переключаться каналы ячеек могут только на те ячейки, у которых собственная группа каналов принадлежит тому же классу. Используя соответствие 1:1 каналов в данном классе N_i с набором равных кардинальных чисел (все наборы математически эквивалентны выборке $\{1, \dots, h_i\}$, где h_i обозначает кардинальное число N_i), то порядок доступа к каналам можно рассматривать, как переборы этих кардинальных чисел и алгебраической операции Ψ , выполняемых соответственно. Альтернативным образом порядок доступа к любой j -ой ячейке можно потом произвольно распространить на первые α_j записей для любых произвольных сочетаний совокупности достаточного количества кардинальных чисел, что позволяет осуществить двоичную операцию $\Psi(\alpha_i, \alpha_j)$ для любой i -ой ячейки, где i - число соседних ячеек с j -ой соседней ячейкой.

В соответствии с предлагаемым в изобретении подходами, каналы закрепляются за поступающими вызовами или резервируются в соответствии с алгоритмом, основанном на использовании стека. Таким образом, если C - полное число каналов, n_j - число используемых каналов и k_j - зарезервированных каналов в j -ой ячейке, с установленным порядком доступа в виде $\alpha_j = (\alpha_j(1), \alpha_j(2), \alpha_j(C))$, то тогда используемые и зарезервированные каналы - это каналы строго с номерами $(\alpha_j(1), \alpha_j(2), \alpha_j(k+1))$, а дополнительные поступающие вызовы закрепляются за каналами в следующем порядке $(\alpha_j(k+n+1), \alpha_j(k+n+2), \alpha_j(C))$.

Первоначально на шаге 502 определяется, что число каналов, введенных j -ой ячейке, не превышает установленного в процессе работы максимального числа a_j . Затем для каждой соседней с j -ой ячейкой подсчитывается число каналов для проверки возможности появления конфликтной ситуации, т.е. когда каналы одновременно используются в данной и соседней ячейках. Это осуществляется с 503 по 508 шаг. На шаге 506 проверки определяется выполнение описанных выше условий для контроля за конфликтными ситуациями. Если после шага проверки устанавливается наличие конфликтной ситуации, то канал, к которому ищется доступ, добавляется к списку внешне зарезервированных каналов для j -ой ячейке, как это показано на шаге 507 и 508, если это возможно, т.е. если нет превышения максимального числа зарезервированных каналов. Если дальнейшее резервирование канала невозможно, то тогда поступающий вызов отклоняется на шаге 509. Если резервирование канала возможно, то канал резервируется и начинается новый цикл подсчета соседних сотовых ячеек для данного канала в соответствии с порядком доступа к требуемой ячейке.

Если не возникает конфликтных ситуаций с любой соседней ячейкой на шаге подсчета, то поступающие вызовы принимаются на шаге 510 и вызов закрепляется за данным каналом. Если в конечном счете вызов отклоняется, то отдельные составные части процедуры отклонения вызова не обязательно включают в себя отмену резервирования, когда делается попытка разместить вызов.

Резервирование вызова, однако, может быть сохранено для сокращения времени доступа к вызову при последующих попытках доступа к каналам. Однако это может увеличить вероятность блокирования соседних ячеек. Решение о выборе процедуры может приниматься, исходя из вероятности блокирования каналов, ограничений при организации вызова или исходя из других критериев. Процесс прекращается на шаге 511.

На фиг. 6 представлен вариант выполнения процедуры, применяемой в станциях вызова. Процедура предназначена для поддержания порядка, основанного на использовании стека, для каналов, которые либо используются, либо зарезервированы. В результате шагов 601 и 602 определяется ячейка со станцией вызова и их параметры. На шаге 603 канал, используемый на станции вызова, закрепляется заново за каналом, отведенным на верхней ячейке стека, т.е. вызову отведен канал $\alpha_j(n_j+k_j)$. Конечно, для специалиста в данной области техники ясно, что принятие решения может быть отложено и принято в заданный интервал времени, согласованный с имеющимися ограничениями при обработке информации или просто исходя из необходимости. На практике перезакрепление каналов может быть осуществлено с помощью дистанционного переключения приемопередающих устройств на базовой станции для той ячейки, которая расположена на противоположном конце трассы распространения сигналов между радиоустройствами. Число обслуживаемых вызовов может корректироваться. На шаге 604 освобождаются зарезервированные каналы, непосредственно предшествующие каналу $\alpha_j(n_j+k_j)$, а k_j каналов обновляется.

В соответствии с фиг. 7 и 8 подробно описывается принцип вертикального и горизонтального переключения каналов. Данное описание приведено для процесса распределения каналов с общим числом $N=M \times C$, где M - число каналов на ячейку, C - число ячеек в повторно используемой группе. Для случая, приведенного на фиг. 7 и фиг. 8, $M=2$, $C=19$, а $N=38$. На фиг. 7 приведен пример для группы из 19 повторно используемых ячеек. В соответствии с предлагаемым изобретением, каналам, помеченным номером i , соответствует первоначальный порядок доступа к распределенным каналам α_i , как приведено на фиг. 8 для системы из 38 каналов.

Пусть список α_j означает сочетания, закрепленные за j -ой ячейкой, где $-\infty < j < \infty$. Тогда $\alpha_j = \alpha_j \alpha_0$, где $-\infty < j < \infty$. Сочетания выбираются следующим образом:

$$\alpha_0(i) = \begin{cases} i, & 1 \leq i \leq M, \\ M+1+(j-1)(C-1) \\ M[i-M-(j-1)(C-1)+1]-j+1, & 1 \leq i < M+ \\ j(C-1), & 1 \leq j \leq M \\ MC-j+1, & i = M+j(C-1) \\ & 1 \leq j \leq M. \end{cases} \quad (1)$$

$$\alpha_1(i) = \alpha_0(i) + M \bmod N. \quad (2)$$

Тогда $\alpha = \alpha_1 \alpha_0^{-1}$ имеет порядок C :

$$\alpha(i) = M+i \bmod N. \quad (3)$$

В дальнейшем это называют схемой горизонтального переключения каналов потому, что ячейка с номером 1 переключается на наибольший по номеру номинальный канал, закрепленный за ячейкой с номером 2, затем на наибольший по номеру канал ячейки с номером 3 и т.д. После того, как список каналов с наибольшими номерами каналов в ячейках, т.е. $\{3M, 4M, \dots, CM, M\}$ будет исчерпан, процедура выбора переключается на следующие наибольшие по номерам каналы, т.е. на каналы с номерами $\{3M-1, 4M-1, \dots, CM-1, M-1\}$. Каналы переключаются в таком порядке, который является обратным по отношению к порядку доступа к каналам в "собственных" ячейках.

Другая дополняющая схема, которая называется схемой вертикального переключения каналов, реализуется следующим образом:

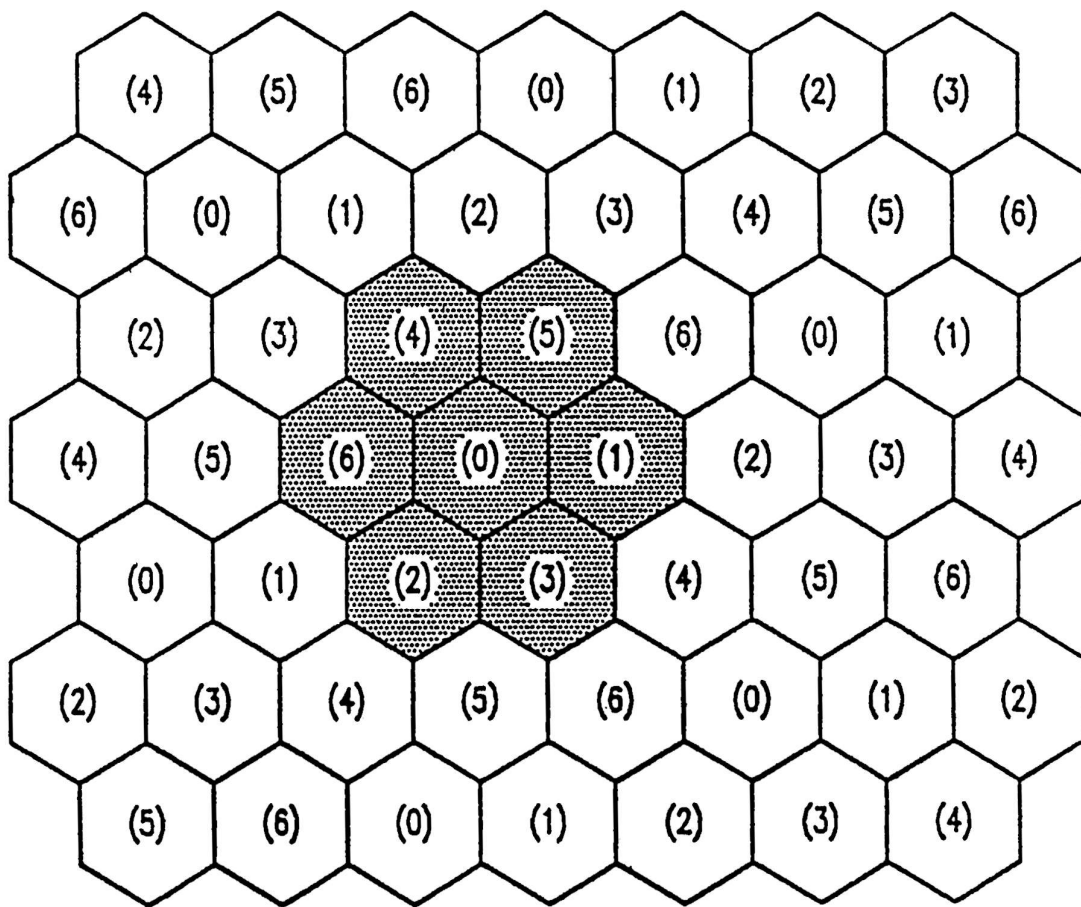
$$\alpha_0(i) = \begin{cases} i, & 1 \leq i \leq M, \\ (2j+1)M+1-i, & jM+1 \leq i \leq (j+1)M, 1 \leq j \leq C-1 \end{cases} \quad (4)$$

Перестановки α_1 и α определяются теми же заданными соотношениями (2) и (3) соответственно.

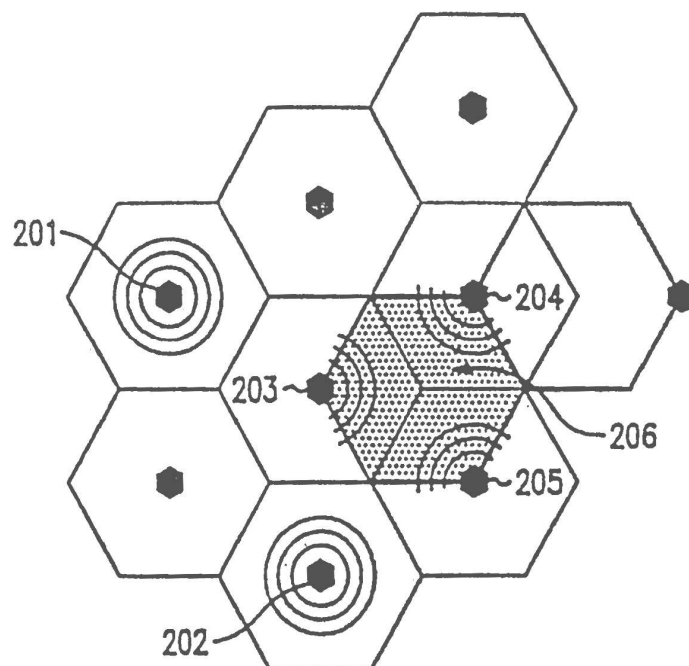
Необходимо отметить, что список α_0 , приведенный выше, возводится в степень: $\alpha_0^2 = \epsilon$, так, что $\alpha_0^{-1} = \alpha_0$.

Каналы, первоначально номинально закрепленные за ячейкой, - это каналы с номерами $\{1, \dots, M\}$, за ячейкой в положении 1 - каналы с номерами $\{M+1, \dots, 2M\}$ и т.д. При переключении ячеек предпочтительно выбирается положение ячейки, расположенное непосредственно справа от произвольно выбранной ячейки, затем смещенное на два шага правее и т.д. Пусть это будет вертикальным переключением каналов, т.к. на ячейку 1 переключаются номинальные каналы, отведенные за ячейкой 2, т.е. каналы с номерами $\{2M+1, \dots, 3M\}$ в обратном порядке по отношению к тому, как в ячейке 2 задействовались каналы, затем каналы переключаются с ячейки 3, когда не остается каналов в ячейке 2 и т.д. Надо отметить также, что если в ячейке 2 нет в наличии свободных каналов, поскольку все они используются в ячейке 2, то не будет совершаться попыток переключить на ячейку 1 каналы с ячейки 3.

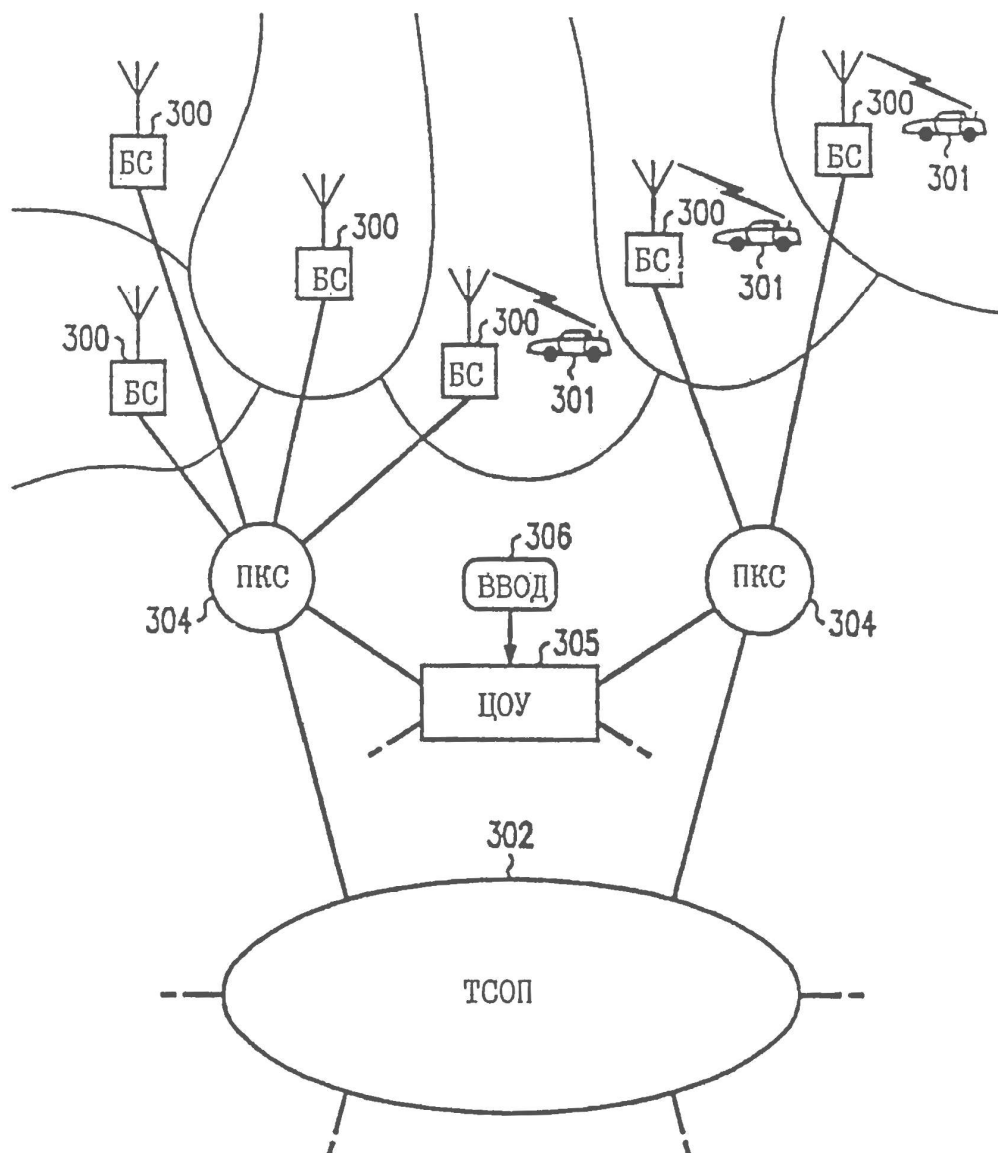
Данное изобретение не ограничивается представленными выше вариантами выполнения, которые приведены только в качестве примера, и может быть изменено по различным направлениям в пределах объема, защищаемого прилагаемой формулой изобретения.



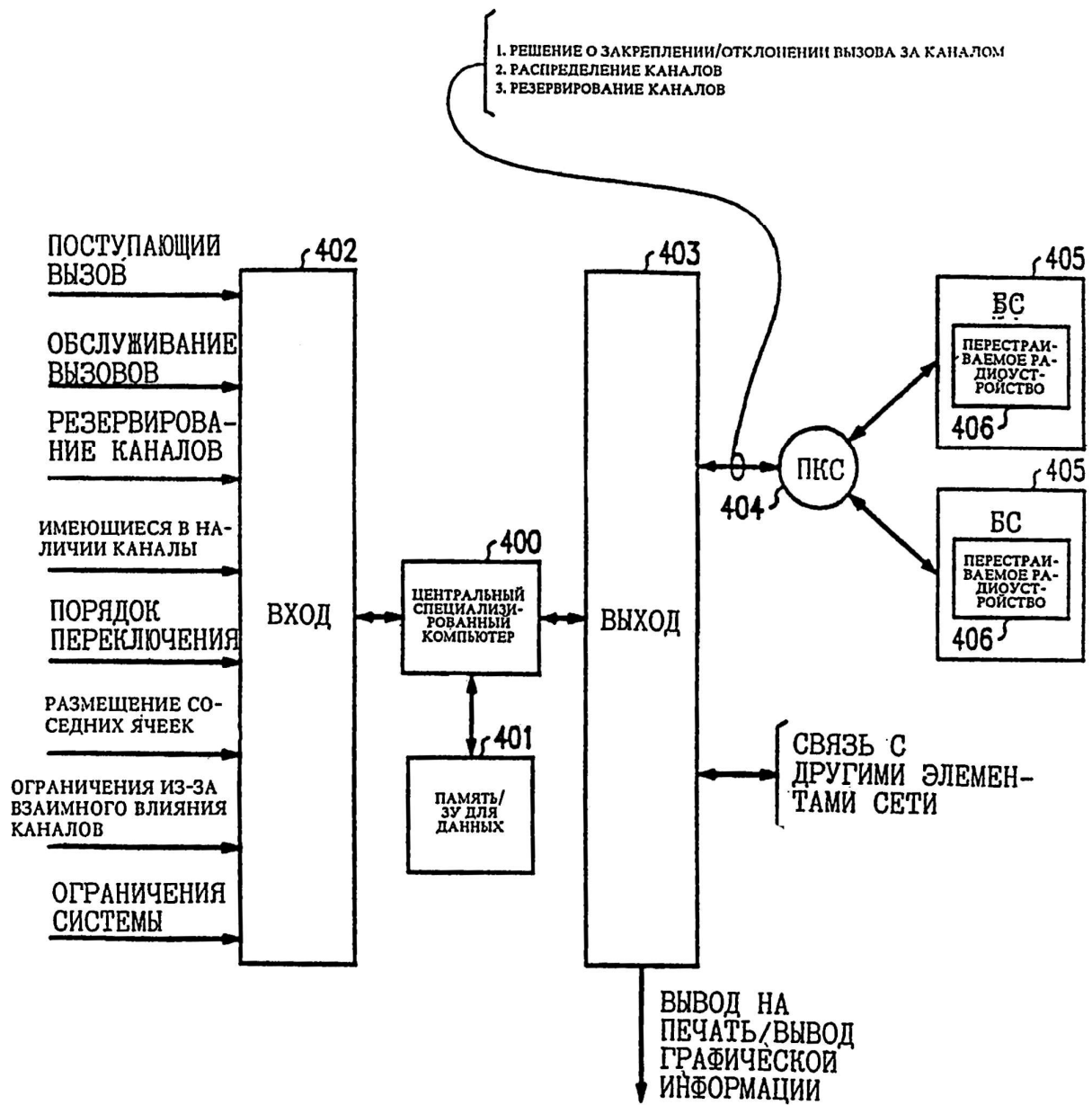
Фиг. 1



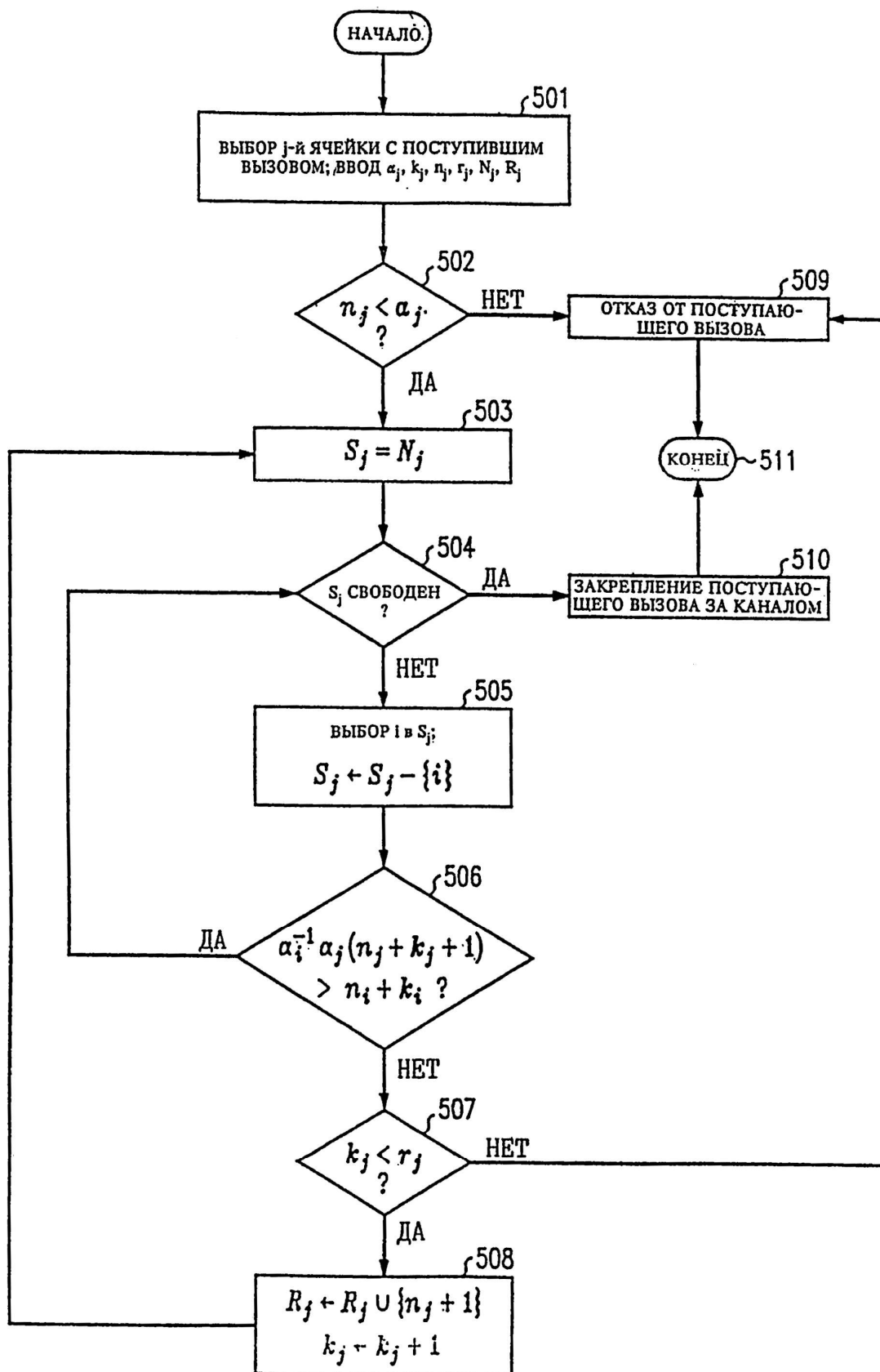
Фиг. 2



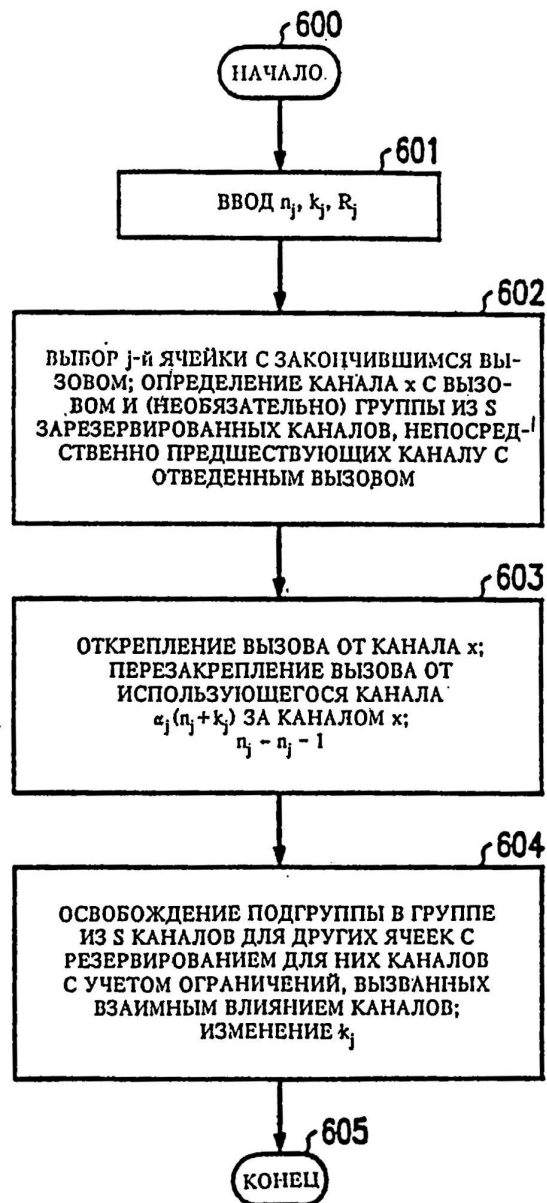
Фиг. 3



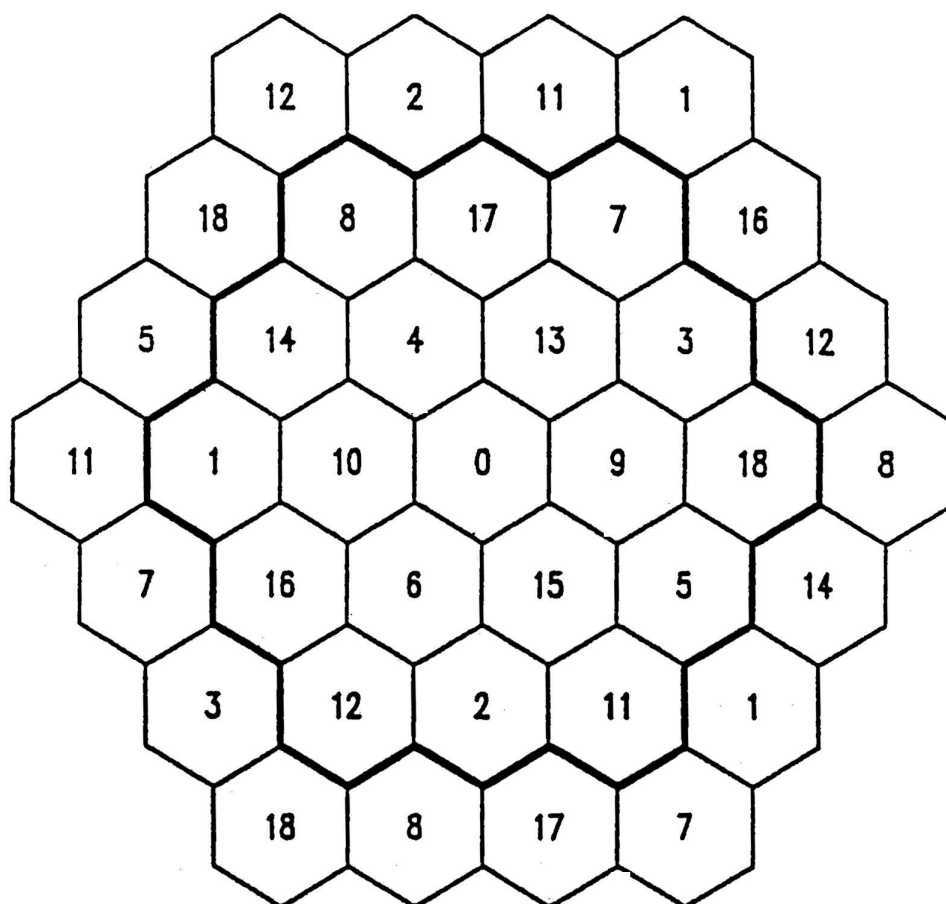
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

i	γ	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{11}	α_{12}	α_{13}	α_{14}	α_{15}	α_{16}	α_{17}	α_{18}
1	21	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
2	3	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
3	4	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2
4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4
5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6
6	7	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8
7	8	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10
8	9	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12
9	10	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14
10	11	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16
11	12	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18
12	13	22	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
13	14	24	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
14	15	26	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
15	16	28	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
16	17	30	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
17	18	32	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
18	19	34	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
19	20	36	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
20	2	38	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
21	22	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1
22	23	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3
23	24	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5
24	25	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7
25	26	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9
26	27	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11
27	28	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13
28	29	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15
29	30	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17
30	31	21	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
31	32	23	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
32	33	25	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
33	34	27	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
34	35	29	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
35	36	31	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
36	37	33	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
37	38	35	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
38	1	37	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35

Фиг. 8

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
