



(19) RU (11) 2152131 (13) C1  
(51) 7 H 04 B 7/005

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**  
к патенту Российской Федерации

1

- (21) 98106433/09 (22) 17.03.1998  
(24) 17.03.1998  
(46) 27.06.2000 Бюл. № 18  
(72) Гармонов А.В., Гончаров Е.В.  
(71) (73) Закрытое акционерное общество "Кодофон"  
(56) RU 2048701 C1, 20.11.1995. WO 94/28640, 08.12.1994. EP 794632 A2, 10.09.1997. US 5289499 A, 22.02.1994. US 5602833 A, 11.03.1997. ОКУНЕВ Ю.Б. и др. Широкополосные системы связи с составными сигналами. - М.: Связь, 1968, с. 86 - 91.  
(98) 394062, г.Воронеж, ул. Бульвар Фестивальный 8, Фурсовой В.А.  
(54) СПОСОБ ПРИЕМА МНОГОЛУЧЕВЫХ СИГНАЛОВ  
(57) Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в линиях циф-

2

ровой радиосвязи, в частности относится к способу приема многолучевых сигналов в системе множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) и может быть использовано в приемной аппаратуре базовой станции. Технический результат - повышение помехозащищенности и исключение энергетических потерь при приеме многолучевых сигналов. Способ позволяет осуществлять поиск и повторный поиск сигналов всех лучей сигналов всех пользователей на интервале многолучевости, при этом многократно использовать алгоритм работы приема сигналов лучей пользователей, т.е. многократно "разбивать" сигналы лучей по мощности на сильные и слабые и принимать сигналы лучей пользователя в несколько этапов, повторяя описанный выше процесс. 11 ил.

RU 2152131 C1

RU 2152131 C1

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в линиях цифровой радиосвязи, в частности относится к способу приема многолучевых сигналов в системе множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) и может быть использовано в приемной аппаратуре базовой станции.

Известны различные способы приема многолучевых сигналов, которые работают в условиях крайне выраженных эффектов многолучевости.

Прием сигналов ухудшается из-за проблемы многолучевого распространения, фединга и межсимвольной интерференции.

Поэтому для повышения достоверности передачи информации используются возможности корреляционного разделения сложных сигналов, пришедших по разным путям, и использование энергий по крайней мере самых сильных лучей.

Известны способ приема сигналов и система связи с множественным доступом и кодовым разделением каналов (CDMA), спроектированная фирмой Qualcomm - "Обоснование применимости систем множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) применительно к цифровым сотовым системам и персональным сотовым сетям", USA, Qualcomm, Inc., 1992, в которой базовая (центральная) станция содержит  $N$  приемников, принимающих сигналы от подвижных абонентских станций. Уровень структурных помех на базовой станции в этой системе снижается за счет использования адаптивной регулировки мощности сигналов абонентской станции.

Недостатком такого способа приема сигналов и такой системы является низкая помехозащищенность и то, что прием сигнала идет с энергетическими потерями, а также снижение пропускной системы за счет необходимости обмена служебными командами между базовой станцией и абонентской станцией для регулировки мощности и жесткие требования к точности регулировки мощности.

Известны способ приема многолучевых сигналов и приемная аппаратура базовой станции ААСС "Брелок-1", реализующая этот способ, описанная в техническом описании "Комплекс аппаратуры связи "Брелок-1", Воронеж, 1979 г.

В этом техническом решении входная смесь подается через согласующее устройство на входы  $N$  приемников. В каждом из  $N$  приемников осуществляется обработка сигнала, принятого от одной из абонентских

станций. С выходов  $N$  приемников сигналы подаются на анализатор уровней принимаемых сигналов. В анализаторе уровней измеряются уровни принимаемых сигналов и принимается решение о том, какие из принимаемых символов оказывают недопустимое мешающее влияние на прием более слабых сигналов от удаленных абонентских станций. Эта информация доводится на передатчик базовой станции, который доводит ее до соответствующих абонентских станций, в которых осуществляется снижение мощности передатчиков. Другие выходы приемников являются информационными выходами.

Недостатками этого способа являются низкая помехозащищенность и то, что прием сигнала ведут с энергетическими потерями, т.к. данное техническое решение не предполагает многократное разбиение всех лучей на группы по мощности, т.е. оно не осуществляет прием слабых сигналов после того, как из состава входной смеси исключены сильные сигналы. В результате чего не реализована возможность приема слабых сигналов в несколько этапов, что и приводит к энергетическим потерям и недостаточной помехозащищенности. Еще одним существенным недостатком этого технического решения является снижение пропускной способности системы за счет необходимости передачи служебных сигналов, жесткие требования к точности регулировки мощности сигналов абонентской станции, инерционность системы, а также наличие ограничений на минимально допустимые расстояния между базовой и абонентской станциями, обусловленные конечным числом градаций мощности передатчиков абонентской станции.

Известно устройство для когерентного приема многолучевых сигналов и алгоритм его реализации - а.с. № 1305892 "Устройство для когерентного приема многолучевых сигналов", авторы Д.Л. Бураченко, М.А. Возняк, В.Н. Богатырев, О.С. Ткаченко и С.Н. Шляпцев, МКИ<sup>4</sup> Н 04 L 27/22, содержащее компенсатор помехи, блок опорного напряжения, демодулятор, блок формирования помехи, блок выделения лучей, блок вычитания, блок формирования составляющих помехи и блок восстановления параметров сигнала.

Это техническое решение функционирует следующим образом.

На вход устройства подается смесь многолучевого сигнала. На вычитающий вход компенсатора помехи подается полученное в блоке формирования помехи оценочное

значение помехи. В компенсаторе помехи производится вычитание из смеси многолучевого сигнала и шума оценочного значения помехи. Выходной сигнал компенсатора помехи состоит из полезного сигнала, шума и остатка некомпенсированной помехи, при этом величина некомпенсированной помехи зависит от точности формирования помехи на приеме.

В блоке опорного напряжения производится выделение опорного когерентного напряжения из полезного сигнала, которое усиливается за счет воздействия полученного блоком выделения лучей когерентного напряжения сигналов, пришедших по остальным лучам.

В блоке вычитания происходит разделение многолучевого сигнала на отдельные лучи.

Выделение отдельных лучей из шума производится в блоке выделения лучей. Для этого производится снятие манипуляции и псевдослучайной последовательности. Полученные таким образом узкополосные колебания фильтруются, подаются на блок формирования помехи, а после суммирования - на блок опорного напряжения.

В блоке формирования помехи производится манипуляция "очищенных" отдельных лучей и наложение псевдослучайной последовательности.

Недостатком упомянутого изобретения является низкая помехозащищенность и то, что прием сигнала ведут с энергетическими потерями.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому изобретению является изобретение "Устройство для когерентного приема многолучевых сигналов и алгоритм его реализации" - авторское свидетельство N 1570020 "Устройство для когерентного приема сигналов" авторы: Д.Л. Бураченко, М.А. Вознюк, А.Д. Мальцев, О.С. Ткаченко и В.О. Рашич, МКИ<sup>5</sup> H 04 L 27/22, содержащее основной и дополнительные компенсаторы помехи, основной и дополнительные блоки опорного напряжения, демодулятор, блок формирования помехи, блок выделения лучей, блок вычитающих устройств, блок формирования составляющих помехи, блок восстановления параметров сигнала, блок анализа и отключения и блок сложения лучей. Причем блок анализа и отключения содержит линии задержки, ключи, блоки сравнения, сумматор и делитель напряжения. Каждый компенсатор помехи содержит элемент задержки, вычитающее устройство и сумматор. Блок формирования составляющих помехи содержит сумматоры. Блок восста-

новления параметров сигнала содержит сумматор, перемножитель, линии задержки и генератор. Блок выделения лучей содержит сумматор, перемножители и узкополосный фильтр. Блок формирования помехи содержит перемножители. А каждый блок опорного напряжения содержит первые перемножители, узкополосный фильтр, сумматор, второй перемножитель и третий перемножитель.

Это изобретение является усовершенствованием изобретения по авторскому свидетельству N 1305892. В этом техническом решении авторы пытаются повысить помехозащищенность путем декорреляции помехи за счет введения блока анализа и отключения, блока сложения лучей, дополнительных компенсаторов помехи и дополнительных блоков опорного напряжения. Суммарный сигнал подается на демодулятор для принятия решения о том, какой информационный символ был передан.

Однако недостатком этого изобретения, также как и предыдущего, является низкая помехозащищенность и то, что прием сигнала ведут с энергетическими потерями. Кроме того, это техническое решение не отвечает современным требованиям, предъявляемым к способам приема многолучевого сигнала в приемной аппаратуре базовой станции системы радиосвязи с кодовым разделением каналов (CDMA), например по стандарту IS-95, так как:

- не позволяет осуществить многопользовательское детектирование;
- не осуществляет поиск лучей и повторный поиск лучей сигналов на интервале многолучевости, что приводит к снижению энергетических затрат;
- не предусматривает многократное разбиение сигналов по мощности на сильные и слабые сигналы пользователей и прием сигналов пользователей в несколько этапов.

Все эти недостатки в совокупности снижают помехозащищенность прототипа и приводят к энергетическим потерям.

Поэтому в основу заявляемого способа положена задача создания такого способа приема многолучевых сигналов, который позволяет повысить помехозащищенность и исключить энергетические потери за счет поиска и оценки параметров входного сигнала каждого луча каждого пользователя, а также разбиения сигналов пользователей по группам на сильные и слабые и возможности многократного использования алгоритма работы путем приема сигналов в несколько этапов.

Эта задача решается путем использования в способе приема многолучевых сигналов следующей последовательности операций:

- формируют  $L$  последовательных ветвей приема сигнала,
- в каждой ветви осуществляют поиск сигналов всех лучей  $N$  пользователей на интервале многолучевости,
- оценивают вектор параметров обнаруженного сигнала каждого луча каждого пользователя,
- используют оценки параметров сигнала каждого луча каждого пользователя для его регенерации,
- для каждого луча каждого пользователя измеряют отношение сигнал/помеха,
- полученное значение отношения сигнал/помеха сравнивают с порогом,
- по результатам сравнения с порогом бланкируют сигналы регенерированных лучей на интервалах, когда измеренное отношение сигнал/помеха ниже заданного порога,
- суммируют сигналы регенерированных лучей после бланкирования,
- осуществляют задержку входного сигнала на время оценки параметров сигналов лучей,
- формируют сигнал канала приема слабых лучей путем вычитания из задержанного входного сигнала суммы сигналов регенерированных лучей, полученных после бланкирования,
- формируют сигналы каналов приема сильных лучей путем суммирования с сигналом канала приема слабых лучей соответствующих регенерированных сигналов лучей после бланкирования,
- демодулируют сигналы каналов приема сильных лучей,
- сигнал канала приема слабых лучей предыдущей ветви приема используют в качестве входного сигнала последующей ветви приема,
- соответствующие демодулированные сигналы одного и того же пользователя из каналов приема сильных лучей с  $L$  ветвей приема объединяют между собой, получая таким образом демодулированные сигналы  $N$  пользователей.

Сопоставительный анализ заявляемого способа и прототипа позволил выявить следующие общие признаки: проводят оценку сигнала каждого луча каждого пользователя, на основе полученных оценок осуществляют регенерацию сигналов лучей, суммируют сигналы регенерированных лучей и вычитают из входного сигнала сигналы регенерированных лучей.

Новыми признаками заявляемого способа относительно прототипа являются следующие признаки:

- формируют  $L$  последовательных ветвей приема сигнала,
- в каждой ветви осуществляют поиск сигналов всех лучей  $N$  пользователей на интервале многолучевости,
- оценивают вектор параметров обнаруженного сигнала каждого луча каждого пользователя,
- используют оценки параметров сигнала каждого луча каждого пользователя для его регенерации,
- для каждого луча каждого пользователя измеряют отношение сигнал/помеха,
- полученное значение отношения сигнал/помеха сравнивают с порогом,
- по результатам сравнения с порогом бланкируют сигналы регенерированных лучей на интервалах, когда измеренное отношение сигнал/помеха ниже заданного порога,
- суммируют сигналы регенерированных лучей после бланкирования,
- осуществляют задержку входного сигнала на время оценки параметров сигналов лучей,
- формируют сигнал канала приема слабых лучей путем вычитания из задержанного входного сигнала суммы сигналов регенерированных лучей, полученных после бланкирования,
- формируют сигналы каналов приема сильных лучей путем суммирования с сигналом канала приема слабых лучей соответствующих регенерированных сигналов лучей после бланкирования,
- демодулируют сигналы каналов приема сильных лучей,
- сигнал канала приема слабых лучей предыдущей ветви приема используют в качестве входного сигнала последующей ветви приема,
- соответствующие демодулированные сигналы одного и того же пользователя из каналов приема сильных лучей с  $L$  ветвей приема объединяют между собой, получая таким образом демодулированные сигналы  $N$  пользователей.

Заявленная совокупность новых признаков позволяет получить новый технический эффект: осуществлять поиск и повторный поиск сигналов всех лучей сигналов всех пользователей на интервале многолучевости, при этом многократно использовать алгоритм работы приема сигналов лучей пользователей, т.е. многократно "разбивать" сигналы лучей по мощности на сильные и слабые и

принимать сигналы лучей пользователя в несколько этапов, повторяя описанный выше процесс Q раз. А в совокупности использование этих признаков приводит к повышению помехозащищенности и максимально исключает энергетические потери. Следовательно, заявляемое решение относительно прототипа обладает новизной.

Сопоставление заявляемого способа с другими техническими решениями, известными в данной области техники, не позволило выявить признаки, включенные в заявляемое изобретение, следовательно, заявляемый способ приема многолучевых сигналов отвечает критериям "новизна", "техническое решение", "существенные отличия" и имеет изобретательский уровень.

На фиг. 1 представлена блок-схема приемной аппаратуры базовой станции системы радиосвязи с кодовым разделением каналов, на которой реализуют заявляемый способ;

На фиг. 2-11 приведены в качестве примера реализации блок-схемы, входящие в приемную аппаратуру базовой станции системы радиосвязи с кодовым разделением каналов (фиг. 1):

- на фиг. 2 - блок демодуляции 1-1 - 1-L;
- на фиг. 3 - демодулятор для блока демодуляции 1-1 - 1-L;
- на фиг. 4 - блок управления 7-1 - 7-L;
- на фиг. 5 - блок объединения лучей 2-1 - 2-L;
- на фиг. 6 - блок регенерации 3-1 - 3-L;
- на фиг. 7 - блок коммутации 8-1 - 8-L;
- на фиг. 8 - блок вычитания 4-1 - 4-L;
- на фиг. 9 - дополнительный блок демодуляции 9-1 - 9-L;
- на фиг. 10 - демодулятор для дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L;
- на фиг. 11 - блок объединения сигналов лучей всех ветвей приема 10.

Приемная аппаратура базовой станции системы радиосвязи с кодовым разделением каналов для реализации заявляемого способа (фиг. 1) содержит: L последовательных ветвей приема, каждая из которых соответственно содержит блок демодуляции 1-1 - 1-L, блок объединения лучей 2-1 - 2-L, блок регенерации 3-1 - 3-L, блок вычитания 4-1 - 4-L, приемник поиска 5-1 - 5-L, блок задержки 6-1 - 6-L, блок управления 7-1 - 7-L, блок коммутации 8-1 - 8-L и дополнительный блок демодуляции 9-1 - 9-L. первый вход блока демодуляции 1-1, вход

приемника поиска 5-1 и вход блока задержки 6-1 в первой ветви приема сигнала объединены и являются входом устройства, в каждой ветви приема сигнала второй вход блока демодуляции 9-1 - 9-L соединен с выходом приемника поиска 5-1 - 5-L, первые выходы блока демодуляции 1-1 - 1-L соединены с соответствующими им входами блока управления 7-1 - 7-L, вторые выходы подключены ко вторым входам блока регенерации 3-1 - 3-L, третий выход блока демодуляции 1-1 - 1-L соединен с первым входом дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L, выходы блока управления 7-1 - 7-L соединены с соответствующими им первыми входами блока коммутации 8-1 - 8-L и первыми входами блока объединения сигналов лучей всех ветвей приема 10 и являются для этих блоков управляющими, вторые входы блока коммутации в каждой ветви приема сигнала 8-1 - 8-L соединены с выходами блока регенерации 3-1 - 3-L, выходы блока коммутации 8-1 - 8-L соединены с соответствующими им входами блока вычитания 4-1 - 4-L, дополнительный вход которого соединен с выходом блока задержки 6-1 - 6-L, первый выход блока вычитания 4-1 предыдущей ветви приема сигнала подключен к первому входу блока демодуляции 1-L, входу приемника поиска 5-L и входу блока задержки 6-L в последующей ветви приема сигнала, вторые выходы блока вычитания 4-1 - 4-L в каждой ветви приема сигнала соединены со вторыми входами дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L, первые выходы дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L соединены с третьими входами блока регенерации 3-1 - 3-L, вторые выходы дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L соединены со вторыми входами блока объединения сигналов лучей всех ветвей приема 10, N выходов блока объединения сигналов лучей всех ветвей приема 10 являются выходными информационными сигналами N пользователей.

Блок-схемы блока демодуляции 1-1 - 1-L, блока объединения лучей 2-1 - 2-L, блока регенерации 3-1 - 3-L, блока вычитания 4-1 - 4-L, приемника поиска 5-1 - 5-L, блока задержки 6-1 - 6-L, блока управления 7-1 - 7-L, блока коммутации 8-1 - 8-L, дополнительного блока демодуляции 9-1 - 9-L и блока объединения лучей всех ветвей приема 10 выполнены для M-ичного сигнала как наиболее сложно реализуемые. Для двоичного сигнала блок-схемы этих устройств существенно упрощаются.

Блок демодуляции 1-1 в соответствии с фиг. 2 содержит N ветвей демодуляции для

всех лучей сигналов всех пользователей, каждая из которых содержит  $J$  демодуляторов 11-1 - 11- $J$  и 12-1 - 12- $J$ .

Демодулятор для блока демодуляции 1-1 в соответствии с фиг. 3 содержит перемножитель 13, узел слежения за задержкой сигнала 14, генератор псевдослучайных последовательностей 15, накопитель отсчетов 16, узел нормированного преобразования Уолша-Адамара 17, узел выбора максимума 18, сумматор со сбросом 19, узел комплексного сопряжения 20, элемент задержки 21, перемножитель 22. При этом первый вход перемножителя 13 и вход узла слежения за задержкой сигнала 14 являются первыми входами демодулятора, выход узла слежения за задержкой сигнала 14 соединен с первым входом генератора псевдослучайной последовательности 15, второй вход которого является вторым входом демодулятора (с приемника поиска 5-1), а первый выход его является третьим выходом демодулятора на дополнительный блок демодуляции 9-1, второй выход генератора псевдослучайной последовательности соединен со вторым входом перемножителя 13, выход которого соединен со входом накопителя отсчетов 16, выход которого соединен со входом узла нормированного преобразования Уолша-Адамара 17, выход которого подключен к узлу выбора максимума 18 и элементу задержки 21, выход узла выбора максимума соединен с сумматором со сбросом 19, выход которого подключен к узлу комплексного сопряжения 20 и является вторым выходом на блок регенерации 3-1, выход узла комплексного сопряжения соединен со вторым входом перемножителя 22, первый вход которого соединен с выходом элемента задержки 21, а выход перемножителя 22 является первым выходом демодулятора на блок управления 7-1 и на блок объединения лучей 2-1.

Для двоичного сигнала блок-схема демодулятора соответственно упрощается, исключаются узел нормированного преобразования Уолша-Адамара 17 и узел выбора максимума 18.

Блок управления 7-1 в соответствии с фиг. 4 содержит  $N$  ветвей для обработки каждого луча каждого пользователя. Каждая ветвь содержит узел выбора максимума 23, сумматор со сбросом 24, элемент сравнения с порогом 25. При этом на вход узла выбора максимума 23 поступает входной сигнал с блока демодуляции 1-1, выход узла выбора максимума 23 соединен с сумматором со сбросом 24, выход которого соединен со входом элемента сравнения с порогом 25, выход которого является управляющим для

блока коммутации 8-1 и блока объединения лучей всех ветвей приема 10.

Для двоичного сигнала упрощается блок-схема, исключается узел выбора максимума 23.

Блок объединения лучей 2-1 в соответствии с фиг. 5 содержит  $N$  узлов объединения спектров лучей  $N$  пользователей 26-1 - 26- $N$  и  $N$  узлов выбора максимума 27-1 - 27- $N$ . При этом входы узлов объединения спектров лучей 26-1 - 26- $N$  являются входами блока объединения лучей 2-1 (т.е. на входы поступают  $J$  лучей каждого пользователя), выходы которых соединены с соответствующими им входами узлов выбора максимума 27-1 - 27- $N$ , выходы которых являются выходами этого блока на блок регенерации 3-1.

Для двоичного сигнала вместо узлов выбора максимума 27-1 - 27- $N$  в блок-схему необходимо ввести узел сравнения с порогом.

Блок-схема блока регенерации 3-1 в соответствии с фиг. 6 содержит узел 28 элементов задержки (от 1 до  $N$ ),  $N$  ветвей регенерации, каждая из которых содержит  $J$  элементов задержки 28-1 - 28- $J$  и 32-1 - 32- $J$  для  $J$  лучей каждого пользователя, генератор последовательности Уолша-Адамара 30 и 34, перемножители 31-1 - 31- $J$  и 35-1 - 35- $J$  и соответственно им элементы комплексного перемножения 32-1 - 32- $J$  и 36-1 - 36- $J$ . При этом входами этого блока являются входы узла элементов задержки 28 и входы элементов задержки в каждой ветви приема 29-1 - 29- $J$  и 33-1 - 33- $J$ , выходы элементов задержки 29-1 - 29- $J$  и 33-1 - 33- $J$  соединены с соответствующими им первыми входами элемента комплексного перемножения 32-1 - 32- $J$  и 36-1 и 36- $J$ , выходы узла элементов задержки 28 соединены со входами генератора последовательности Уолша-Адамара 30 и 34, выходы которых соответственно подключены к первым входам перемножителей 30-1 - 30- $J$  и 35-1 - 35- $J$ , на вторые входы которых поступают псевдослучайные последовательности с дополнительного блока демодуляции 9-1, выходы перемножителей 32-1 - 32- $J$  и 36-1 и 36- $J$  подключены ко вторым входам элементов комплексного перемножения 32-1 - 32- $J$  и 36-1 - 36- $J$ , выходы которых являются выходными сигналами с блока регенерации 3-1 на блок коммутации 8-1.

Для двоичного сигнала блок-схема блока регенерации упрощается, исключаются  $N$  генераторов последовательности Уолша-Адамара 30 и 34.

Блок коммутации 8-1 в соответствии с фиг. 7 содержит  $N$  ветвей коммутации,

каждая из которых содержит  $J$  перемножителей 37-1 - 37- $J$  и 39-1 - 39- $J$  и соответственно им вычитателей 38-1 - 38- $J$  и 40-1 - 40- $J$  и сумматор 41. При этом первые (с блока управления 7-1) и вторые (с блока регенерации 3-1) входы являются входами блока коммутации 8-1, выходы каждого перемножителя 37-1 - 37- $J$  и 39-1 - 39- $J$  одновременно подключены к соответствующим им первым входам вычитателей 38-1 - 38- $J$  и 40-1 - 40- $J$  и входам сумматора 41, выход сумматора подключен ко вторым входам вычитателей 38-1 - 38- $J$  и 40-1 - 40- $J$ , причем выход сумматора 41 и выходы перемножителей являются выходами этого блока на блок вычитания 4-1.

Блок вычитания 4-1 в соответствии с фиг. 8 содержит  $N$  ветвей вычитания, каждая из которых содержит  $J$  вычитателей 42-1 - 42- $J$  и 43-1 - 43- $J$ , и вычитатель 44, на первые входы которых поступает сигнал с блока задержки 6-1, на вторые входы - с блока коммутации 8-1, выходы с вычитателей 42-1 - 42- $J$  и 43-1 - 43- $J$  поступают на дополнительный блок демодуляции 9-1 в этой ветви приема, а выход с вычитателя 44 - на блок демодуляции, приемник поиска и блок задержки в последующей ветви приема.

Дополнительный блок демодуляции 9-1 в соответствии с фиг. 9 содержит  $N$  ветвей демодуляции, каждая из которых содержит  $J$  демодуляторов 45-1 - 45- $J$  и 46-1 - 46- $J$  для демодуляции всех лучей каждого пользователя.

Демодулятор для дополнительного блока демодуляции 9-1 в соответствии с фиг. 10 содержит перемножитель 47, узел слежения за задержкой сигнала 48, генератор псевдослучайных последовательностей 49, узел накопления отсчетов 50, узел нормированного преобразования Уолша-Адамара 51, узел выбора максимума 52, сумматор со сбросом 53, элемент комплексного сопряжения 54, элемент задержки 55, перемножитель 56. При этом первый вход перемножителя 47 и вход узла слежения за задержкой сигнала 48 являются первыми входами демодулятора, выход узла слежения за задержкой сигнала 48 соединен с первым входом генератора псевдослучайной последовательности 49, второй вход которого является вторым входом демодулятора (с блока демодуляции 1-1), а выход его является первым выходом демодулятора на блок регенерации 3-1 и соединен со вторым входом перемножителя 47, выход которого соединен со входом узла накопления отсчетов 50, выход которого соединен со входом узла нормированного преобразования

Уолша-Адамара 51, выход которого подключен к узлу выбора максимума 52 и элементу задержки 55, выход узла выбора максимума соединен с сумматором со сбросом 53, выход которого подключен к элементу комплексного сопряжения 54, выход которого соединен со вторым входом перемножителя 56, первый вход которого соединен с выходом элемента задержки 55, а выход перемножителя 56 является вторым выходом демодулятора на блок объединения лучей всех ветвей приема 10.

Для двоичного сигнала блок-схема демодулятора для дополнительного блока демодуляции 9-1 упрощается, исключаются узел нормированного преобразования Уолша-Адамара 51 и узел выбора максимума 52.

Блок объединения лучей всех ветвей приема 10 в соответствии с фиг. 11 содержит  $L$  ветвей объединения лучей  $N$  пользователей, каждая из которых соответственно содержит узел элементов задержки 57-1 - 57- $L$ , сумматор 58-1 - 58- $N$  и узел выбора максимума 59-1 - 59- $N$ . На узел элементов задержки 57-1 - 57- $L$  с каждой ветви приема соответственно поступают выходные сигналы с дополнительных блоков демодуляции 9-1 - 9- $L$  и с блоков управления 7-1 - 7- $L$ , выходы узлов элементов задержки 57-1 - 57- $L$  соединены с соответствующими им входами сумматоров 58-1 - 58- $N$ , в которых суммируются лучи каждого пользователя, выходы сумматоров соединены с соответствующими им входами узлов выбора максимума 59-1 - 59- $N$ ,  $N$  выходов которых являются выходными информационными сигналами устройства.

Для двоичного сигнала блок-схема блока объединения лучей всех ветвей приема 10 упрощается, исключаются  $N$  узлов выбора максимума 59-1 - 59- $N$  и заменяются на элемент сравнения с порогом.

Заявляемый способ приема многолучевых сигналов реализуют на устройстве приемной аппаратуры базовой станции (фиг. 1).

Предполагается, что входной широкополосный сигнал предварительно преобразован в цифровую форму в аналогово-цифровом преобразователе, в котором содержится устройство автоматической регулировки усиления, которое выравнивает мощность входного сигнала на постоянную величину.

Система с кодовым разделением каналов предусматривает возможность одновременного приема сигналов  $N$  пользователей, причем у каждого пользователя одновременно обрабатывается  $J$  лучей, т.е. обработке подвергается весь входной сигнал, являющийся

суммой сигналов, предназначенных для  $N$  пользователей.

Устройство (фиг. 1) содержит  $L$  последовательных ветвей для приема  $J$  лучей сигналов  $N$  пользователей.

В каждой ветви приема сигнала ведут поиск лучей сигналов пользователей на интервале многолучевости и выделяют лучи  $N$  пользователей, используя приемник поиска 5-1.

Приемник поиска 5-1 последовательно просматривает интервал многолучевости, при этом на каждом шаге проводится операция обнаружения полезных лучей сигналов. Выделяют  $J$  лучей сигнала каждого из  $N$  пользователей.

Приемник поиска 5-1 может быть выполнен по одному из известных стандартных вариантов исполнения. Например, один из возможных вариантов его реализации представляет собой  $M$ -параллельных корреляторов, которые через регистр сдвига соединены с перестраиваемым генератором псевдослучайной последовательности.

Обнаруженные лучи сигналов пользователей ( $J \cdot N$  лучей) демодулируют в блоке демодуляции 1-1, причем каждый луч сигнала каждого пользователя демодулируют демодулятором одного луча (фиг. 2). Поэтому блок демодуляции содержит  $N$  ветвей демодуляции (фиг. 2), каждая из которых содержит  $J$  демодуляторов 11-1 11- $J$  и 12-1 - 12- $J$ . Снимают псевдослучайную последовательность (на первый вход перемножителя подается входной сигнал, а на второй его вход выходной сигнал генератора псевдослучайных последовательностей).

Для  $M$ -ичного сигнала выполняют разложение по ортогональным функциям путем выполнения соответствующего преобразования. Например, для широкополосного сигнала - преобразование Уолша-Адамара; для узкополосного сигнала - преобразование Фурье, разложение может быть выполнено и на какие-либо другие ортогональные функции.

Для  $M$ -ичного сигнала на выходе блока демодуляции 1-1 получают действительный спектр. Номер максимального значения этого спектра является оценкой переданного информационного символа.

Для двоичного сигнала на выходе получают корреляционный отклик, который получают путем корреляции сигнала с псевдослучайной последовательностью. Оценкой переданного бита является полученная величина, сравненная с нулевым порогом.

В блоке демодуляции 1-1 оценивают вектор параметров обнаруженного сигнала

каждого луча каждого пользователя. Одновременно проводят суммирование и накопление комплексных частей спектра. На выходе блока 1-1 получают значение оценки вектора параметров сигнала каждого луча каждого пользователя.

Затем осуществляют объединение спектров разных лучей одного и того же пользователя.

В блоке управления 7-1 осуществляют оценку отношения сигнал/помеха для сигнала каждого луча каждого пользователя. Поэтому блок управления (фиг. 4) содержит  $J \cdot N$  ветвей, т.е. для каждого луча сигнала каждого пользователя.

Для оценки отношения сигнал/помеха, например, в случае  $M$ -ичного сигнала проводят суммирование и накопление максимальных значений модулей спектров.

Для двоичного сигнала осуществляют суммирование и накопление модулей корреляционных откликов сигнала.

Полученное значение сравнивают с величиной заданного порога, которая может быть рассчитана различными способами. Например, следующим образом: вычисляют среднее значение спектра путем суммирования всех значений спектра по всем накопленным функциям Уолша и деления полученной суммы на количество отсчетов.

На выходе элемента сравнения с порогом 25 получают некоторую величину, которая является оценкой мощности переданного сигнала, она может принимать два дискретных значения: 1 и 0.

1 - в случае, если отношение сигнал/помеха для данного луча больше порога. Это сильный луч, и регенерированный сигнал этого луча используют для дальнейшего вычитания.

0 - в случае, если отношение сигнал/помеха меньше порога. Это слабый луч и регенерированный сигнал не используют для дальнейшего вычитания.

По оценке переданного информационного символа осуществляют регенерацию сигналов  $J$  лучей  $N$  пользователей в блоке регенерации 3-1 (см. фиг. 6).

Регенерацию осуществляют следующим образом.

Для  $M$ -ичных сигналов формируют соответствующую переданному символу ортогональную последовательность, для широкополосного сигнала - последовательность Уолша-Адамара. На эту ортогональную функцию накладывается псевдослучайная последовательность, которая подается с дополнительного блока демодуляции 9-1.



Для двоичных сигналов псевдослучайная последовательность накладывается на оценку переданного бита.

Умножают оценки вектора сигнала каждого луча каждого пользователя на соответствующие им сигналы регенерированных лучей.

В блоке коммутации 8-1 бланкируют сигналы регенерированных лучей на интервалах, когда измеренное отношение сигнал/помеха ниже заданного порога, путем перемножения значений, полученных с блока управления 7-1, на сигналы регенерированных лучей. Осуществляют коммутацию сигналов всех лучей всех пользователей путем суммирования сигналов регенерированных лучей после бланкирования. Из суммы сигналов вычитают свой собственный сигнал таким образом, чтобы на выходе получить  $J \cdot N$  лучей, т.е. сигналы по  $J$  лучей от каждого из  $N$  пользователей. На выход также подают и сумму сигналов всех пользователей.

На вход блока вычитания 4-1 таким образом поступают  $J \cdot N + 1$  сигналов с блока коммутации 8-1 и сигнал с блока задержки 6-1.

В блоке вычитания 4-1 формируют  $J \cdot N + 1$  сигналов путем вычитания из сигнала с блока задержки 6-1 соответствующих сигналов с блока коммутации 8-1.  $J \cdot N$  сигналов с блока вычитания 4-1, в которых подавлены все сильные пользователи, кроме своего собственного, подают на дополнительный блок демодуляции 9-1.

На последующую ветвь обработки (например, вторую ветвь) подают сигнал, в котором подавлены сигналы всех сильных лучей пользователей без исключения, где их снова разбивают на две части: сильные и слабые, сильные демодулируют, а слабые передают на последующую ветвь обработки (например, третью ветвь и т.д. до  $L$ ). Алгоритм работы повторяется многократно.

$J \cdot N$  сигналов, поступающих на вход дополнительного демодулятора 9-1, повторно демодулируют.

Аналогичные функции выполняют во всех последующих ветвях приема, до полного приема всех лучей всех пользователей.

На входы блока объединения лучей всех ветвей приема 10 поступают выходные

демодулированные сигналы лучей с дополнительных блоков демодуляции всех ветвей приема 9-1 - 9-L (т.е.  $J \cdot N \cdot L$  лучей) и выходные сигналы с блоков управления 7-1 - 7-L (т.е.  $J \cdot N \cdot L$  лучей).

В блоке объединения лучей всех ветвей приема 10 выходные сигналы лучей с дополнительных блоков демодуляции 9-1 - 9-L и блоков управления 7-1 - 7-L задерживают, затем объединяют сигналы только сильных лучей одного и того же пользователя всех ветвей приема в соответствии с управляющим сигналом с блоков управления 7-1 - 7-L.

На выходе блока объединения лучей всех ветвей приема 10 для  $M$ -ичных сигналов из полученного объединенного спектра выбирают максимальный элемент. Номер этого элемента является оценкой переданного символа.

Для двоичных сигналов проводят сравнение полученного объединенного значения с нулевым порогом, Полученное значение является оценкой переданного бита.

Таким образом, заявляемое изобретение позволяет принять и оценить сигналы  $J \cdot N$  лучей  $N$  пользователей в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Заявляемый способ приема многолучевых сигналов позволяет решить поставленную задачу по повышению помехозащищенности и устранению энергетических потерь. Это достигается за счет:

- поиска лучей на интервале многолучевости и повторного поиска лучей,
- оценки вектора параметров обнаруженного сигнала каждого луча каждого пользователя,

- многократного использования алгоритма работы приема сигналов пользователей, т.е. многократного "разбиения" сигналов по мощности на сильные и слабые пользователи и приема пользователя в несколько этапов.

Все это в совокупности позволило создать изобретение, отвечающее современным требованиям и обладающее лучшими техническими характеристиками по сравнению с известными техническими решениями в отечественной и зарубежной технике, и отвечающее, в частности, требованиям стандарта IS-95.

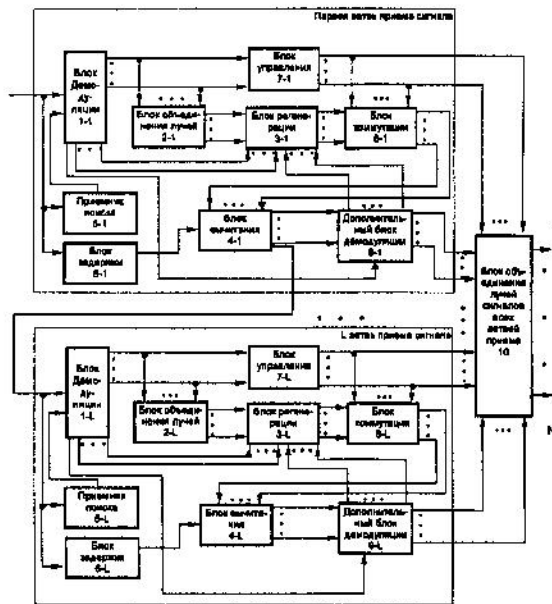
## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ приема многолучевых сигналов, заключающийся в том, что формируют  $L$  последовательных ветвей приема сигнала, в каждой ветви осуществляют поиск сигналов

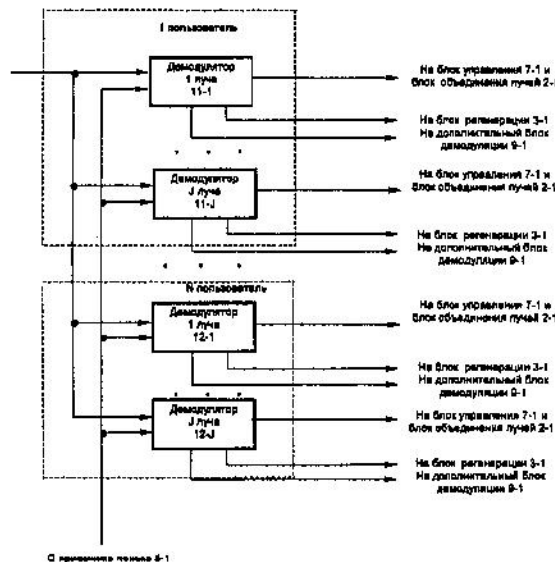
всех лучей  $N$  пользователей на интервале многолучевости, оценивают вектор параметров обнаруженного сигнала каждого луча каждого пользователя, используют оценки

параметров сигнала каждого луча каждого пользователя для его регенерации, для каждого луча каждого пользователя измеряют отношение сигнал/помеха, полученное значение отношения сигнал/помеха сравнивают с порогом, по результатам сравнения с порогом бланкируют сигналы регенерированных лучей на интервалах, когда измеренное отношение сигнал/помеха ниже заданного порога, суммируют сигналы регенерированных лучей после бланкирования, осуществляют задержку входного сигнала на время оценки параметров сигналов лучей, формируют сигнал канала приема слабых лучей путем вычитания из задержанного входного сигнала суммы сигналов регенерированных лучей, полученных после бланки-

рования, формируют сигналы каналов приема сильных лучей путем суммирования с сигналом канал приема слабых лучей соответствующих регенерированных сигналов лучей после бланкирования, демодулируют сигналы каналов приема сильных лучей, сигнал канала приема слабых лучей предыдущей ветви приема используют в качестве входного сигнала последующей ветви приема, соответствующие демодулированные сигналы одного и того же пользователя из каналов приема сильных лучей с L ветвей приема объединяют между собой, получая таким образом демодулированные сигналы N пользователей.

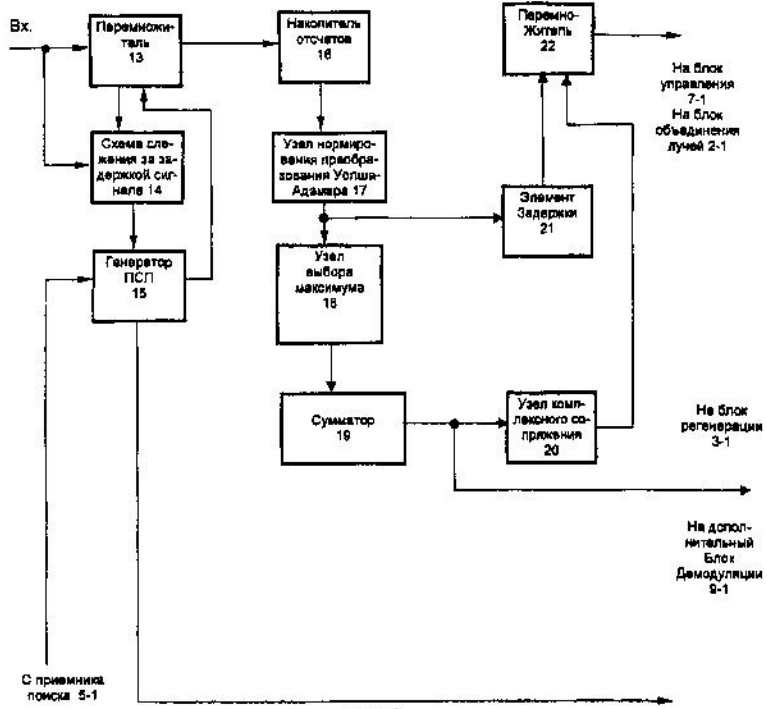


Фиг. 1.

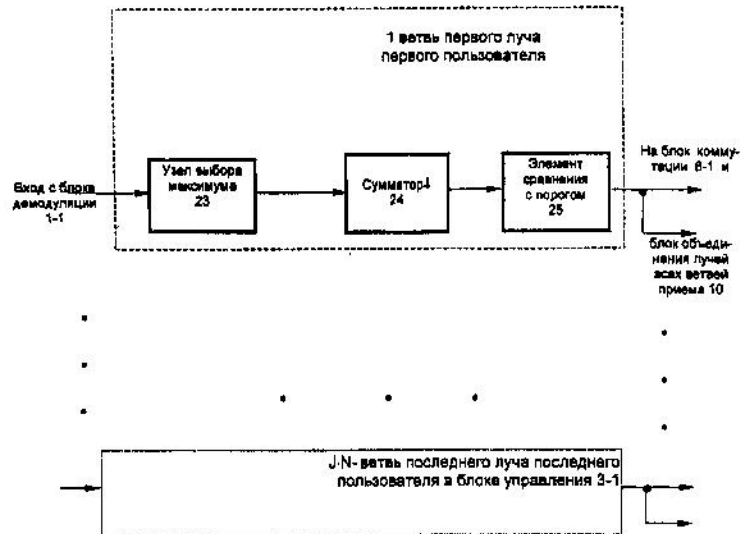


С приемника канала 8-1

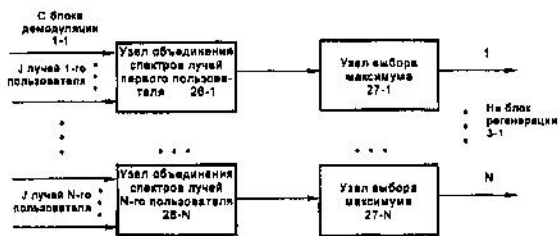
Фиг. 2



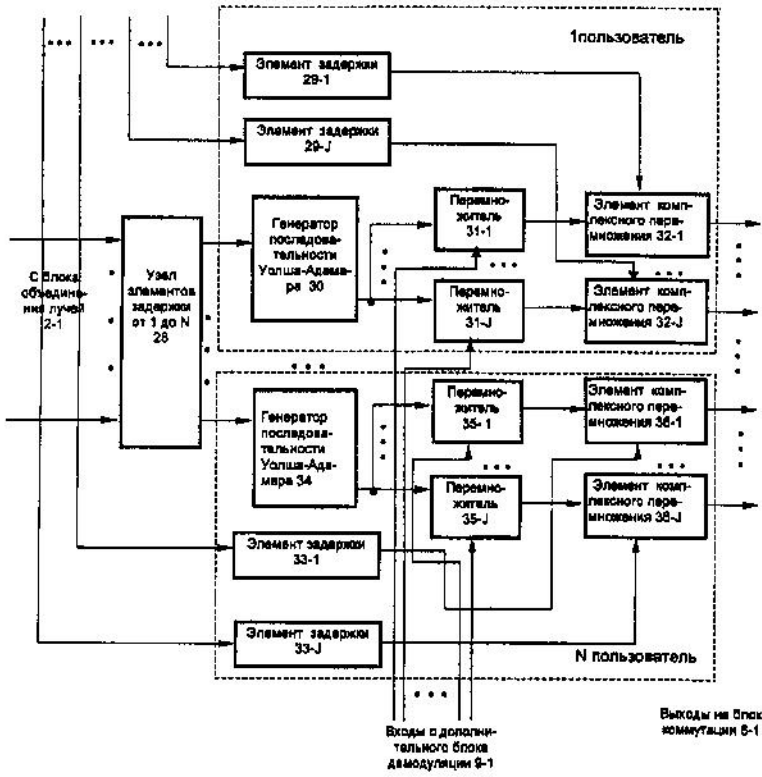
Фиг. 3



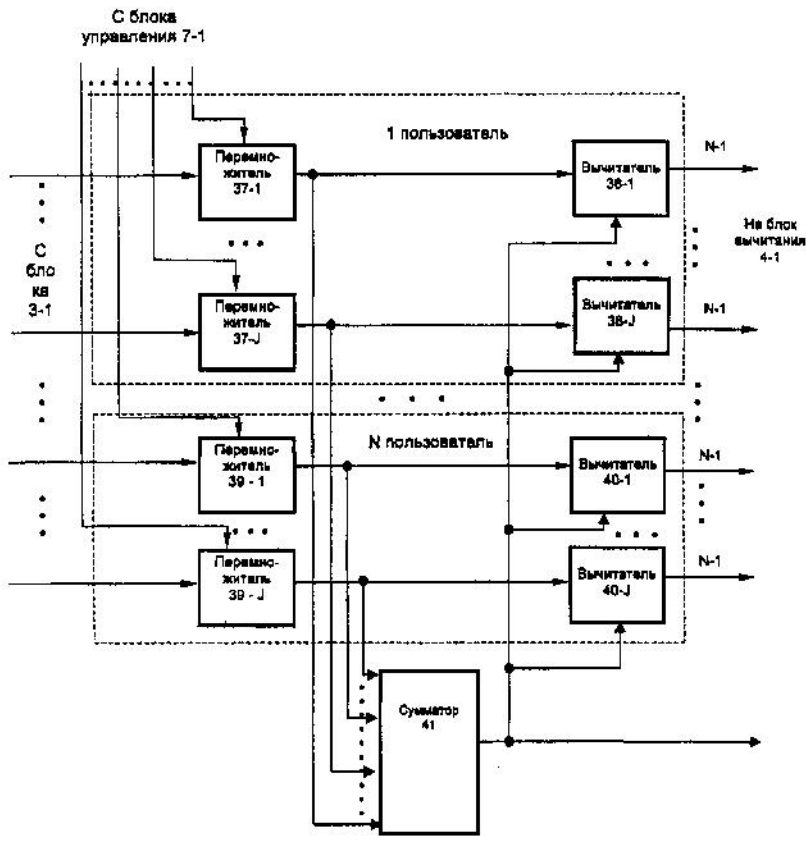
Фиг. 4



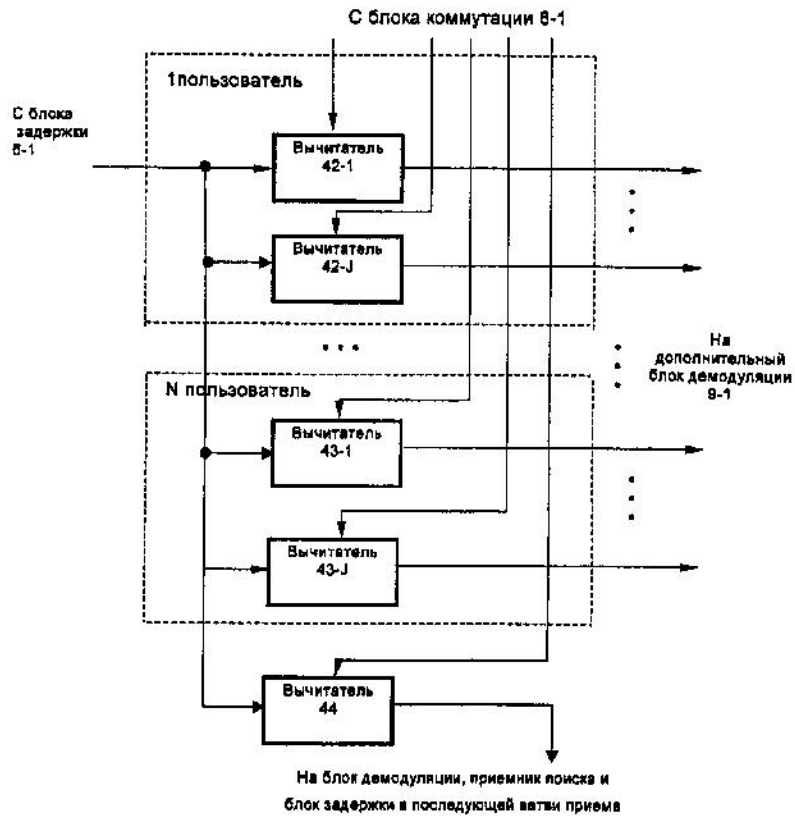
Фиг. 5



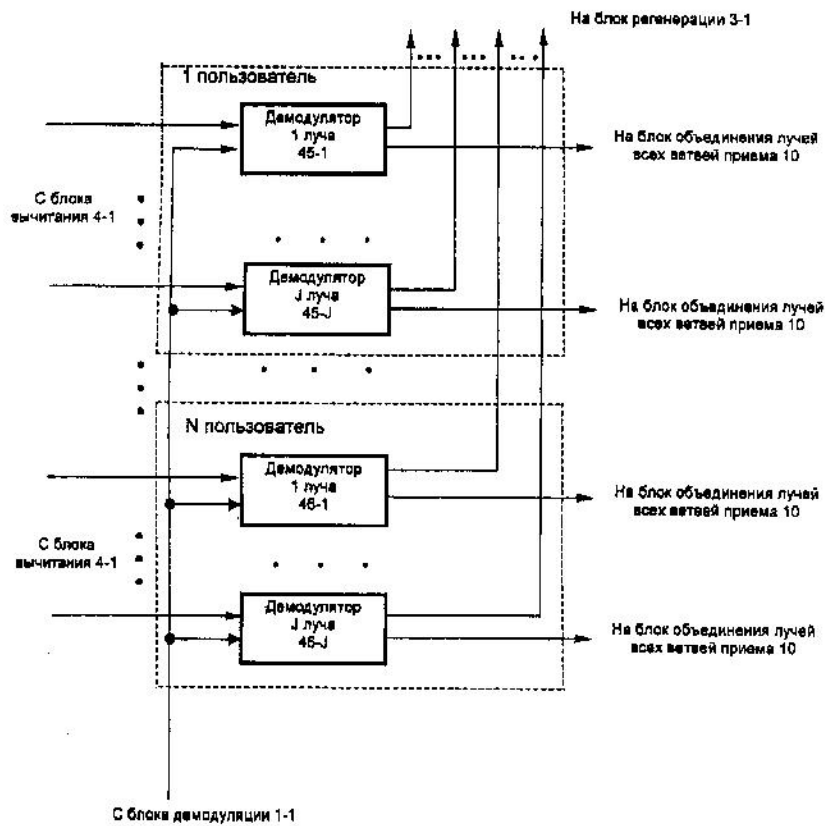
Фиг. 6



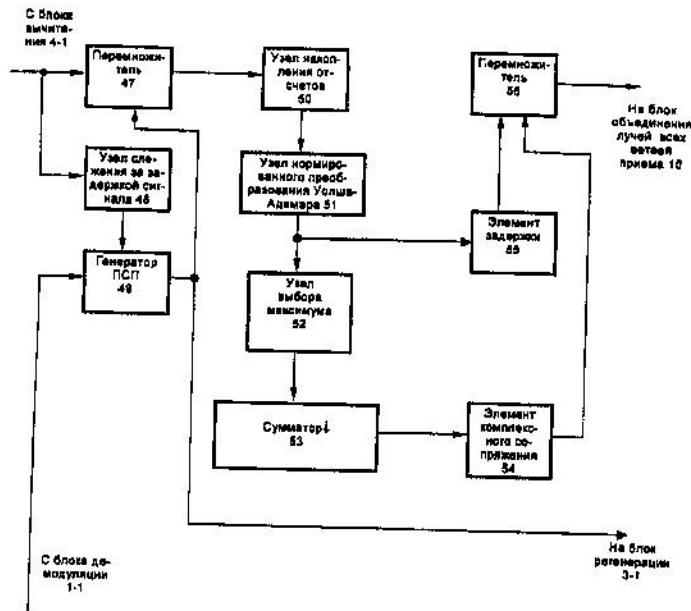
Фиг. 7



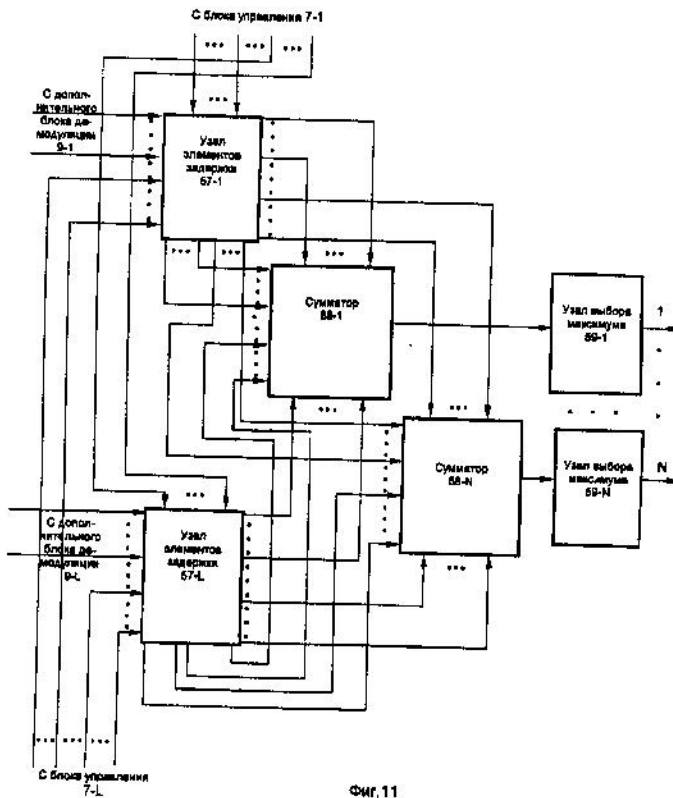
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

Заказ *18u* Подписное  
 ФИПС, Рег. ЛР № 040921  
 121858, Москва, Бережковская наб., д.30, корп.1,  
 Научно-исследовательское отделение по  
 подготовке официальных изданий

Отпечатано на полиграфической базе ФИПС  
 121873, Москва, Бережковская наб., 24, стр.2  
 Отделение выпуска официальных изданий