



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 192 709** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) МПК⁷ **H 04 B 7/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

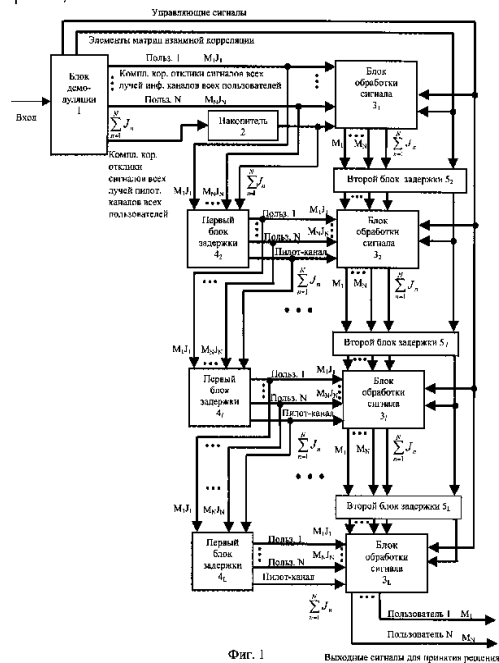
(21), (22) Заявка: 2000130004/09, 30.11.2000
 (24) Дата начала действия патента: 30.11.2000
 (46) Дата публикации: 10.11.2002
 (56) Ссылки: IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE. - 1995, p.479-483. GB 2247761 A, 11.03.1992. RU 2126174 C1, 10.02.1999. WO 98/06189 A1, 12.02.1998. US 4739401, 19.04.1988.
 (98) Адрес для переписки:
 394077, г.Воронеж, Московский пр-т, 97, ЗАО "Кодифон", В.А.Фурсовой

(71) Заявитель:
 Гармонов Александр Васильевич
 (72) Изобретатель: Гармонов А.В.,
 Гончаров Е.В., Манелис В.Б.
 (73) Патентообладатель:
 Гармонов Александр Васильевич

(54) СПОСОБ ПРИЕМА МНОГОЛУЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМЕ РАДИОСВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

(57) Изобретение относится к радиотехнике, в частности к способу и устройству приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов (CDMA), и может быть использовано в приемной аппаратуре базовой станции. Технический результат состоит в повышении помехоустойчивости, увеличении емкости и пропускной способности сотовых систем радиосвязи с кодовым разделением каналов. Способ реализует алгоритм компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей друг на друга в сформированных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, количество информационных каналов у каждого пользователя и скорости передачи данных в информационных каналах пользователей могут быть различными. Последовательная компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей друг на друга в процессе оценки информационных параметров сигналов пользователей и оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей

пользователей осуществляется в общем случае в несколько итераций. 2 с. и 16 з.п. ф-лы, 22 ил.



RU 2 192 709 C2

RU 2 192 709 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 192 709** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 04 B 7/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

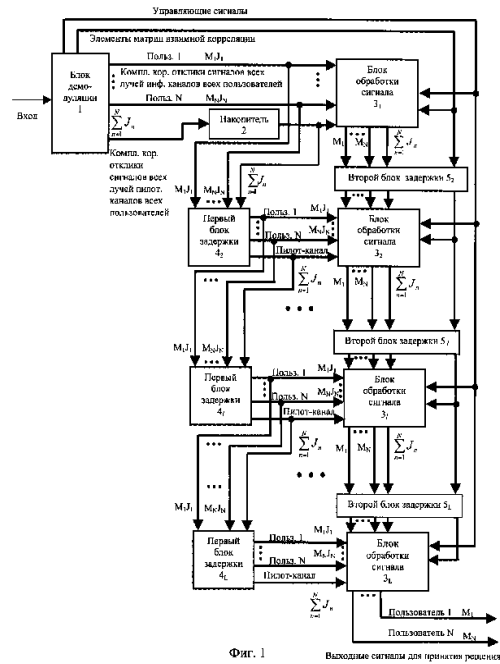
(21), (22) Application: 2000130004/09, 30.11.2000
 (24) Effective date for property rights: 30.11.2000
 (46) Date of publication: 10.11.2002
 (98) Mail address:
 394077, g.Voronezh, Moskovskij pr-t, 97, ZAO
 "Kodofon", V.A.Fursovoj

(71) Applicant:
 Garmonov Aleksandr Vasil'evich
 (72) Inventor: Garmonov A.V.,
 Goncharov E.V., Manelis V.B.
 (73) Proprietor:
 Garmonov Aleksandr Vasil'evich

(54) **METHOD AND DEVICE FOR RECEIVING MULTIPLE-BEAM SIGNALS IN CODE-DIVISION MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering; base-station receiving equipment. SUBSTANCE: method implements mutual interfering effect compensating algorithm for signals of all beams in information and pilot channels of all users in complex generated correlation response signals of all beams of information and pilot signals of all users; number of information channels at each user and speed of data transmission through users' information channels may be different. Sequential compensation for mutual interfering effect of signals of all users in the course of estimating information parameters of signals and estimation of complex envelopes of signals of all user beams is generally effected in a few iteration processes. EFFECT: enhanced noise immunity and capacity of cellular code-division radio communication systems. 18 cl, 23 dwg



RU 2 192 709 C2

RU 2 192 709 C2

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

В настоящее время быстрыми темпами развиваются сотовые системы радиосвязи. Снижение стоимости услуг связи и быстрый рост количества абонентов обуславливают возрастающие требования к емкости систем связи (понятие емкости определяется как количество одновременно обслуживаемых пользователей в соте). Кроме того, появление современных сетей обмена информацией типа Интернет предъявляет также новые требования к скорости передачи информации и надежности канала распространения.

В последнее время эти требования обусловили интенсивное развитие методов обработки сигналов и появление новых систем радиосвязи. Последнее достижение в этой области - системы связи с кодовым разделением каналов (CDMA). В настоящее время функционируют сотовые системы по стандарту IS-95 [1] Mobile Station - Base Station Compability Standard for Dual - Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System (to be published as IS-95). - Qualcomm Inc., 3 Volumes, March 1993. - 2123 p., а также разрабатываются стандарты третьего поколения, основанные на технологии CDMA - системы связи по стандартам UMTS [2] The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) ITU-R RTT Candidate Submission. (UMTS Standard) и cdma 2000 [3] The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) ITU-R RTT Candidate Submission. (UMTS Standard). Они должны обеспечить пользователя новыми сервисными функциями, такими, как высокоскоростные каналы связи, возможность выхода в Интернет, определение местоположения абонента (location service) и т.д.

В системах CDMA сигналы различных пользователей передаются в общей полосе частот, а разделение пользователей осуществляется по форме используемого ими сигнала - каждому пользователю присваивается своя уникальная функция (скремблирующая последовательность). Поскольку сигналы различных пользователей приходят на приемную сторону с произвольными задержками, то в таких системах обеспечение полной взаимной ортогональности сигналов различных пользователей оказывается невозможным. В связи с этим актуальной является задача совместного различения и оценки параметров сигналов всех пользователей, одновременно обрабатывающихся на приемной стороне. Эта задача в литературе получила название "многопользовательское детектирование" [4] S. Verdu "Optimum Multiuser Asymptotic Efficiency", IEEE Transactions on Communications, vol. COM-34, 9, September 1986, pp. 890-897.

Несмотря на огромный интерес к многопользовательскому детектированию [5] Z. XIE, R.T. Short, and O.K. Rushforth "A Family of Suboptimum Detectors for Coherent Multiuser Communication", IEEE Journal on selected areas in communications, vol. 8, no. 4, May 1990, pp. 683-690, [6] B. Wu, Wang, "New Sub-Optimal Multiuser Detectors

for Synchronous CDMA Systems", Proceedings Pacific Rim Conference on Communications, Victoria, BC, Canada, IEEE, May, 1995, [7] Z. Zvonar, M. Stojanovic, "Performance of Multiuser Diversity Reception in Nonselective Rayleigh Fading CDMA Channels", IEEE Personal Communications, 1994, pp. 171-175 и др., до настоящего времени в этой области существует много нерешенных вопросов. Так, до сих пор остается открытым вопрос о разработке простых и эффективных методов и устройств одновременного приема сигналов многих пользователей в условиях априорно неизвестной комплексной огибающей принимаемых многолучевых сигналов при наличии нескольких информационных каналов у каждого пользователя.

Известны различные способы и устройства приема многолучевых сигналов пользователей в системах радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Известны способ приема сигналов и система связи с множественным доступом и кодовым разделением каналов (CDMA), спроектированная фирмой Qualcomm по стандарту IS-95 [8] "Обоснование применимости систем множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) применительно к цифровым сотовым системам и персональным сотовым сетям", USA, Qualcomm, may, 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 помехоустойчивость, энергетические потери при приеме сигнала из-за наличия многопользовательской помехи.

Известны способы многопользовательского детектирования в синхронной когерентной системе радиосвязи с кодовым разделением каналов и алгоритмы его реализации [9] Peter Kempf "On Multi-User Detection Schemes for Synchronous Coherent CDMA Systems", IEEE Vehicular Technology Conference, pp. 479-483, 1995.

В указанной статье рассматриваются несколько способов многопользовательского детектирования. Рассмотрим один из них,

Предполагается, что в системе связи обслуживаются N пользователей. Скорости передачи данных различными пользователями (длительность информационных символов) являются одинаковыми. У каждого пользователя имеется единственный информационный канал. Комплексные огибающие сигналов различных пользователей предполагаются известными, и методы их оценки не рассматриваются. Канал распространения сигналов пользователей является однолучевым. Анализ предложенных алгоритмов выполнен в отсутствие фединга.

Оценку неизвестных информационных параметров пользователей осуществляют в L этапов путем последовательной компенсации мешающего влияния сигналов пользователей друг на друга. На каждом из этапов формируют корреляционные отклики

сигналов пользователей, по которым на предыдущих этапах окончательное решение не принято. Из них выбирают N/L максимальных по модулю корреляционных откликов, по которым принимают окончательное решение об информационных параметрах. Получают оценки мешающего влияния сигналов этих пользователей и формируют выходной сигнал данного этапа, вычитая полученные оценки из выходного сигнала предыдущего этапа.

Это техническое решение имеет следующие недостатки:

1. Формирование оценки мешающего влияния сигналов пользователей и вычитание этой оценки осуществляется на высокой промежуточной частоте, что существенно усложняет реализацию данного способа.

2. Использование описанного способа предполагает знание комплексных огибающих сигналов пользователей и не имеет механизма их эффективной оценки, что делает невозможным использование этого способа при практической реализации в условиях фединга и нестационарного канала.

3. Наличие единственного информационного канала у каждого пользователя не соответствует структуре сигналов пользователей в современных радиосистемах, где имеется несколько информационных каналов и пилот-канал.

4. Канал распространения сигналов пользователей предполагается однолучевым.

Известен способ многопользовательского детектирования в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов [10] Andrew L. C. Hui and Khaled Ben Letaief "Successive Interference Cancellation for Multiuser Asynchronous DS/CDMA Detectors in Multipath Fading Links", IEEE, vol. 46, 3, march, 1998, pp. 384-391.

Предполагается, что в системе радиосвязи обслуживаются N пользователей. Скорости передачи данных у различных пользователей (длительности информационных символов) являются одинаковыми. У каждого пользователя имеется единственный информационный канал. Комплексные огибающие сигналов различных пользователей предполагаются известными, и методы их оценки не рассматриваются. Канал распространения сигналов пользователей является многолучевым. Анализ предложенных алгоритмов выполнен при наличии фединга.

Предполагают, что приемная аппаратура базовой станции с высокой точностью восстанавливает комплексные огибающие и задержки сигналов пользователей, при этом не указано, как это выполняется.

Описанный способ [10] реализуют следующим образом. Осуществляют демодуляцию входного сигнала, образуя на выходе корреляционные отклики сигналов всех лучей всех пользователей. Выполняют оценку информационных параметров путем последовательной компенсации мешающего влияния сигналов лучей пользователей друг на друга в L этапов. На каждом из L этапов:

объединяют корреляционные отклики всех лучей каждого пользователя, образуя мягкие решения об информационных параметрах пользователей;

выбирают пользователя с максимальным по модулю мягким решением и принимают

окончательное решение о его информационном параметре;

с учетом матриц взаимной корреляции формируют оценку мешающего влияния данного пользователя на корреляционные отклики сигналов лучей пользователей, по которым окончательное решение на предыдущих этапах не принято;

формируют корреляционные отклики данного этапа, вычитая полученные оценки мешающего влияния из корреляционных откликов предыдущего этапа.

Этот способ имеет следующие недостатки:

1. Использование описанного способа предполагает наличие точных оценок комплексных огибающих сигналов пользователей, которые невозможно получить при практической реализации, так как процессы получения оценок комплексных огибающих и информационных параметров взаимосвязаны.

2. Наличие единственного информационного канала у каждого пользователя не соответствует структуре сигналов пользователей в современных радиосистемах, где предполагается наличие нескольких информационных каналов.

3. Алгоритм предполагает одинаковые скорости передачи данных всех пользователей, что не отвечает реальным условиям.

4. На каждом этапе окончательное решение принимают только по одному пользователю, поэтому на последнем этапе необходимо принять окончательное решение по $N - L$ пользователям, что в случае N много больше L ($N \gg L$) снижает помехоустойчивость оценки. Когда число этапов L незначительно меньше, чем количество пользователей N , сложность алгоритма повышается из-за большого количества выполняемых этапов.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому изобретению является способ многопользовательского детектирования в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов по стандарту IS-95 [11] A. Duel-Hallen, J. Holtzman, Z. Zvonar "Multiuser Detection for CDMA Systems", IEEE Personal Communications, April 1995, pp. 46-57.

В системе связи обслуживаются N пользователей. Длительности информационных символов различных пользователей в этой системе одинаковы. Предполагается наличие единственного информационного канала у каждого пользователя. Оценки комплексных огибающих сигналов различных пользователей получают путем некогерентной оценки информационных символов каждого пользователя с последующим накоплением комплексных корреляционных откликов символов, скорректированных в соответствии с полученными оценками. Канал распространения сигналов пользователей предполагается многолучевым. Анализ предложенного алгоритма выполнен при наличии фединга.

Способ [11] реализуют следующим образом. Осуществляют демодуляцию входного сигнала, образуя на выходе корреляционные отклики сигналов всех лучей всех пользователей. Выполняют оценку информационных параметров путем последовательной компенсации мешающего влияния сигналов лучей пользователей друг

на друга в N этапов. На каждом из N этапов:

объединяют корреляционные отклики сигналов всех лучей каждого пользователя, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов пользователей;

выбирают пользователя с максимальным по модулю мягким решением и принимают окончательное решение о его информационном параметре;

с учетом матриц взаимной корреляции формируют оценку мешающего влияния сигнала данного пользователя на корреляционные отклики сигналов лучей пользователей, по которым окончательное решение на предыдущих этапах не принято;

формируют корреляционные отклики данного этапа, вычитая полученные оценки мешающего влияния из корреляционных откликов предыдущего этапа.

Данному способу и алгоритму его реализации присущи следующие недостатки.

1. Применяемый в описанном алгоритме способ оценки комплексных огибающих сигналов пользователей, во-первых, ограничен рамками стандарта IS-95, во-вторых, является неэффективным, так как не учитывает взаимного влияния сигналов пользователей друг на друга.

2. Наличие единственного информационного канала у каждого пользователя не соответствует структуре сигналов пользователей мобильных радиосистем третьего поколения (IS-2000, UMTS, 3GPP), где предполагается наличие нескольких информационных каналов.

3. Алгоритм предполагает одинаковые длительности информационных символов различных пользователей в этой системе, что также не соответствует требованиям стандартов мобильной связи третьего поколения.

4. При большом количестве пользователей N сложность алгоритма повышается из-за большого количества выполняемых этапов.

В основу изобретения поставлена задача - повышение помехоустойчивости, увеличение емкости и пропускной способности сотовых систем радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Заявляемый способ приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов, при котором сигнал каждого пользователя, состоящий из совокупности независимо федингующих сигналов лучей, содержит пилот-компоненту и информационные компоненты, принимаемые по соответствующим пилот- и информационным каналам, количество информационных каналов у каждого пользователя и скорости передачи данных в информационных каналах пользователей могут быть различными, заключается в том, что

Способ приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов, при котором сигнал каждого пользователя, состоящий из совокупности независимо федингующих сигналов лучей, содержит пилот-компоненту и информационные компоненты, принимаемые по соответствующим пилот- и информационным каналам, количество информационных каналов у каждого пользователя и скорости передачи данных в

информационных каналах пользователей могут быть различными, заключающийся в том, что

формируют мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей друг на друга, для чего

осуществляют поиск входного сигнала, выделяя из обнаруженных сигналов лучей каждого пользователя лучи, сигналы которых максимальны по мощности,

формируют комплексные корреляционные отклики сигналов всех выделенных лучей информационных каналов всех пользователей,

формируют комплексные корреляционные отклики сигналов всех выделенных лучей пилот-каналов всех пользователей,

осуществляют накопление комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя на соответствующем интервале накопления, образуя усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей,

осуществляют задержку сформированных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей и всех сформированных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей таким образом, чтобы при компенсации их мешающего влияния друг на друга оценки этого мешающего влияния были сформированы,

мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей формируют последовательно в L итераций, где L - целое число, большее или равное 1, причем на каждой итерации формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и компенсируют это мешающее влияние в усредненных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, образуя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей,

формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и компенсируют это мешающее влияние в комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, образуя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей,

формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и компенсируют это мешающее влияние в уточненных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, образуя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей

всех пользователей, формируют мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, последовательно за P_l этапов, компенсируя мешающее влияние сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, где $l = 1 - L$, l - номер итерации, при этом на p -м этапе, $p = 1 - P_l$,

объединяют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p = 1$ или комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p > 1$, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей p -го этапа,

из сформированных мягких решений выбирают K_p максимальных по модулю, которые являются окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей данной итерации,

формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, на оставшиеся сигналы всех лучей информационных каналов пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято,

компенсируют это мешающее влияние в оставшихся уточненных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных каналов пользователей при $p = 1$ или в оставшихся комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа,

на последнем P_l -м этапе объединяют комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей P_l -го этапа, по которым не принято окончательное решение, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей P_l -го этапа, которые вместе с окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей предыдущих этапов представляют собой окончательные мягкие решения об информационных параметрах данной итерации,

полученные мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей и оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей текущей итерации, за исключением последней, задержанные на

время выполнения итерации, используют для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей следующей итерации,

на первой итерации для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга используют усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей используют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей используют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей,

мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей последней итерации являются выходными сигналами для принятия решения.

Для реализации перечисленных операций заявляемого способа в зависимых пунктах формулы изобретения приведены примеры выполнения этих операций.

Интервал накопления комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя выбирают равным интервалу стационарности канала связи, но не более удвоенного допустимого времени задержки обработки сигнала.

При формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга формируют элементы матрицы взаимной корреляции КРР псевдослучайных последовательностей ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

При формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей формируют элементы матрицы KPS взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

При формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей формируют элементы матрицы KSP взаимной корреляции ПСП информационных компонент

сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

При формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, формируют элементы матрицы KSS взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

Оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга для первой итерации формируют путем взвешенного суммирования усредненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KPP, а для последующих итераций - путем взвешенного суммирования оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей предыдущей итерации с весами, определяемыми элементами матрицы KPP.

Компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга осуществляют путем вычитания сформированных оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга из усредненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей для первой итерации формируют путем взвешенного суммирования уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KPS, а для последующих итераций - путем взвешенного суммирования оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей предыдущей итерации с весами, определяемыми элементами матрицы KPS.

Компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей осуществляют путем вычитания сформированных оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей из комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей.

Оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей для первой итерации формируют путем объединения уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя, используя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-канала каждого пользователя, образуя промежуточные мягкие решения об информационных параметрах сигналов каждого информационного канала

каждого пользователя, формирования оценок информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем сравнения промежуточных мягких решений об информационных параметрах сигналов каждого информационного канала каждого пользователя с заданными порогами и взвешенного суммирования произведений уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на оценки информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KSP, а для последующих итераций - путем формирования оценок информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем сравнения мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей предыдущей итерации с заданными порогами и взвешенного суммирования произведений оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей предыдущей итерации на оценки информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KSP.

Компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей осуществляют путем вычитания оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей из уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, на оставшиеся информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято, получая оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям, путем сравнения окончательных решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей данной итерации с заданными порогами и осуществляя взвешенное суммирование произведений оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей текущей итерации на оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KSS.

Компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, на

оставшиеся информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято, осуществляют путем вычитания полученных оценок этого мешающего влияния из оставшихся уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p = 1$, или из оставшихся комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа.

При выполнении текущей l -й итерации, где $l > 1$, сформированные элементы матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS задерживают на время выполнения предыдущих итераций.

Заявляемое устройство приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов содержит блок демодуляции, формирующий на первых выходах задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах - задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, на третьих выходах - управляющие сигналы, на четвертых выходах - элементы матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS, накопитель комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя, формирующий на выходах усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, $L-1$ первых блоков задержки, $L-1$ вторых блоков задержки и L блоков обработки сигнала, обеспечивающих оценку информационных параметров сигналов информационных каналов N пользователей и формирующих на первых выходах в каждом из них мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах в каждом из них, кроме последнего L -го блока обработки сигнала - оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, причем первый блок обработки сигнала обеспечивает реализацию первой итерации способа, последующие блоки обработки сигнала вместе с соответствующими первыми и вторыми блоками задержки обеспечивают реализацию последующих итераций способа,

вход блока демодуляции является сигнальным входом устройства,

первые выходы блока демодуляции соединены с первыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала - непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала - через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки,

вторые выходы блока демодуляции соединены со входами накопителя, выходы которого соединены со вторыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала - непосредственно,

а с остальными блоками обработки сигнала - через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки,

5 первые и вторые выходы предыдущего первого блока задержки соединены с первыми и вторыми входами последующего первого блока задержки,

10 третьи выходы блока демодуляции соединены с третьими входами L блоков обработки сигнала,

15 четвертые выходы блока демодуляции соединены с четвертыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала - непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала - через соответствующие им вторые блоки задержки и все предыдущие вторые блоки задержки,

20 первые выходы предыдущего второго блока задержки соединены с четвертыми входами соответствующего ему блока обработки сигнала и с первыми входами последующего второго блока задержки,

25 первые и вторые выходы предыдущего блока обработки сигнала соединены с пятыми и шестыми входами последующего блока обработки сигнала через соответствующий этому последующему блоку обработки сигнала второй блок задержки,

30 вторые и третьи выходы второго блока задержки соединены с первыми и вторыми выходами предыдущего блока обработки сигнала, а вторые и третьи выходы второго блока задержки соединены с пятым и шестым входами соответствующего блока обработки сигнала,

35 выходы последнего L -го блока обработки сигнала - мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей - являются выходами устройства,

40 каждый блок обработки сигнала содержит подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей,

45 подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга,

50 осуществляющий в P_l этапов формирование мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, где $l = 1 - L$ - номер блока обработки сигнала,

55 в первом блоке обработки сигнала, первые входы образованы первыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей,

60 вторые входы образованы первыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, третьи входы образованы вторыми

пользователей друг на друга и четвертыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, формирующего на этих выходах уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, соединены с пятыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, соединены с третьими входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, соединены с четвертыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и являются для каждого блока обработки сигнала, за исключением последнего L-го блока обработки сигнала, вторыми выходами, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, формирующего на этих выходах мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, являются первыми выходами блока обработки сигнала, выходы L-го блока обработки сигнала являются выходами устройства.

Блок демодуляции приведен в качестве примера выполнения и содержит приемник поиска, корреляторы для сигнала каждого луча каждого пользователя, подблок задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, контроллер и формирователь элементов матриц взаимной корреляции, при этом первые входы корреляторов и приемника поиска объединены, образуя сигнальный вход блока демодуляции, вторые входы корреляторов и приемника поиска соединены соответственно с первыми и вторыми управляющими выходами контроллера, первые выходы каждого коррелятора и приемника поиска соединены соответственно с первым и вторым входами

контроллера, вторые выходы корреляторов соединены с первыми входами подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, вторые входы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей соединены с третьими управляющими выходами контроллера, первые выходы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, являются первыми выходами блока демодуляции, вторые выходы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, являются вторыми выходами блока демодуляции, четвертые выходы контроллера являются третьими выходами блока демодуляции, пятые выходы контроллера соединены со входами формирователя элементов матриц взаимной корреляции, выходы формирователя элементов матриц взаимной корреляции, формирующего на этих выходах элементы матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS, являются четвертыми выходами блока демодуляции.

Подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала для заявляемого устройства приведен в качестве примера реализации и содержит: контроллер и P_l последовательно соединенных узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, где l = 1 - L, причем первые выходы предыдущего узла компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга соединены с первыми входами последующего узла компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, первые входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы первыми входами контроллера, вторые входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы вторыми входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, третьи входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы первыми входами первого узла компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, четвертые

входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы третьими входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, первые выходы контроллера соединены с четвертыми входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, вторые выходы контроллера являются выходами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, вторые выходы узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга соединены со вторыми входами контроллера.

Сопоставительный анализ заявляемого способа приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов с прототипом показывает, что заявляемый способ существенно отличается от прототипа. Отличия заключаются в следующем.

Поскольку в прототипе у каждого пользователя отсутствует пилот-канал, то все операции, связанные с пилот-компонентой полезного сигнала и оценкой комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, такие, как, компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, являются отличительными.

В прототипе у каждого пользователя присутствует только один информационный канал, поэтому все операции заявляемого способа с сигналами множества информационных каналов пользователей, такие, как, компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, являются отличительными.

Заявляемый способ позволяет реализовать алгоритм компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей друг на друга не только на промежуточной частоте, как в прототипе, но и в сформированных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей с использованием матриц взаимной корреляции.

Последовательная компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей друг на друга в процессе оценки информационных параметров сигналов пользователей и оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей осуществляется в общем случае в несколько итераций, в отличие от прототипа, где используется только одна итерация.

При последовательной компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга на каждом этапе окончательные решения принимаются в общем случае относительно нескольких информационных параметров, в отличие от прототипа, в котором окончательные решения принимаются относительно одного информационного параметра.

Заявляемый способ, в отличие от прототипа, позволяет вести прием многолучевых сигналов при различных скоростях передачи данных в информационных каналах пользователей.

Таким образом, по совокупности отличительных признаков, заявляемый способ позволяет проводить обработку сигналов, структура которых соответствует сигналам мобильных радиосистем третьего поколения (UMTS, IS-2000).

По сравнению с прототипом заявляемый способ позволяет улучшить качество приема многолучевых сигналов пользователей, принимаемых по пилот- и информационным каналам при различной скорости передачи данных в информационных каналах пользователей, что позволяет повысить помехоустойчивость, увеличить емкость и пропускную способность сотовых систем радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Сопоставительный анализ заявляемого устройства приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов с прототипом показывает, что заявляемое устройство существенно отличается от прототипа. Отличия заключаются в следующем.

В предлагаемом устройстве имеется L блоков обработки сигнала, L-1 первых и L-1 вторых блоков задержки и накопитель, в отличие от прототипа, который содержит только один блок обработки сигнала.

Каждый блок обработки сигнала заявляемого устройства содержит подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, в отличие от прототипа, где блок обработки сигнала содержит только один подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга.

В заявляемом устройстве блок демодуляции выполнен таким образом, что позволяет сформировать на выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей; комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей; сигналы, управляющие работой блоков обработки сигнала; элементы матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS. Блок

демодуляции для заявляемого устройства может быть выполнен различным образом, в описании приведен вариант его выполнения. В прототипе блок демодуляции выполнен таким образом, что позволяет сформировать на выходе только комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей и управляющие сигналы.

Особенностью выполнения блока демодуляции заявляемого устройства от прототипа является то, что блок демодуляции заявляемого устройства содержит формирователь элементов матриц взаимной корреляции и подблок задержки и группирования корреляционных откликов сигналов лучей информационных каналов пользователей, где происходит задержка комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей.

Таким образом, по совокупности отличительных признаков, заявляемое устройство позволяет полностью реализовать признаки заявляемого способа и проводить обработку сигналов, структура которых соответствует сигналам мобильных радиосистем третьего поколения (UMTS, IS-2000).

Описание изобретения поясняется графическими материалами.

На фиг.1 показана блок-схема заявляемого устройства приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов.

На фиг. 2 - блок 1 демодуляции, блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 3 показаны временные положения сигналов информационных каналов пользователей с различной длительностью информационного символа до задержки (позиция а) и после задержки (позиция б).

На фиг.4 - накопитель 2, блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг.5 - первый блок 3_1 обработки сигнала.

На фиг.6 - l-й блок 3_l обработки сигнала, где $l = 1 - L$.

На фиг.7 - подблок 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала 3_l , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг.8 - подблок 24 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала 3_1 , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 9 - узел 33_{jn} выделения сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя первого блока обработки 3_1 (или узел 35_{jn} выделения сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя l-го блока обработки 3_l), блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 10 - подузел 37_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя узла 33_{jn} или узла 35_{jn} , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг.11 - вычитатель 18_n подблока 15

блока 3_1 (или вычитатель 28_n подблока 25 блока 3_l), блок-схема приведена как пример реализации вычитателей 18_1-18_N и 28_1-28_N , выполненных одинаковым образом.

На фиг. 12 - узел 44_{jm} выделения сигнала j-го луча m-го информационного канала вычитателя 18_n подблока 15 и вычитателя 28_n подблока 25, блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг.13 - подузел 46_{ik} формирования помехи сигнала s-го бита i-го луча пилот-канала k-го пользователя информационному сигналу q-го символа j-го луча m-го информационного канала n-го пользователя узла 44_{jm} , схема приведена как пример реализации.

На фиг. 14 - коммутатор 21 подблока 16 (или коммутатор 30 подблока 26), блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 15 - узел коммутации 51_{jn} сигнала j-го луча n-го пользователя коммутатора 21 подблока 16 и коммутатора 30 подблока 26, блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 16 - подузел 53_{imk} формирования помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя узла коммутации 51_{jn} коммутатора 21 подблока 16 и коммутатора 30 подблока 26, блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 17 - вычитатель 20 подблока 16 (или вычитатель 29 подблока 26), блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 18 - узел 23_p компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга подблока 15 блока 3_1 или узел 32_p компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга подблока 25 блока 3_l , блок-схема приведена как пример реализации узлов 23_1-23_L и 32_1-32_L , выполненных

одинаковыми.

На фиг.19 - подузел 62_p объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей узла 23_p или узла 32_p , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 20 - коммутатор 64_p узлов 23_p и 32_p , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 21 - подузел 68_{jm} формирования сигнала j-го луча r-го информационного канала n-го пользователя коммутатора 64_p , блок-схема приведена как пример реализации.

На фиг. 22 - элемент 71_{ikm} формирования помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча r-го информационного канала n-го пользователя подузла 68_{jm} , блок-схема приведена как пример реализации.

Устройство приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов (фиг. 1) содержит блок демодуляции 1, формирующий на первых

выходах задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах - задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, на третьих выходах - управляющие сигналы, на четвертых выходах - элементы матрицы взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS, накопитель 2 комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя, формирующий на выходах усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, L-1 первых блоков задержки 4_{2-4L}, L-1 вторых блоков задержки 5_{2-5L} и L блоков обработки сигнала 3_{1-3L}, обеспечивающих оценку информационных параметров сигналов информационных каналов N пользователей и формирующих на первых выходах в каждом из них - мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах в каждом из них, кроме последнего L-го блока обработки сигнала 3_L - оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, причем первый блок обработки сигнала обеспечивает реализацию первой итерации способа, последующие блоки обработки сигнала вместе с соответствующими первыми и вторыми блоками задержки обеспечивают реализацию последующих итераций способа, вход блока демодуляции 1 является сигнальным входом устройства, первые выходы блока демодуляции 1 соединены с первыми входами L блоков обработки сигнала 3_{1-3L}, причем с первым блоком обработки сигнала 3₁ - непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала 3_l - через соответствующие им первые блоки задержки 4_l и все предыдущие первые блоки задержки 4_{2-4l-1}, где l = 2 - L, вторые выходы блока демодуляции 1 соединены со входами накопителя 2, выходы которого соединены со вторыми входами L блоков обработки сигнала 3_{1-3L}, причем с первым блоком обработки сигнала 3₁ - непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала 3_l - через соответствующие им первые блоки задержки 4_l и все предыдущие первые блоки задержки, 4_{2-4l-1}, где l = 2 - L, первые и вторые выходы предыдущего первого блока задержки 4_{l-1} соединены с первыми и вторыми входами последующего первого блока задержки 4_l, третьи выходы блока демодуляции 1 соединены с третьими входами L блоков обработки сигнала 3_{1-3L}, четвертые выходы блока демодуляции 1 соединены с четвертыми входами L блоков обработки сигнала 3_{1-3L}, причем с первым блоком обработки сигнала 3₁ - непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала 3_l - через соответствующие им вторые блоки задержки 5_l и все предыдущие вторые блоки задержки 5_{2-5l-1}, первые выходы предыдущего второго блока задержки 5_{l-1} соединены с четвертыми входами соответствующего ему блока обработки

сигнала 3_{l-1} и с первыми входами последующего второго блока задержки 5_l, первые и вторые выходы предыдущего блока обработки сигнала 3_{l-1} соединены с пятыми и шестыми входами последующего блока обработки сигнала 3_l через соответствующий этому последующему блоку обработки сигнала второй блок задержки 5_l, l принимает целые значения 2 - L, вторые и третьи входы второго блока задержки 5_l соединены с первыми и вторыми выходами предыдущего блока обработки сигнала 3_{l-1}, а вторые и третьи выходы второго блока задержки 5_l соединены с пятым и шестым входами соответствующего блока обработки сигнала 3_l, выходы последнего L-го блока обработки сигнала 3_L - мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей - являются выходами устройства.

Блок демодуляции 1 (фиг. 2) содержит приемник поиска 6, корреляторы $\begin{matrix} 7 \\ 11 \end{matrix} - \begin{matrix} 7 \\ J \\ N \end{matrix}$ для сигнала каждого луча каждого пользователя, подблок 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, контроллер 9 и формирователь 10 элементов матриц взаимной корреляции, при этом первые входы корреляторов $\begin{matrix} 7 \\ 11 \end{matrix} - \begin{matrix} 7 \\ J \\ N \end{matrix}$ и приемника поиска 6 объединены, образуя сигнальный вход блока демодуляции 1, вторые входы корреляторов $\begin{matrix} 7 \\ 11 \end{matrix} - \begin{matrix} 7 \\ J \\ N \end{matrix}$ и приемника поиска 6 соединены соответственно с первыми и вторыми управляющими выходами контроллера 9, первые выходы каждого коррелятора $\begin{matrix} 7 \\ 11 \end{matrix} - \begin{matrix} 7 \\ J \\ N \end{matrix}$ и приемника поиска 6 соединены соответственно с первым и вторым входами контроллера 9, вторые выходы корреляторов $\begin{matrix} 7 \\ 11 \end{matrix} - \begin{matrix} 7 \\ J \\ N \end{matrix}$ соединены с первыми входами подблока 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, вторые входы подблока 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей соединены с третьим управляющими выходами контроллера 9, первые выходы подблока 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, являются первыми выходами блока демодуляции 1, вторые выходы подблока 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов

всех пользователей, являются вторыми выходами блока демодуляции 1, четвертые выходы контроллера 9 являются третьими выходами блока демодуляции 1, пятые выходы контроллера 9 соединены со входами формирователя 10 элементов матриц взаимной корреляции, выходы формирователя 10 элементов матриц взаимной корреляции, формирующего на этих выходах элементы матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS, являются четвертыми выходами блока демодуляции 1.

Накопитель 2 для заявляемого устройства (фиг.4) содержит

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

ветвей

накопления $J_{11} - J_{11} J_N$, осуществляющих

накопление комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. Каждая ветвь накопления J_{jn} , где $n = 1 - N$, $j = 1 - J_n$, содержит линию задержки с отводами J_{jn} и сумматор J_{jn} .

Входы линий задержки $J_{11} - J_N$ в

каждой ветви накопления образуют входы накопителя 2, выходы линий задержки с отводами $J_{11} - J_N$ в каждой ветви

накопления соединены со входами сумматоров $J_{11} - J_N$. Выходы

сумматоров $J_{11} - J_N$ всех ветвей

накопления $J_{11} - J_N$ образуют выходы

накопителя 2.

Первый блок обработки сигнала 3₁ (фиг.5) содержит подблок 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, подблок 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, подблок 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и подблок 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, осуществляющий в Р₁ этапов формирование мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей.

Первые входы блока 3₁ образованы первыми входами подблока 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, вторые входы блока 3₁ образованы первыми входами подблока 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, третьи входы блока 3₁ образованы вторыми входами подблока 15 компенсации мешающего

влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, вторыми входами подблока 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, первыми входами подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и первыми входами подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, четвертые входы образованы третьими входами подблока 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, третьими входами подблока 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, вторыми входами подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и вторыми входами подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, выходы подблока 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей соединены с четвертыми входами подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, вторыми входами подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и с третьими входами подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, выходы подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей соединены с четвертыми входами подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, вторыми входами подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах оценки

пользователей, являются первыми выходами блока обработки сигнала 3_l. Выходы последнего L-го блока обработки сигнала 3_L являются выходами устройства.

Подблок 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала 3₁ приведен в качестве примера реализации на фиг.7 и содержит параллельно расположенных узлов

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

33₁₁ - 33_{J_N} выделения сигнала каждого

луча пилот-канала каждого пользователя и контроллер 34.

Подблок 24 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала 3₁ приведен в качестве примера реализации на фиг.8 и содержит параллельно расположенных узлов

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

35₁₁ - 35_{J_N} выделения сигнала каждого

луча пилот-канала каждого пользователя и контроллер 36.

Узлы $33_{11} - 33_{J_N}$ и $35_{11} - 35_{J_N}$

выполнены одинаковым образом. В качестве примера реализации на фиг.9 приведена блок-схема узла 33_{j_n} (или 35_{j_n}) выделения сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя. Узел

33_{j_n} содержит $\sum_{n=1}^N J_n - 1$ подузлов

37_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя, k принимает значения 1 - N, i принимает значения 1 - J_k, кроме одновременного выполнения равенств i=j, k=n; сумматор 38; линию задержки с отводами 39; сумматор 40; вычитатель 41.

В качестве примера реализации на фиг.10 приведена блок-схема подузла 37_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя. Подузел 37_{ik} содержит перемножитель 42 и сумматор со сбросом 43.

Подблок 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей блока 3₁ приведен в качестве примера реализации на фиг.5 и содержит N параллельно расположенных вычитателей 18₁-18_N.

Подблок 25 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей блока 3₁, где l = 2 - L, приведен в качестве примера реализации на фиг.6 и содержит N параллельно расположенных вычитателей 28₁-28_N.

Вычитатели 18₁-18_N и 28₁-28_N выполнены одинаковым образом. В качестве примера реализации на фиг.11 приведена блок-схема вычитателя 18_n (или 28_n). Вычитатель 18_n содержит J_nM_n узлов 44_{j_m} выделения сигнала j-го луча m-го информационного канала и контроллер 45.

Пример реализации узла 44_{j_m} выделения сигнала j-го луча m-го информационного канала приведен на фиг.12. Узел 44_{j_m} содержит

$$\sum_{n=1}^N J_n - 1$$

подузлов 46_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча m-го информационного канала n-го пользователя, где k = 1 - N, i = 1 - J_k, кроме одновременного выполнения равенств i=j, k=n; сумматор 47 и вычитатель 48.

Пример реализации подузла 46_{ik} приведен на фиг.13. Подузел 46_{ik} содержит перемножитель 49 и сумматор со сбросом 50.

Подблок 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей блока 3₁ (фиг.5) содержит N параллельных многолучевых приемников сигнала пользователя 19₁-19_N, вычитатель 20 и коммутатор 21.

Подблок 26 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей блока 3₁ (фиг.6), где l = 2 - L, содержит вычитатель 29 и коммутатор 30.

Коммутатор 21 подблока 16 и коммутатор 30 подблока 26 выполнены одинаковым образом. В качестве примера реализации на фиг.14 приведена блок-схема коммутатора 21 (или 30). Коммутатор 21 содержит

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

узлов 51_{j_n} коммутации сигнала j-го луча n-го пользователя, где n = 1 - N, j = 1 - J_n, и контроллер 52.

Пример реализации узла 51_{j_n} коммутации сигнала j-го луча n-го пользователя приведен на фиг.15. Узел 51_{j_n} содержит

$$\sum_{n1=1}^N (J_{n1} M_{n1}) - M_n$$

подузлов 53_{imk} формирования помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя, где k = 1 - N, i = 1 - J_k, m = 1 - M_k, кроме одновременного выполнения равенств i=j, k=n, и сумматор 54.

Пример реализации подузла 53_{imk} приведен на фиг.16 и содержит элемент сравнения с порогом 55, перемножители 56, 57 и сумматор со сбросом 58.

Вычитатель 20 подблока 16 и вычитатель 29 подблока 26 выполнены одинаковым образом. В качестве примера реализации на фиг.17 приведена блок-схема вычитателя 20

(или 29). Вычитатель 20

содержит $\sum_{n=1}^N J_n$ ветвей вычитания

59 $11 - 59 J_n$. Каждая ветвь вычитания

59 J_n содержит линию задержки с отводами 60 J_n и вычитатель 61 J_n .

Подблок 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга блока 3₁ (фиг. 5) и подблок 27 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга блока 3₁ (фиг.6) выполнены одинаковым образом.

Подблок 17 содержит контроллер 22 и P₁ последовательно соединенных узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга $23_1 - 23_{P_1}$.

Подблок 27 содержит контроллер 31 и P₁ последовательно соединенных узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга $32_1 - 32_{P_1}$.

Узлы $23_1 - 23_{P_1}$ и $32_1 - 32_{P_1}$

выполнены одинаковым образом. В качестве примера реализации на фиг. 18 приведена блок-схема узла 23_p(или 32_p). Узел 23_p содержит подузел 62 объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах каналов пользователей, вычитатель 63 и коммутатор 64.

Пример реализации подузла 62 объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей приведен на фиг.19. Подузел 62 содержит элемент 65 объединения сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, элемент 66 выбора максимумов и элемент управления 67.

Пример реализации коммутатора 64 приведен на фиг.20.

Коммутатор 64 содержит $\sum_{n=1}^N J_n M_n$

подузлов 68_{jm} формирования помехи сигналу j-го луча r-го информационного канала n-го пользователя и такое же количество соответствующих им управляемых ключей 69_{jm}, где n = 1 - N, j = 1 - J_n, r = 1 - M_n, и контроллер 70.

Пример реализации подузла 68_{jm} формирования помехи сигналу j-го луча r-го информационного канала n-го пользователя приведен на фиг.21. Подузел 68_{jm} содержит $\sum_{n=1}^N J_n M_n$ элементов

71_{imk} формирования помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го бита j-го луча

г-го информационного канала n-го пользователя, k = 1 - N, i = 1 - J_k, m = 1 - M_k,

управляемых ключей 72_{imk} и $\sum_{n=1}^N J_n M_n$

5 сумматор 73.

Пример реализации элемента 71_{imk} формирования помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го бита j-го луча r-го информационного канала n-го пользователя приведен на фиг.22. Элемент 71_{imk} содержит элемент сравнения с порогом 74, перемножители 75 и 76, сумматор со сбросом 77.

10 Реализуют заявляемый способ на устройстве, блок-схема которого показана на фиг.1.

15 Например, в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов находится N пользователей. Сигнал каждого пользователя, состоящий из совокупности независимо федингующих сигналов лучей, содержит пилот-компоненту и M_n информационных компонент, принимаемых по соответствующим пилот- и информационным каналам, n = 1 - N - номер пользователя, скорости передачи данных в информационных каналах пользователей могут быть различными.

20 На вход блока демодуляции 1 поступает аддитивная смесь сигналов пользователей и шума.

30 В блоке демодуляции 1 (фиг.2) аддитивная смесь сигналов пользователей и шума поступает на первые входы корреляторов $7_{11} - 7_{J_n N}$ и на первый вход

35 приемника поиска 6.

Приемник поиска 6 осуществляет поиск входного сигнала, обнаруживая сигналы лучей каждого пользователя, и передает информацию об интенсивностях и временных положениях сигналов лучей на вторые входы контроллера 9.

40 Контроллер 9 осуществляет управление устройствами блока демодуляции 1 и блоками 3₁-3_L обработки сигнала.

45 Контроллер 9 выделяет J_n лучей из обнаруженных лучей каждого пользователя, сигналы которых максимальны по мощности, n = 1 - N - номер пользователя

50 Контроллер 9 передает со вторых выходов информацию об индивидуальных ПСП, зарегистрированных в системе связи пользователей, на вторые входы приемника поиска 6. При этом под индивидуальными ПСП пользователя понимается совокупность ПСП всех информационных и пилот-канала данного пользователя.

55 Контроллер 9 передает с первых выходов информацию о временных положениях сигналов выделенных лучей пользователей и индивидуальных ПСП этих пользователей на вторые входы корреляторов $7_{11} - 7_{J_n N}$.

60 Контроллер 9 с пятых выходов передает управляющую информацию о временных положениях сигналов выделенных лучей пользователей и индивидуальных ПСП этих пользователей для формирования элементов матриц взаимной корреляции KPP, KPS, KSP, KSS на входы формирователя элементов

матриц взаимной корреляции 10.

Контроллер 9 с третьих выходов передает информацию о временных положениях сигналов выделенных лучей пользователей на вторые входы подблока 8 задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей.

Контроллер 9 с четвертых выходов передает управляющие сигналы и информацию о сигналах пользователей на третьи входы всех блоков обработки сигнала 3_{1-3_L}.

В каждом корреляторе 7_{j_n}, где n = 1 - N, j = 1 - J_n, демодулируют сигнал j-го луча всех информационных и пилот-канала n-го пользователя, т. е. формируют M_n+1 комплексных корреляционных откликов сигналов j-го луча, соответствующих M_n информационным и одному пилот-каналу n-го пользователя. Со вторых выходов каждого коррелятора сформированные комплексные корреляционные отклики поступают на первые входы подблока 8.

С первых выходов корреляторов 7₁₁ - 7_{J_N} информация о сигналах лучей пользователей поступает на первые входы контроллера 9.

В подблоке 8 осуществляют задержку корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, например, равную половине интервала накопления корреляционных откликов сигналов соответствующих лучей пилот-каналов пользователей, а также задержку всех сформированных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей таким образом, чтобы при компенсации их мешающего влияния друг на друга оценки этого мешающего влияния были сформированы. Более подробно этот принцип поясняет фиг.3.

На фиг.3 представлены две диаграммы временного положения корреляционных откликов до и после задержки в подблоке 8. Показаны сигналы трех информационных каналов пользователей, имеющие различную длительность одного информационного символа и различное временное положение. Для первого символа второго канала мешающими являются первые символы первого и третьего каналов. Поэтому для компенсации их мешающего влияния необходимо задержать сигнал второго канала на время, необходимое для формирования комплексного корреляционного отклика самого длительного из мешающих символов (в данном случае - первого символа первого канала). Аналогичным образом выбирается задержка для других каналов.

Подблок 8 на первых выходах формирует

$$\sum_{n=1}^N J_n M_n$$

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей. Эти отклики поступают на первые входы блоков обработки сигнала 3_{1-3_L}, причем в первый блок обработки сигнала 3₁ - непосредственно, а в последующие блоки обработки сигнала

3_{2-3_L} - через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки.

Подблок 8 на вторых выходах формирует

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. Эти сигналы поступают на соответствующие им входы накопителя 2.

Формирователь элементов матриц взаимной корреляции 10 формирует элементы четырех типов матриц взаимной корреляции.

Реализация предлагаемого варианта устройства основана на компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей друг на друга и требует знания элементов матриц взаимной корреляции всех компонент принимаемых сигналов друг с другом. Элементы этих матриц представляют собой корреляцию ПСП различных пользователей по всем каналам и лучам. Поэтому необходимо сформировать матрицы четырех типов:

матрицу KPP взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом;

матрицу KPS взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей;

матрицу KSP взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей;

матрицу KSS взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

Перечисленные матрицы взаимной корреляции рассчитываются известным способом.

Элементы матриц взаимной корреляции с выходов формирователя 10 поступают на четвертые входы блоков обработки сигнала 3_{1-3_L}, причем в первый блок обработки сигнала 3₁ - непосредственно, а в последующие блоки обработки сигнала 3_{2-3_L} - через соответствующие им вторые блоки задержки и все предыдущие вторые блоки задержки.

В накопителе 2 (фиг.4)

образуют $\sum_{n=1}^N J_n$ усредненных комплексных

корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. Для этого в каждой ветви накопления 11_{j_n}, где n = 1 - N, j = 1 - J_n, используя линию задержки с отводами 12_{j_n} и сумматор 13_{j_n}, осуществляют накопление комплексных корреляционных откликов сигналов j-го луча пилот-канала n-го пользователя на интервалах накопления длительностью τ_{j_n}, определяемых временем стационарности сигналов лучей пользователей.

$\sum_{n=1}^N J_n$ усредненных комплексных

корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей поступают на вторые входы блоков обработки сигнала 3_1-3_L , причем в первый блок обработки сигнала 3_1 - непосредственно, а в последующие блоки обработки сигнала 3_2-3_L - через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки.

Мягкие решения об информационных параметрах $\sum_{n=1}^N m_n$ информационных каналов

N пользователей формируют последовательно в L итераций, $L \geq 1$, для чего используют L блоков 3_1-3_L обработки сигнала и $L-1$ первых 4_2-4_L и $L-1$ вторых блоков задержки, причем первый блок обработки сигнала обеспечивает первую итерацию способа, а последующие блоки обработки сигнала с соответствующими им первыми и вторыми блоками задержки обеспечивают последующие итерации способа.

Каждый блок 3_1-3_L обработки сигнала осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга. Каждый блок 3_1-3_L обработки сигнала формирует на первых выходах мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей. Каждый блок 3_1-3_L обработки сигнала, кроме последнего, формирует на вторых выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Первые блоки задержки 4_2-4_L осуществляют задержку комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей на время обработки сигнала в предыдущем блоке обработки сигнала.

Вторые блоки задержки 5_2-5_L осуществляют задержку мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей предыдущего блока обработки сигнала, оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей предыдущего блока обработки сигнала, а также элементов всех матриц взаимной корреляции на время обработки сигнала в предыдущем блоке обработки сигнала.

Выходом устройства являются мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей последнего блока 3_L обработки сигнала.

Рассмотрим более подробно работу первого блока обработки сигнала 3_1 (фиг.5).

С накопителя 2 на первые входы подблока 14 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга поступают

$\sum_{n=1}^N J_n$ усредненных комплексных

корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. На вторые входы подблока 14 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы подблока 14 поступают элементы матрицы KPP.

Подблок 14 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и формирует

$\sum_{n=1}^N J_n$ уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. Рассмотрим, как это осуществляется, подробнее (фиг.7).

На первый вход каждого узла 33_{jn} выделения сигнала j -го луча пилот-канала n -го пользователя подблока 14, где n принимает целые значения от 1 до N , j принимает целые значения от 1 до J_n , поступают усредненные комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча пилот-канала n -го пользователя, на вторые входы поступают все остальные усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов лучей пилот-каналов пользователей, на третьи входы поступают управляющие сигналы с контроллера 34, на четвертые входы поступают элементы матрицы взаимной корреляции KPP. На контроллер 34 поступают управляющие сигналы с контроллера 9 блока демодуляции 1. Каждый узел 33_{jn} выделяет сигнал j -го луча пилот-канала n -го пользователя, образуя на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча пилот-канала n -го пользователя.

Рассмотрим способ выделения сигнала каждого j -го луча пилот-канала каждого n -го пользователя более подробно на примере узла 33_{jn} подблока 14 (фиг. 9). На первые входы каждого подузла 37_{ik} , формирования помехи сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя узла 33_{jn} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, если $k=n, i \neq j$, поступает усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s -го символа i -го луча пилот-канала k -го пользователя, на вторые входы каждого подузла 37_{ik} - управляющие сигналы, на третьи входы - элемент матрицы взаимной корреляции KPP $q_{j,n,s,i,k}$. Каждый подузел 37_{ik} формирует помеху сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя. В сумматоре 38 путем суммирования выходных сигналов подузлов 37_{ik} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, если $k=n, i \neq j$, формируется суммарный сигнал помехи сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя от сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей.

Сформированный суммарный сигнал поступает через линию задержки с отводами 39 на сумматор 40, где осуществляется его накопление на интервале накопления длительностью $\tau_{j,n}$. В результате образуется оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя.

Совокупность этих оценок мешающего влияния, n принимает целые значения от 1 до N , J принимает целые значения от 1 до J_n , сформированная в

узлах $33_{11} - 33_{JN}$ образует $\sum_{n=1}^N J_n$

оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга.

В вычитателе 41 узла 33_{jn} сформированная оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя вычитается из усредненного комплексного корреляционного отклика сигнала q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя, образуя уточненный комплексный корреляционный отклик сигнала q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя. Таким образом узлы $33_{11} - 33_{JN}$ формируют на выходах

уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Рассмотрим более подробно формирование помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя в подузле 37_{ik} (фиг.10). В перемножителе 42 элемент матрицы взаимной корреляции $KPP_{q,j,n,s,i,k}$ умножается на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s-го символа i-го луча пилот-канала k-го пользователя. В сумматоре со сбросом 43 по управляющему сигналу с контроллера 34 суммируется $S_{q,j,n,i,k}$ результатов перемножения, соответствующих различным s-м символам i-го луча пилот-канала k-го пользователя

$$(s = \overline{1, S_{q,j,n,i,k}}), \text{ где } S_{q,j,n,i,k} -$$

количество элементов матрицы взаимной корреляции KPP на интервале q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя (равное количеству символов i-го луча пилот-канала k-го пользователя). Таким образом на выходе сумматора со сбросом 43 формируется помеха сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя.

С выхода подблока 14 $\sum_{n=1}^N J_n$ уточненных

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех

пользователей ("очищенных" от мешающего влияния пилот-компонент, но еще не "очищенных" от мешающего влияния информационных компонент) поступают на четвертые входы подблока 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей.

С блока демодуляции 1 на первые входы подблока 15 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей поступают $\sum_{n=1}^N M_n J_n$

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей. На вторые входы подблока 15 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы подблока 15 поступают элементы матрицы KPS.

Подблок 15 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и

формирует $\sum_{n=1}^N M_n J_n$ уточненных

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей. Рассмотрим, как это осуществляется, подробнее (фиг.5).

На первые входы каждого вычитателя 18, где $n = 1 - N$, подблока 15 поступают комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n-го пользователя. На вторые входы вычитателя 18_n поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы вычитателя 18 поступают элементы матрицы KPS. На четвертые входы вычитателя 18 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Каждый вычитатель 18_n, где $n = 1 - N$, осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов n-го пользователя и формирует на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n-го пользователя.

Таким образом, все вычитатели 18_{1-18N} формируют на выходах уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей.

Рассмотрим более подробно формирование уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов n-го пользователя в вычитателе 18 (фиг.11).

На первый вход каждого узла 44_{jm} выделения сигнала j-го луча m-го информационного канала, где $j = 1 - J_n$, $m =$

1 - M_n , поступают комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя. На вторые входы узла 44_{jm} поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей (кроме j -го) пилот-каналов всех пользователей. На третьи входы узла 44_{jm} поступают управляющие сигналы с контроллера 45, на четвертые входы поступают элементы матрицы взаимной корреляции KPS. На контроллер 45 поступают управляющие сигналы с контроллера 9 блока демодуляции 1. Каждый узел 44_{jm} выделяет сигнал j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя, образуя на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя.

Таким образом, все узлы выделения $44_{11} - 44_{J M}$ формируют на выходах $n n$ уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n -го пользователя.

Рассмотрим более подробно формирование уточненных комплексных корреляционных откликов сигнала j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя в узле 44_{jm} вычитателя 18_n подблока 15 (фиг.12).

На первые входы каждого подузла 46_{ik} формирования помехи сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя узла 44_{jm} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, если $k = n, i \neq j$, поступает усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s -го символа i -го луча пилот-канала k -го пользователя, на вторые входы каждого подузла 46_{ik} - управляющие сигналы, на третьи входы - элемент матрицы взаимной корреляции KPS q,j,m,n,s,i,k . Каждый подузел 46_{ik} формирует помеху сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя. В сумматоре 47 путем суммирования выходных сигналов подузлов 46_{ik} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, если $k = n, i \neq j$, формируется оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя.

Совокупность этих оценок мешающего влияния, j принимает целые значения от 1 до J_n , m принимает целые значения от 1 до M_n , сформированная в

узлах $44_{11} - 44_{J M}$, образует оценку

мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов n -го пользователя. А совокупность оценок мешающего влияния, n принимает целые значения от 1 до N , сформированная в вычитателях $18_1 - 18_N$, образует

$$\sum_{n=1}^N J_n M_n$$

оценок мешающего влияния сигналов всех

лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей.

В вычитателе 48 узла 44_{jm} сформированная оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя вычитается из комплексного корреляционного отклика сигнала q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя, образуя уточненный комплексный корреляционный отклик сигнала q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя.

Таким образом узел 44_{jm} формирует на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя.

Рассмотрим более подробно формирование помехи сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя в подузле 46_{ik} (фиг.13). В перемножителе 49 элемент матрицы взаимной корреляции

KPS q,j,m,n,s,i,k умножается на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s -го символа i -го луча пилот-канала k -го пользователя. В сумматоре со сбросом 50 по управляющему сигналу с контроллера 45 суммируется $S_{q,j,m,n,i,k}$ результатов перемножения, соответствующих различным s -м символам i -го луча пилот-канала k -го пользователя

$$\langle s = 1, S_{q,j,m,n,i,k} \rangle,$$

где $S_{q,j,m,n,i,k}$ - количество элементов матрицы взаимной корреляции KPS на интервале q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя (равное количеству символов i -го луча пилот-канала k -го пользователя). На выходе сумматора со сбросом 50 формируется помеха сигнала i -го луча пилот-канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча m -го информационного канала n -го пользователя.

Таким образом в подблоке 15 осуществляется компенсация мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей.

Уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, сформированные в подблоке 15, поступают на четвертые входы подблока 16 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей. На первые входы подблока 16 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы подблока 16 поступают элементы матрицы KSP. На третьи входы подблока 16 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Подблок 16 осуществляет компенсацию

мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и формирует на своих выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей первой итерации.

На первые входы каждого многолучевого приемника сигналов пользователя 19_n подблока 16, n принимает целые значения от 1 до N , поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n -го пользователя. На вторые входы многолучевого приемника 19_n поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей n -го пользователя.

Каждый многолучевой приемник 19_n объединяет уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей каждого информационного канала n -го пользователя, используя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов n -го пользователя, в результате образуя M_n промежуточных мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов n -го пользователя.

Объединение сигналов всех лучей каждого информационного канала пользователя осуществляется стандартным способом.

Сформированные промежуточные мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей с выходов всех многолучевых приемников 19_1-19_N поступают на первые входы коммутатора 21. На вторые входы коммутатора 21 поступают элементы матрицы KSP. На третьи входы коммутатора 21 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. На четвертые входы коммутатора 21 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1.

Коммутатор 21 формирует
$$\sum_{n=1}^N J_n$$

оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Рассмотрим более подробно формирование оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей в коммутаторе 21 подблока 16 (фиг.14).

На первые входы каждого узла коммутации 51_{jn} сигнала j -го луча n -го пользователя коммутатора 21, где $n = 1 - N$, $j = 1 - J_n$, поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей (кроме j -го) пилот-каналов всех пользователей. На вторые входы узла коммутации 51_{jn} поступают промежуточные мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей. На третьи входы узла коммутации 51_{jn} поступают управляющие сигналы с контроллера 52, на вход которого поступают управляющие сигналы

контроллера 9 блока демодуляции 1. На четвертые входы узла коммутации 51_{jn} поступают элементы матрицы KSP.

Узел коммутации 51_{jn} формирует оценку мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей сигналу j -го луча пилот-канала n -го пользователя.

Все узлы

коммутации $51_{11} - 51_{J_N N}$ формируют на своих выходах
$$\sum_{n=1}^N J_n$$
 оценок мешающего

влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Рассмотрим более подробно формирование оценки мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей сигналу j -го луча пилот-канала n -го пользователя в узле 51_{jn} коммутатора 21 подблока 16 (фиг.15).

На первые входы каждого подузла 53_{imk} формирования помехи сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя узла 51_{jn} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, $m = 1 - M_k$, если $k \neq n, i \neq j$, всего таких подузлов

$$= \left(\sum_{n1=1}^N J_{n1} M_{n1} \right) - M_n,$$

поступает усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s -го символа i -го луча пилот-канала k -го пользователя, на вторые входы каждого подузла 53_{imk} - управляющие сигналы, на третьи входы - элемент матрицы взаимной корреляции $KPS_{q,j,n,s,i,m,k}$, на четвертые входы - промежуточное мягкое решение об s -м символе m -го информационного канала k -го пользователя.

Каждый подузел 53_{imk} формирует помеху сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя. В сумматоре 54 путем суммирования выходных сигналов подузлов 53_{imk} , где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, $m = 1 - M_k$, если $k \neq n, i \neq j$, формируется оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей на комплексный корреляционный отклик сигнала q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя.

Таким образом узел 51_{jn} формирует на выходе оценки мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей сигналу j -го луча пилот-канала n -го пользователя.

Совокупность этих оценок мешающего влияния, n принимает целые значения от 1 до N , j принимает целые значения от 1 до J_n , сформированная
$$v$$

узлах $51_{11} - 51_{J_N N}$, образует $\sum_{n=1}^N J_n$

оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Рассмотрим более подробно формирование помехи сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя в узле 53_{jmk} (фиг.16).

В элементе сравнения с порогом 55 промежуточное мягкое решение об s-м символе m-го информационного канала k-го пользователя сравнивается с заданными порогом, формируя оценку s-го символа m-го информационного канала k-го пользователя.

Совокупность этих оценок, k принимает целые значения от 1 до N, m принимает целые значения от 1 до M_k , образует оценки информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей.

В перемножителе 56 оценка s-го символа m-го информационного канала k-го пользователя умножается на усредненный комплексный корреляционный отклик сигнала s-го символа i-го луча пилот-канала k-го пользователя.

В перемножителе 57 результат перемножения умножается на элемент матрицы взаимной корреляции $KPS_{q,j,n,s,i,m,k}$.

В сумматоре со сбросом 58 по управляющему сигналу с контроллера 52 суммируется $S_{q,j,n,i,m,k}$ результатов перемножения, соответствующих различным s-м символам i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя

$$(s = 1, S_{q,j,n,i,m,k}),$$

где $S_{q,j,n,i,m,k}$ - количество элементов матрицы взаимной корреляции KSP на интервале q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя (равное количеству символов i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя). На выходе сумматора со сбросом 58 формируется помеха сигнала i-го луча m-го информационного канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя.

Сформированные в коммутаторе 21 оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей поступают на первые входы вычитателя 20 подблока 16. На вторые входы вычитателя 20 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с подблока 14.

Вычитатель 20 подблока 16 формирует оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей (фиг.17).

На вход каждой линии задержки с отводами 60_{jn} каждой ветви вычитания 59_{jn} вычитателя 20, где $n = 1 - N$, $j = 1 - J_n$, поступает оценка мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей на сигнал j-го луча пилот-канала n-го пользователя. На первый

вход каждого вычитателя 61_{jn} ветви вычитания 59_{jn} вычитателя 20 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя. На вторые входы каждого вычитателя 61_{jn} с отводов линии задержки 60_{jn} поступают оценки мешающего влияния сигналов всех соседних лучей информационных каналов всех пользователей на сигнал j-го луча пилот-канала n-го пользователя, которые вычитаются из каждого уточненного комплексного корреляционного отклика сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя, в результате образуя оценки комплексной огибающей сигнала j-го луча n-го пользователя.

Вычитатели $61_{11} - 61_{J_N N}$ образуют на

выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, которые поступают на четвертые входы подблока 17 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и на вторые входы блока 3_1 обработки сигнала.

На первые входы подблока 17 (фиг.5) поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы подблока 17 поступают элементы матрицы KSS. На третьи входы подблока 17 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей с подблока 15.

Подблок 17 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и формирует на выходе

$$\sum_{n=1}^N M_n$$

мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей первой итерации.

На первые входы контроллера 22 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы контроллера 22 со вторых выходов узлов $23_1 - 23_P$ компенсации мешающего влияния

сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга поступают информационные сигналы, содержащие сведения об информационных каналах пользователей и соответствующих им мягких решениях об информационных параметрах.

С первых выходов контроллера 22 на четвертые входы узлов $23_1 - 23_P$ поступают

управляющие сигналы. На вторых выходах контроллер 22 формирует

$$\sum_{n=1}^N M_n$$

мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей первой итерации.

На вторые входы

узлов $z_{3_1} - z_{3_{P_1}}$ поступают элементы

матрицы KSS.

На третьи входы узлов $z_{3_1} - z_{3_{P_1}}$ с

подблока 16 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

На первые входы первого узла z_{3_1} поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей.

Каждый узел $z_{3_1} - z_{3_{P_1}}$ реализует один

этап компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга.

На первых выходах каждого узла z_{3_p} , кроме последнего, формируются комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа, которые поступают на первые входы каждого последующего узла $z_{3_{p+1}}$, p принимает целые значения от 1 до P_1-1 .

Комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа представляют собой комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу не принято и в которых скомпенсировано мешающее влияние сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу принято.

Рассмотрим работу

узлов $z_{3_1} - z_{3_{P_1}}$ более подробно на примере

узла z_{3_p} , где $p = 1 - P_1$ (фиг.18).

В узле z_{3_p} объединяют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p=1$ или комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ($p-1$)-го этапа при $p>1$, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей p -го этапа. Из сформированных мягких решений выбирают K_p максимальных по модулю, которые являются окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей первой итерации. Получают оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям, путем сравнения окончательных мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей первой итерации с заданными порогами. Формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям, на оставшиеся

информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято, путем взвешенного суммирования произведений оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей первой итерации на оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы KSS. Вычитают полученные оценки мешающего влияния из оставшихся уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p=1$ или из оставшихся комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ($p-1$)-го этапа, при $p > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа.

На P_1 -м этапе в узле $z_{3_{P_1}}$ объединяют

комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей P_1 -го этапа, по которым не принято окончательное решение, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей, в результате образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей P_1 -го этапа, которые вместе с окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей предыдущих этапов представляют собой окончательные мягкие решения об информационных параметрах первой итерации.

На первые входы подузла 62 объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей узла z_{3_p} поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей при $p=1$ или комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ($p-1$)-го этапа при $p>1$. На вторые входы подузла 62 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей. На третьи входы подузла 62 поступают управляющие сигналы с контроллера 22.

В подузле 62 объединяют сигналы лучей информационных каналов пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей p -го этапа. Из сформированных мягких решений выбирают K_p максимальных по модулю, которые являются окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей первой итерации. Подузел 62 также бланкирует сигналы всех лучей информационных каналов пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение.

Оставшиеся сигналы всех лучей

информационных каналов пользователей с первых выходов подузла 62 поступают на первые входы вычитателя 63.

Информационные сигналы, содержащие сведения об информационных каналах пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение, и соответствующие им мягкие решения об информационных параметрах со вторых выходов подузла 62 поступают в контроллер 22.

На первые входы коммутатора 64 узла 23_p поступают управляющие сигналы с контроллера 22.

На вторые входы коммутатора 64 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

На третьи входы коммутатора 64 поступают элементы матрицы KSS.

Коммутатор 64 формирует оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям, путем сравнения окончательных мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей с заданными пороговыми значениями и оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующие выбранным мягким решениям, на оставшиеся информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым принято окончательное решение к данному этапу еще не принято. Сформированные оценки мешающего влияния с выходов коммутатора 64 поступают на вторые входы вычитателя 63.

В вычитателе 63 полученные оценки мешающего влияния вычитают из оставшихся (бланкированных) уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p=1$ или из оставшихся (бланкированных) комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа, которые являются выходными сигналами вычитателя 63.

Рассмотрим более подробно работу подузла 62 объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей узла 23_p (фиг.19).

На первые входы элемента 65 объединения сигналов всех лучей информационных каналов пользователей поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей при $p=1$ или комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p>1$.

На вторые входы элемента 65 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Элемент 65 объединяет сигналы всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, в результате формируя

мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, по которым к данному этапу окончательное решение не принято. Сформированные мягкие решения с выходов элемента 65 поступают на первые входы элемента 66 выбора максимумов. На вторые входы элемента 66 поступают управляющие сигналы с контроллера 22.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Элемент 66 выбирает K_p максимальных по модулю мягких решений, которые являются окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей. Информационные сигналы, содержащие сведения об информационных каналах пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение, и соответствующие им мягкие решения об информационных параметрах с первых выходов элемента 66 поступают в контроллер 22. Со вторых выходов элемента 66 на вторые входы элемента управления 67 поступают управляющие сигналы, в соответствии с которыми элемент управления 67 бланкирует поступающие на его первые входы комплексные корреляционные отклики.

С выходов элемента управления 67 бланкированные комплексные корреляционные отклики поступают на первые входы вычитателя 63.

Рассмотрим более подробно работу коммутатора 64_p узла 23_p (фиг.20).

На входы контроллера 70 поступают управляющие сигналы с контроллера 22.

Контроллер 70 управляет работой подузлов $68_{j_m}^{111-68} J_{N M N}$ и управляемых

ключей $69_{j_m}^{111-69} J_{N M N}$. С первых выходов

контроллера 70 K_p мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение, поступают на первые входы каждого подузла 68_{j_m} формирования помехи сигналу j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя, где $n = 1 - N$, $j = 1 - J_n$, $g = 1 - M_n$.

Со вторых выходов контроллера 70 управляющие сигналы поступают на вторые входы каждого подузла 68_{j_m} .

С третьих выходов контроллера 70 управляющие сигналы поступают на первые входы управляемых ключей

$69_{j_m}^{111-69} J_{N M N}$

На третьи входы каждого подузла 68_{j_m} поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

На четвертые входы каждого подузла 68_{j_m} поступают элементы матрицы KSS.

Каждый подузел 68_{j_m} формирует помеху сигналу j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя от сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение.

Сформированная помеха с выхода подузла 68_{j_m} поступает на второй вход соответствующего управляемого ключа 69_{j_m} .

ключи $69_{111} - 69_{J_{NMN}}$ осуществляет

бланкирование комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей тех информационных каналов пользователей, по которым принято окончательное решение на данном этапе.

Рассмотрим более подробно работу подузлов $68_{111} - 68_{J_{NMN}}$ на примере

подузла 68_{jm} (фиг. 21).

На первый вход каждого элемента 71_{imk} формирования помехи сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя, где $k = 1 - N$, $i = 1 - N$, $n = 1 - M_k$, если $k \neq n, i \neq j$, поступает оценка комплексной огибающей сигнала s -го символа i -го луча k -го пользователя.

На второй вход каждого элемента 71_{imk} поступает управляющий сигнал с контроллера 70.

На третий вход каждого элемента 71_{imk} поступает элемент матрицы взаимной корреляции $KSS_{q,j,r,n,i,m,k}$. На четвертый вход каждого элемента 71_{imk} поступает мягкое решение об s -м символе m -го информационного канала k -го пользователя.

Каждый элемент 71_{imk} формирует помеху сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя, которая с выхода элемента 71_{imk} поступает на первый вход соответствующего управляемого ключа 72_{imk} . На второй вход каждого управляемого ключа 72_{imk} поступает управляющий сигнал с контроллера 70. Управляемые ключи $72_{111} - 72_{J_{NMN}}$ пропускают сигналы помех

всех лучей тех информационных каналов пользователей, по которым принято окончательное решение на данном этапе.

В сумматоре 73 в результате суммирования выходных сигналов управляемых

ключей $72_{111} - 72_{J_{NMN}}$ формируется

помеха сигналу j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя от сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, по которым на данном этапе принято окончательное решение.

Рассмотрим более подробно работу элементов $71_{111} - 71_{J_{NMN}}$ на примере элемента 71_{imk} (фиг. 22).

В элементе сравнения с порогом 74 мягкое решение об s -м символе m -го информационного канала k -го пользователя сравнивается с заданными порогом, формируя оценку s -го символа m -го информационного канала k -го пользователя.

В перемножителе 75 оценка s -го символа m -го информационного канала k -го пользователя умножается на оценку

комплексной огибающей s -го символа i -го луча k -го пользователя.

В перемножителе 76 результат перемножения умножается на элемент матрицы взаимной корреляции $KSS_{q,j,r,n,i,m,k}$.

В сумматоре со сбросом 77 по управляющему сигналу с контроллера 70 суммируются $S_{q,j,r,n,i,m,k}$ результатов перемножения, соответствующих различным s -м символам i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя

где $(s = 1, S_{q,j,r,n,i,m,k})$,

$S_{q,j,r,n,i,m,k}$ - количество элементов матрицы взаимной корреляции KSS на интервале q -го символа j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя (равное количеству символов i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя). На выходе сумматора со сбросом 77 формируется помеха сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя.

Рассмотрим работу второго и последующих блоков $3_2 - 3_L$ обработки сигнала предлагаемого устройства на примере работы блока 3_1 обработки сигнала, где $l = 2 - L$ (фиг.1 и 6).

С первого блока задержки 4_1 на первые входы подблока 24 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга поступают

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

усредненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. На вторые входы подблока 24 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы подблока 24 поступают элементы матрицы КРР, задержанные в блоках $5_2 - 5_1$ на время выполнения предыдущих итераций. На четвертые входы подблока 24 с предыдущего блока обработки сигнала 3_{l-1} через второй блок задержки 5_1 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Подблок 24 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и формирует

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей. Рассмотрим, как это осуществляется, подробнее (фиг.8).

На первый вход каждого узла 35_{jn} выделения сигнала j -го луча пилот-канала n -го пользователя подблока 24, где $n = 1 - N$, $j = 1 - J_n$, поступают усредненные комплексные корреляционные отклики сигнала j -го луча пилот-канала n -го пользователя, на вторые входы узла 35_{jn} поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех соседних лучей всех пользователей, на третьи входы узла 35_{jn} поступают управляющие сигналы с контроллера 36, на четвертые входы поступают элементы матрицы взаимной

корреляции KPP. На контроллер 36 поступают управляющие сигналы с контроллера 9 блока демодуляции 1. Каждый узел 35_{jn} выделяет сигнал j-го луча пилот-канала n-го пользователя, образуя на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя.

Узел 35_{jn} выделения сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя l-й итерации, где l = 2 - L, аналогичен узлу 33_{jn} выделения сигнала j-го луча пилот-канала n-го пользователя первой итерации (фиг.9). Подузел 37_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча пилот-канала n-го пользователя, где k = 1 - N, i = 1 - J_k если k=n, i≠j, входящий в узел 35_{jn} (фиг.10), был описан ранее.

С выхода подблока 24 $\sum_{n=1}^N J_n$ уточненных

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей ("очищенных" от мешающего влияния пилот компонент, но еще не "очищенных" от мешающего влияния информационных компонент) поступают на пятые входы подблока 26 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Далее рассмотрим более подробно работу подблока 25 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей.

С первого блока задержки 4₁ на первые входы подблока 25 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей блока 3₁ обработки сигнала поступают $\sum_{n=1}^N M_n J_n$ комплексных

корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей. На вторые входы подблока 25 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы подблока 25 поступают элементы матрицы KPS. На четвертые входы подблока 25 с предыдущего блока обработки сигнала 3₁₋₁ через второй блок задержки 5₁ поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Подблок 25 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и

формирует $\sum_{n=1}^N M_n J_n$ уточненных

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей. Рассмотрим, как

это осуществляется, подробнее (фиг.6).

На первые входы каждого вычитателя 28_n, где n = 1 - N, подблока 25 поступают комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n-го пользователя. На вторые входы вычитателя 28_n поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На третьи входы вычитателя 28_n поступают элементы матрицы KPS. На четвертые входы вычитателя 28_n поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Каждый вычитатель 28_n, где n = 1 - N, осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех соседних лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов n-го пользователя и формирует на выходе уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов n-го пользователя.

Вычитатель 28_n подблока 25 l-й итерации, где l = 2 - L, аналогичен вычитателю 18_n подблока 15 первой итерации (фиг.11). Узел 44_{jm} выделения сигнала j-го луча m-го информационного канала, используемый в вычитателях 28_{1-28_N} (фиг. 12), описан ранее. Подузел 46_{ik} формирования помехи сигнала i-го луча пилот-канала k-го пользователя сигналу q-го символа j-го луча m-го информационного канала n-го пользователя (фиг.13), где k = 1 - N, i = 1 - J_k, если k=n, i≠j, входящий в узел 44_{jm}, описан ранее.

Таким образом, все вычитатели 28_{1-28_N} формируют на выходах уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей.

С выходов

подблока 25 $\sum_{n=1}^N M_n J_n$ уточненных

комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей ("очищенных" от мешающего влияния пилот компонент, но еще не "очищенных" от мешающего влияния информационных компонент) поступают на третьи входы подблока 27 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга.

Далее рассмотрим более подробно работу подблока 26 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

На первые входы подблока 26 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы подблока 26 поступают элементы матрицы KSP. На третьи входы подблока 26 с предыдущего блока обработки сигнала 3₁₋₁ через второй блок задержки 5₁ поступают мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей. На четвертые входы подблока

26 с предыдущего блока обработки сигнала Z_{l-1} через второй блок задержки 5_l поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей. На пятые входы подблока 26 с выхода подблока 24 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Подблок 26 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и формирует на своих выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей l -й итерации.

На первые входы коммутатора 30 подблока 26 блока Z_l обработки сигнала с предыдущего блока Z_{l-1} обработки сигнала через второй блок задержки 5_l поступают мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей. На вторые входы коммутатора 30 подблока 26 поступают элементы матрицы KSP . На третьи входы коммутатора 30 с предыдущего блока Z_{l-1} обработки сигнала через второй блок задержки 5_l поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей. На четвертые входы коммутатора 30 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1.

Коммутатор 30 формирует

$$\sum_{n=1}^N J_n$$

оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

Коммутатор 30 подблока 26 l -й итерации, l принимает целые значения от 2 до L , аналогичен коммутатору 21 подблока 16 первой итерации (фиг.14). Узел 51_{jn} коммутации сигнала j -го луча n -го пользователя, входящий в коммутатор 30 (фиг. 15), был описан ранее. Подузел 53_{imk} формирования помехи сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча пилот-канала n -го пользователя (фиг.16), где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, $m = 1 - M_k$, если $k=n, i \neq j$, входящий в узел 51_{jn} коммутатора 30, был описан ранее.

Сформированные в коммутаторе 30 оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей поступают на первые входы вычитателя 29. На вторые входы вычитателя 29 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с подблока 24.

Вычитатель 29 подблока 26 формирует оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

Вычитатель 29 подблока 26 l -й итерации, где $l = 2 - L$, аналогичен вычитателю 20 подблока 16 первой итерации (фиг.17).

С выходов подблока 26 оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей поступают на четвертые входы подблока 27 компенсации мешающего

влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и на вторые выходы каждого блока Z_l обработки сигнала, за исключением последнего, где $l = 2 - L - 1$.

5 Далее рассмотрим более подробно работу подблока 27 компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга.

10 На первые входы подблока 27 (фиг.6) поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы подблока 27 поступают элементы матрицы KSS . На третьи входы подблока 27 поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей с подблока 25. На четвертые входы подблока 27 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей с подблока 26.

20 Подблок 27 осуществляет компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и формирует на выходе

$$\sum_{n=1}^N M_n$$

25 информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей l -й итерации.

На первые входы контроллера 31 подблока 27 поступают управляющие сигналы с блока демодуляции 1. На вторые входы контроллера 31 со вторых выходов узлов $3Z_1 - 3Z_{P_1}$ компенсации мешающего влияния

35 сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга поступают информационные сигналы, содержащие сведения об информационных каналах пользователей и соответствующих им мягких решениях об информационных параметрах.

40 С первых выходов контроллера 31 на четвертые входы узлов $3Z_1 - 3Z_{P_1}$ поступают

управляющие сигналы. На вторых выходах контроллер 31 формирует

$$\sum_{n=1}^N M_n$$

45 решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей l -й итерации.

На вторые входы

50 узлов $3Z_1 - 3Z_{P_1}$ поступают элементы

матрицы KSS .

55 На третьи входы узлов $3Z_1 - 3Z_{P_1}$ с

подблока 26 поступают оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей.

60 На первые входы первого узла $3Z_1$ поступают уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей с подблока 25.

Каждый узел $3Z_p$, где $p = 1 - P_l$, реализует один этап компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга.

На первых выходах каждого узла 32_p , кроме последнего, формируются комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей p -го этапа, которые поступают на первые входы каждого последующего узла 32_{p+1} , где $p = 1 - P_1 - 1$.

Узлы $32_1 - 32_{P_1}$ l -го блока 3_1 обработки сигнала, где $l = 2 - L$, выполнены аналогично узлам $23_1 - 23_{P_1}$ первого блока 3_1 обработки

сигнала (фиг.18). Подузел 62 объединения и выбора мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей (фиг.19) и коммутатор 64 (фиг. 20), входящие в

узлы $32_1 - 32_{P_1}$, описаны ранее. Подузел

68_{jm} формирования помехи сигнала j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя (фиг. 21), входящий в коммутатор 64, описан ранее. Элемент 71_{ikm} формирования помехи сигнала i -го луча m -го информационного канала k -го пользователя сигналу q -го символа j -го луча g -го информационного канала n -го пользователя, где $k = 1 - N$, $i = 1 - J_k$, $m = 1 - M_k$, если $k=n, i=j$ (фиг.22), входящий в подузел 68_{jm}, описан ранее.

Заявляемый способ приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов по сравнению с известными техническими решениями в данной области техники позволяет с максимальной точностью осуществить прием многолучевых сигналов каждого пользователя, что повышает помехоустойчивость и увеличивает емкость сотовых систем радиосвязи с кодовым разделением каналов.

Формула изобретения:

1. Способ приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов, при котором входной сигнал базовой станции представляет собой аддитивную смесь сигналов пользователей и шума, причем сигнал каждого пользователя, состоящий из совокупности независимо федингующих сигналов лучей, содержит пилот-компоненту и информационные компоненты, принимаемые по соответствующим пилот- и информационным каналам, количество информационных каналов у каждого пользователя и скорости передачи данных в информационных каналах пользователей могут быть различными, заключающийся в том, что формируют мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей друг на друга, для чего осуществляют поиск сигнала, выделяя из обнаруженных сигналов лучей каждого пользователя лучи, сигналы которых максимальны по мощности, формируют комплексные корреляционные отклики сигналов всех выделенных лучей информационных каналов всех пользователей, формируют комплексные

корреляционные отклики сигналов всех выделенных лучей пилот-каналов всех пользователей, осуществляют накопление комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя на соответствующем интервале накопления, образуя усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, осуществляют задержку сформированных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей и всех сформированных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей таким образом, чтобы при компенсации их мешающего влияния друг на друга оценки этого мешающего влияния были сформированы, мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей формируют последовательно в L итераций, где L - целое число, больше или равно 1, причем на каждой итерации формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и компенсируют это мешающее влияние в усредненных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, образуя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и компенсируют это мешающее влияние в комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, образуя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и компенсируют это мешающее влияние уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, образуя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, формируют мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, последовательно за P_1 этапов, компенсируя мешающее влияние сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, где $l = 1 - L$, l - номер итерации, при этом на p -м этапе, где $p = 1 - P_1$, объединяют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $p = 1$ или комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ($p-1$)-го этапа при $p > 1$, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов

информационных каналов пользователей r -го этапа, из сформированных мягких решений выбирают K_p максимальных по модулю, которые являются окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей данной итерации, формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, по которым окончательно принятое решение к данному этапу еще не принято, компенсируют это мешающее влияние в оставшихся уточненных комплексных корреляционных откликах сигналов всех лучей информационных каналов пользователей $(p-1)$ -го этапа при $p > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей R_1 -м этапе объединяют комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей R_1 -го этапа, по которым не принято окончательное решение, используя оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей, образуя мягкие решения об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей R_1 -го этапа, которые вместе с окончательными мягкими решениями об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей предыдущих этапов представляют собой окончательные мягкие решения об информационных параметрах данной итерации, полученные мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей и оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей текущей итерации, за исключением последней, задержанные на время выполнения итерации, используют для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей и оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей следующей итерации, на первой итерации для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга используют усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей используют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех

пользователей, для формирования оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей используют уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот- и информационных каналов всех пользователей, мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей последней итерации являются выходными сигналами для принятия решения.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что интервал накопления комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого пользователя выбирают равным интервалу стационарности канала связи, но не более удвоенного допустимого времени задержки обработки сигнала.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга формируют элементы матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей формируют элементы матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей формируют элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при формировании оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга формируют элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

7. Способ по п. 1 или 3, отличающийся тем, что оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга для первой итерации формируют путем взвешенного суммирования усредненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, а для последующих итераций - путем взвешенного суммирования оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей предыдущей итерации с

весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

8. Способ по п. 1 или 7, отличающийся тем, что компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга осуществляют путем вычитания сформированных оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга из усредненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

9. Способ по п. 1 или 4, отличающийся тем, что оценки мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей для первой итерации формируют путем взвешенного суммирования уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей, а для последующих итераций - путем взвешенного суммирования оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей предыдущей итерации с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

10. Способ по п. 1 или 9, отличающийся тем, что компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей осуществляют путем вычитания сформированных оценок мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей из комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей.

11. Способ по п. 1 или 5, отличающийся тем, что оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей для первой итерации формируют путем объединения уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя, используя уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-канала каждого пользователя, образуя промежуточные мягкие решения об информационных параметрах сигналов каждого информационного канала каждого пользователя, формирования оценок информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем сравнения промежуточных мягких решений об информационных параметрах сигналов каждого информационного канала каждого

пользователя с заданными порогами и взвешенного суммирования произведений уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на оценки информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей, а для последующих итераций - путем формирования оценок информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей путем сравнения мягких решений об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей предыдущей итерации с заданными порогами и взвешенного суммирования произведений оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей предыдущей итерации на оценки информационных параметров сигналов всех информационных каналов всех пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей.

12. Способ по п. 1 или 11, отличающийся тем, что компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей осуществляют путем вычитания оценок мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей из уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей.

13. Способ по п. 1 или 5, отличающийся тем, что формируют оценки мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, на оставшиеся информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято, получая оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям, путем сравнения окончательных мягких решений об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей данной итерации с заданными порогами и осуществляя взвешенное суммирование произведений оценок комплексных огибающих сигналов всех лучей пользователей текущей итерации на оценки информационных параметров сигналов информационных каналов пользователей с весами, определяемыми элементами матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом.

14. Способ по п. 1 или 13, отличающийся тем, что компенсацию мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей, соответствующих выбранным мягким решениям об информационных параметрах сигналов информационных каналов пользователей, на оставшиеся информационные компоненты сигналов всех лучей пользователей, по которым окончательное решение к данному этапу еще не принято, осуществляют путем вычитания полученных оценок этого мешающего влияния из оставшихся уточненных комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей каждого информационного канала каждого пользователя при $\rho = 1$ или из оставшихся комплексных корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ($\rho-1$)-го этапа, при $\rho > 1$, формируя комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов пользователей ρ -го этапа.

15. Способ по п. 3, или 4, или 5, или 6, отличающийся тем, что при выполнении текущей l -й итерации, где $l > 1$, сформированные элементы матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей и элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом задерживают на время выполнения предыдущих итераций.

16. Устройство приема многолучевых сигналов в системе радиосвязи с кодовым разделением каналов, содержащее блок демодуляции, формирующий на первых выходах задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах - задержанные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, на третьих выходах - управляющие сигналы, на четвертых выходах - элементы матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей и элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, накопитель комплексных корреляционных откликов сигналов каждого луча пилот-канала каждого

пользователя, формирующий на выходах усредненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, $L-1$ первых блоков задержки, $L-1$ вторых блоков задержки и L блоков обработки сигнала, формирующих на первых выходах в каждом из них мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, на вторых выходах в каждом из них, кроме последнего L -го блока обработки сигнала, - оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, причем первый блок обработки сигнала обеспечивает реализацию первой итерации способа, последующие блоки обработки сигнала вместе с соответствующими первыми и вторыми блоками задержки обеспечивают реализацию последующих итераций способа, вход блока демодуляции является сигнальным входом устройства, первые выходы блока демодуляции соединены с первыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки, вторые выходы блока демодуляции соединены со входами накопителя, выходы которого соединены со вторыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала через соответствующие им первые блоки задержки и все предыдущие первые блоки задержки, первые и вторые выходы предыдущего первого блока задержки соединены с первыми и вторыми входами последующего первого блока задержки, третьи выходы блока демодуляции - с третьими входами L блоков обработки сигнала, четвертые выходы блока демодуляции - с четвертыми входами L блоков обработки сигнала, причем с первым блоком обработки сигнала непосредственно, а с остальными блоками обработки сигнала через соответствующие им вторые блоки задержки и все предыдущие вторые блоки задержки, первые выходы предыдущего второго блока задержки соединены с четвертыми входами соответствующего ему блока обработки сигнала и с первыми входами последующего второго блока задержки, первые и вторые выходы предыдущего блока обработки сигнала - с пятыми и шестыми входами последующего блока обработки сигнала через соответствующий этому последующему блоку обработки сигнала второй блок задержки, вторые и третьи входы второго блока задержки - с первыми и вторыми выходами предыдущего блока обработки сигнала, а вторые и третьи выходы второго блока задержки - с пятым и шестым входами соответствующего блока обработки сигнала, выходы последнего L -го блока обработки сигнала - мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей - являются выходами устройства, каждый блок обработки сигнала содержит подблок компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, подблок

всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, вторыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей и вторыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, пятые входы образованы третьими входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга и четвертыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, четвертыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей друг на друга, формирующего на этих выходах уточненные комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей, соединены с пятыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей пилот-каналов всех пользователей на сигналы всех лучей информационных каналов всех пользователей, соединены с третьими входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей на сигналы всех лучей пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах оценки комплексных огибающих сигналов всех лучей всех пользователей, соединены с четвертыми входами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга и являются для каждого блока обработки сигнала, за исключением последнего L-го блока обработки сигнала, вторыми выходами, выходы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, формирующего на этих выходах мягкие решения об информационных параметрах сигналов всех информационных каналов всех пользователей, являются первыми выходами

блока обработки сигнала, выходы последнего L-го блока обработки сигнала являются выходами устройства.

17. Устройство по п. 16, отличающееся тем, что блок демодуляции содержит приемник поиска, корреляторы для сигнала каждого луча каждого пользователя, подблок задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, контроллер и формирователь элементов матриц взаимной корреляции, при этом первые входы корреляторов и приемника поиска объединены, образуя сигнальный вход блока демодуляции, вторые входы корреляторов и приемника поиска соединены соответственно с первыми и вторыми управляющими выходами контроллера, первые выходы каждого коррелятора и приемника поиска соединены соответственно с первым и вторым входами контроллера, вторые выходы корреляторов соединены с первыми входами подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, вторые входы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей соединены с третьими управляющими выходами контроллера, первые выходы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах комплексные корреляционные отклики сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей, являются первыми выходами блока демодуляции, вторые выходы подблока задержки и группирования корреляционных откликов сигналов всех лучей информационных и пилот-каналов всех пользователей, формирующего на этих выходах элементы матрицы взаимной корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей, элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей с ПСП пилот-компонент сигналов всех лучей всех пользователей и элементы матрицы взаимной корреляции ПСП информационных компонент сигналов всех лучей всех пользователей друг с другом, являются четвертыми выходами блока демодуляции.

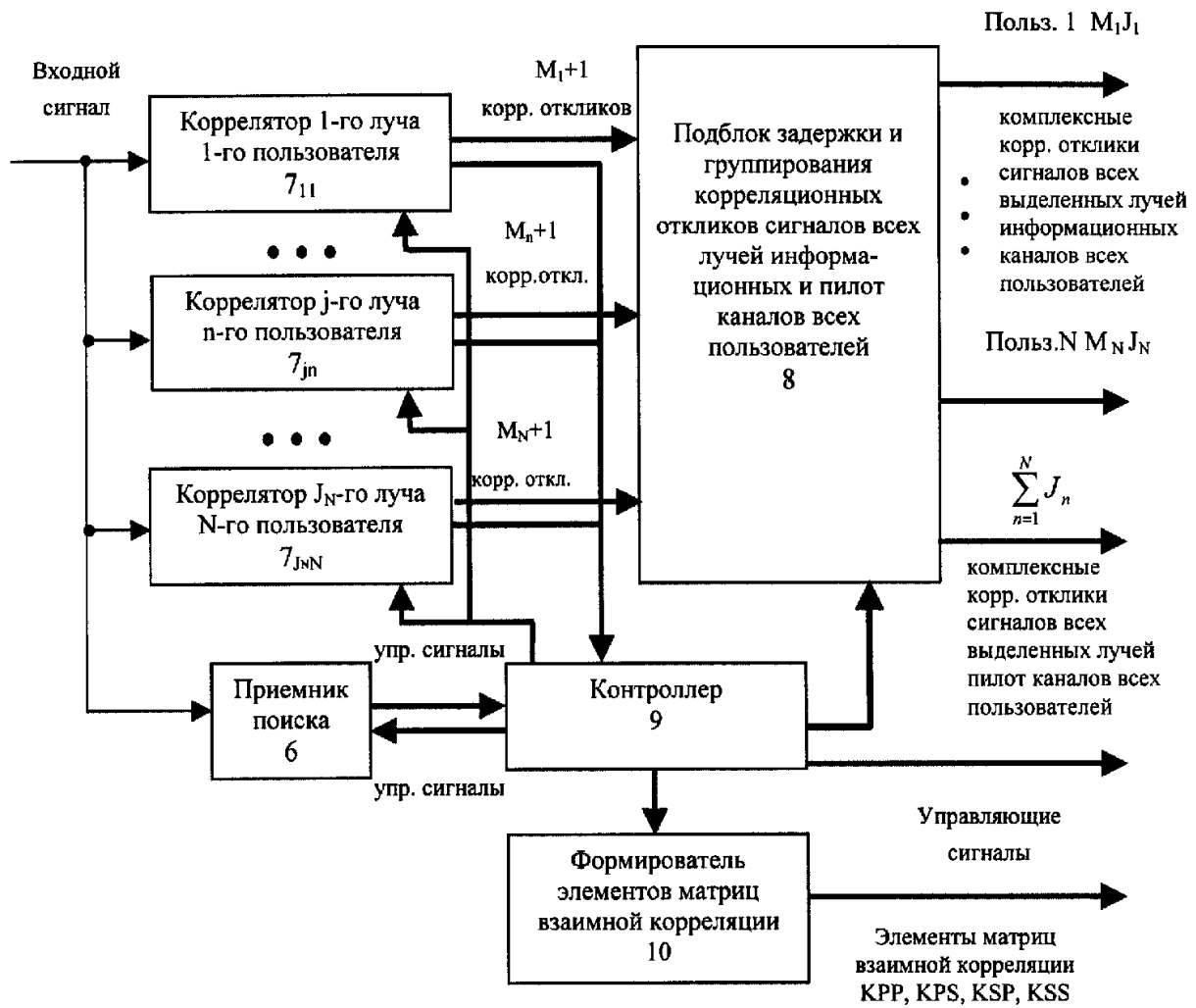
18. Устройство по п. 16, отличающееся тем, что подблок компенсации мешающего

влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга блока обработки сигнала для заявляемого устройства содержит контроллер на P_l последовательно соединенных узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, где $l = 1 - L$, причем первые выходы предыдущего узла компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, первые входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы первыми входами контроллера, вторые входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы вторыми входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов

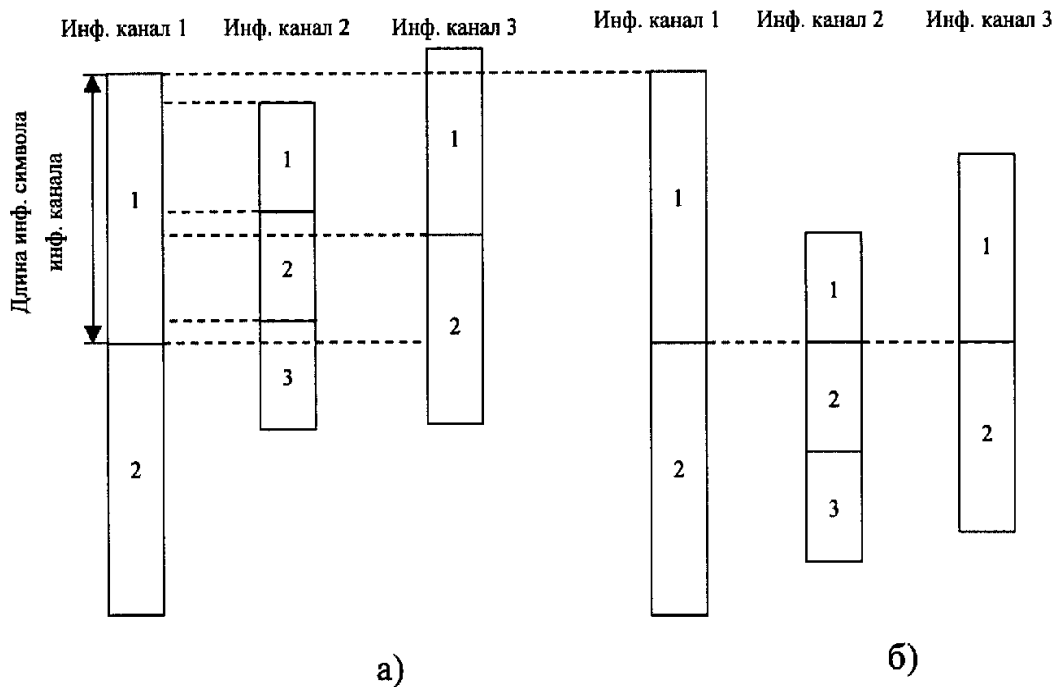
5
10
15
20
25

пользователей друг на друга, третьи входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы первыми входами первого узла компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, четвертые входы подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга образованы третьими входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, первые выходы контроллера соединены с четвертыми входами узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга, вторые выходы контроллера являются выходами подблока компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов всех пользователей друг на друга, вторые выходы узлов компенсации мешающего влияния сигналов всех лучей информационных каналов пользователей друг на друга соединены со вторыми входами контроллера.

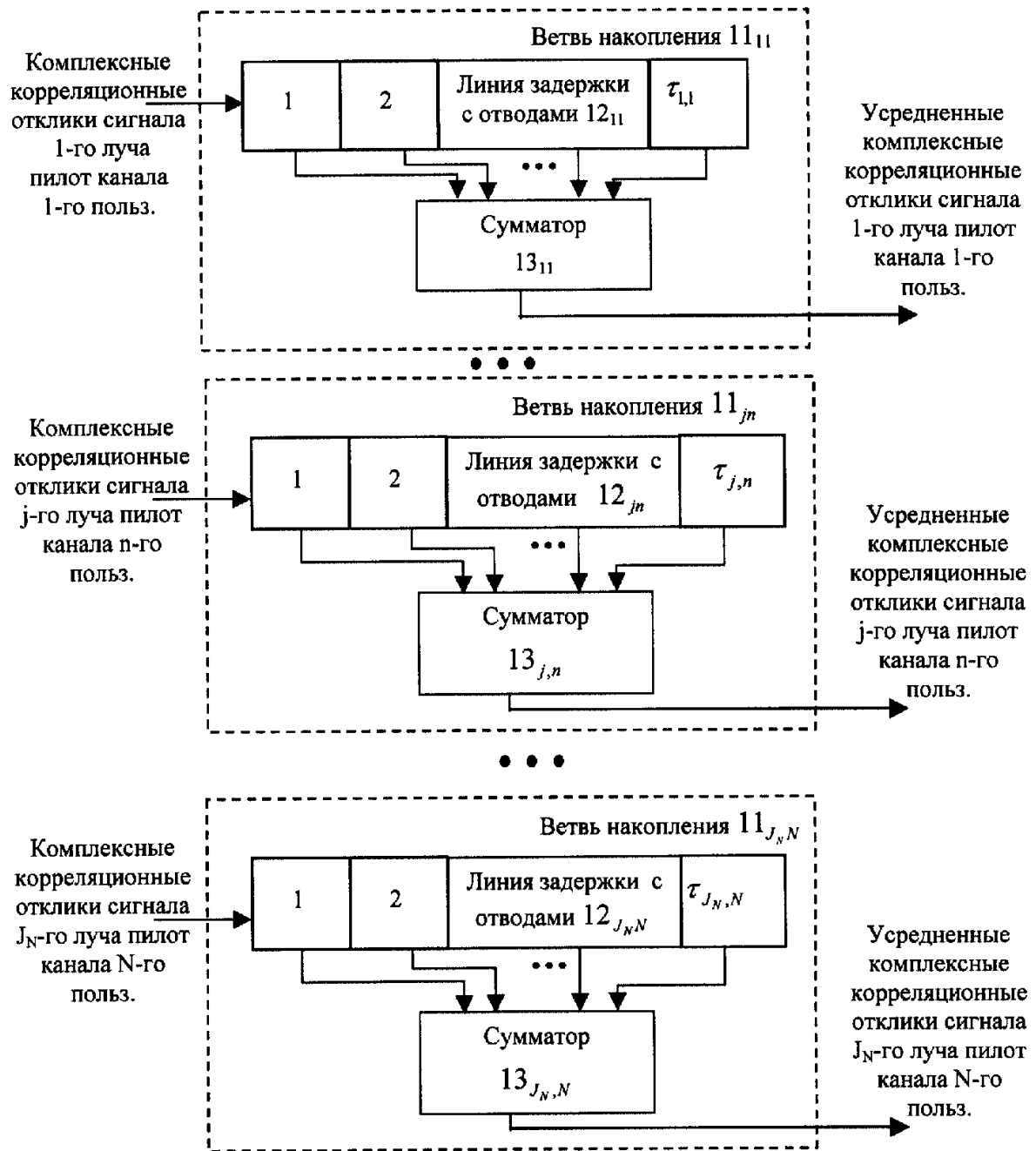
30
35
40
45
50
55
60



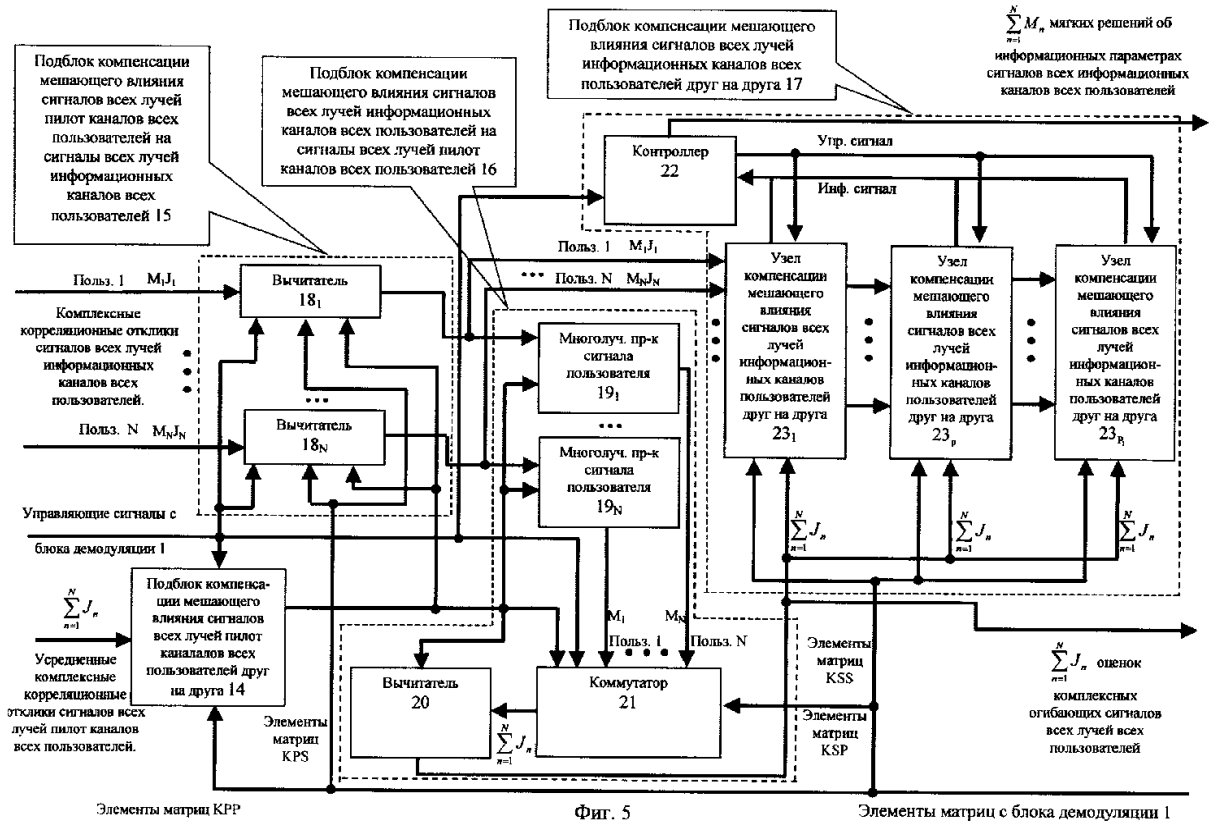
Фиг. 2



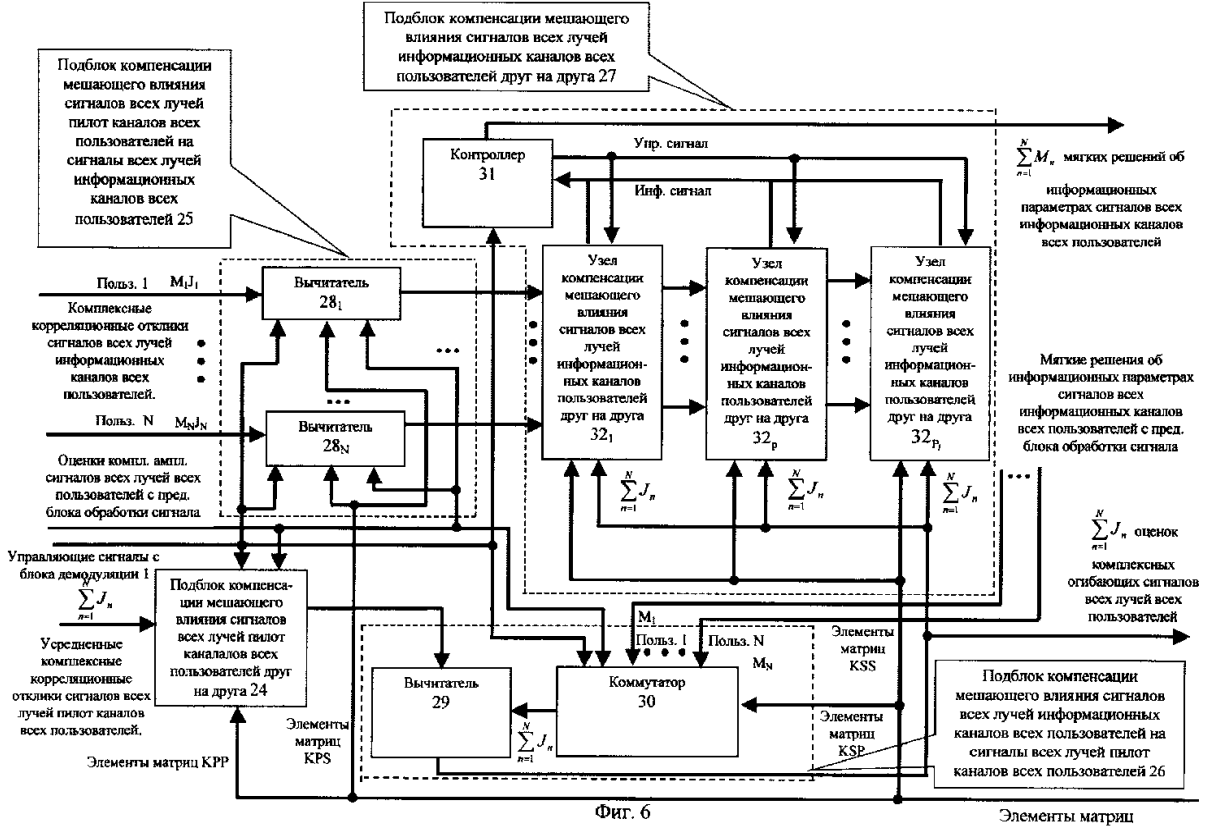
Фиг. 3



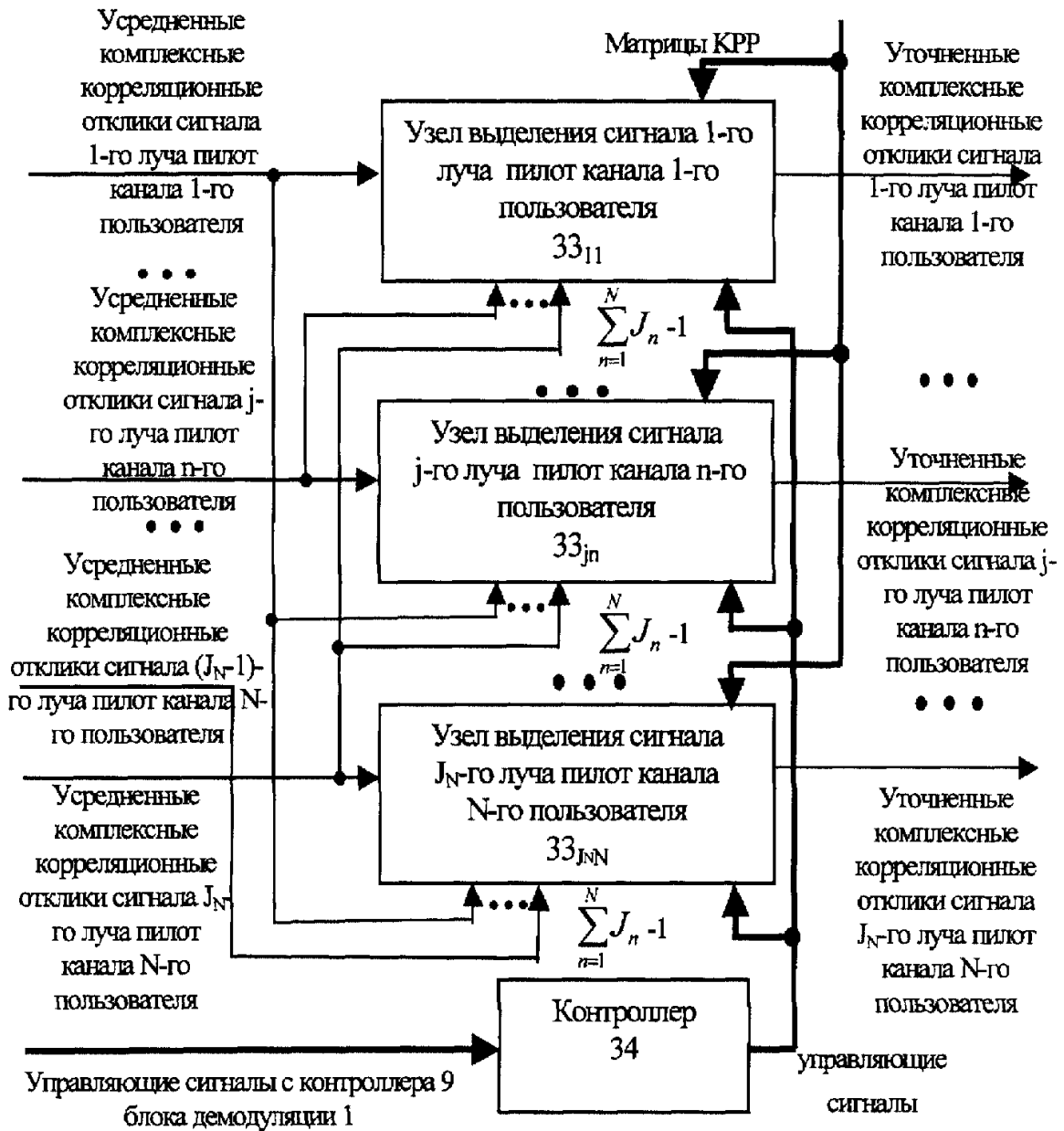
Фиг. 4



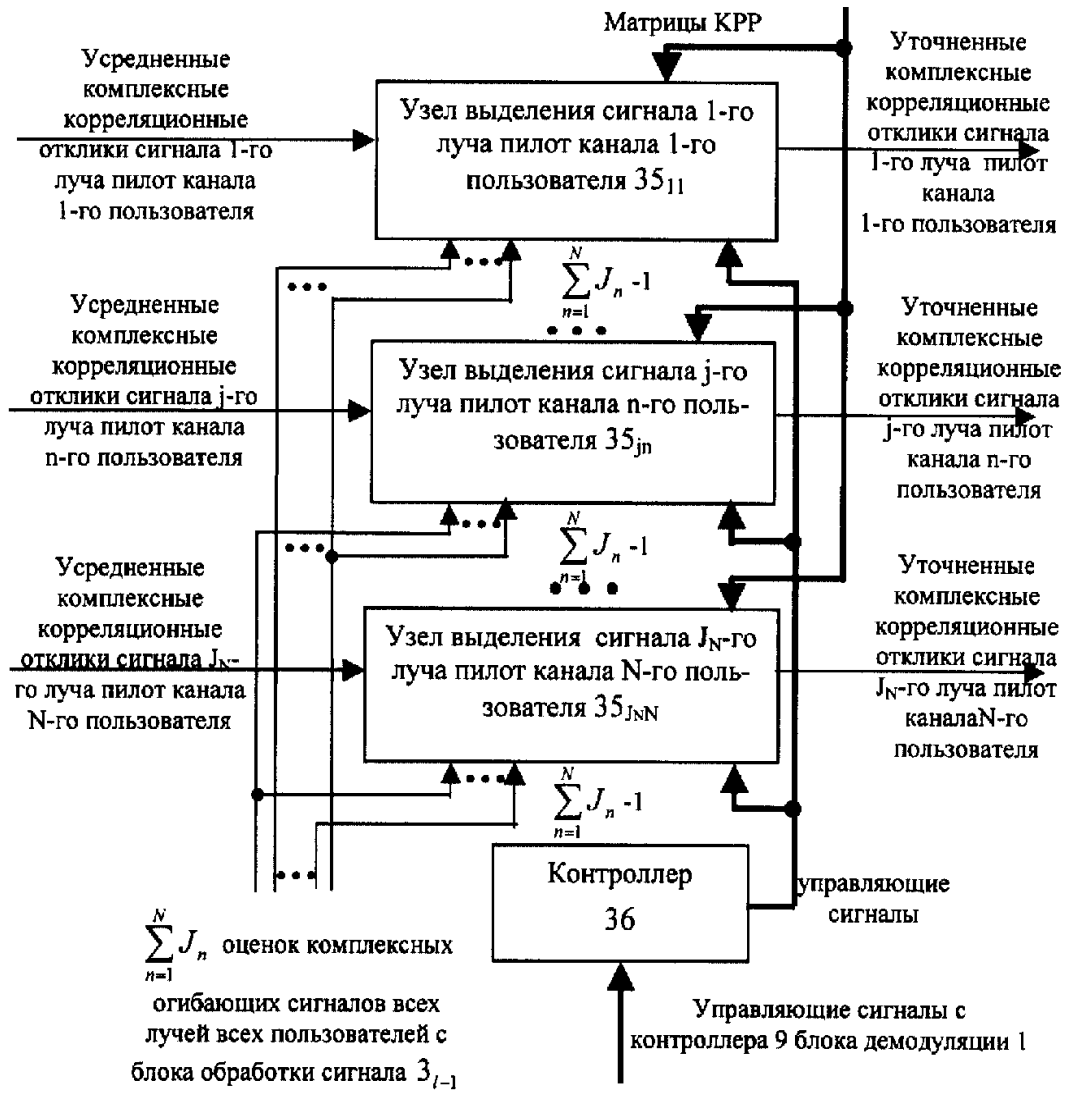
Фиг. 5



Фиг. 6



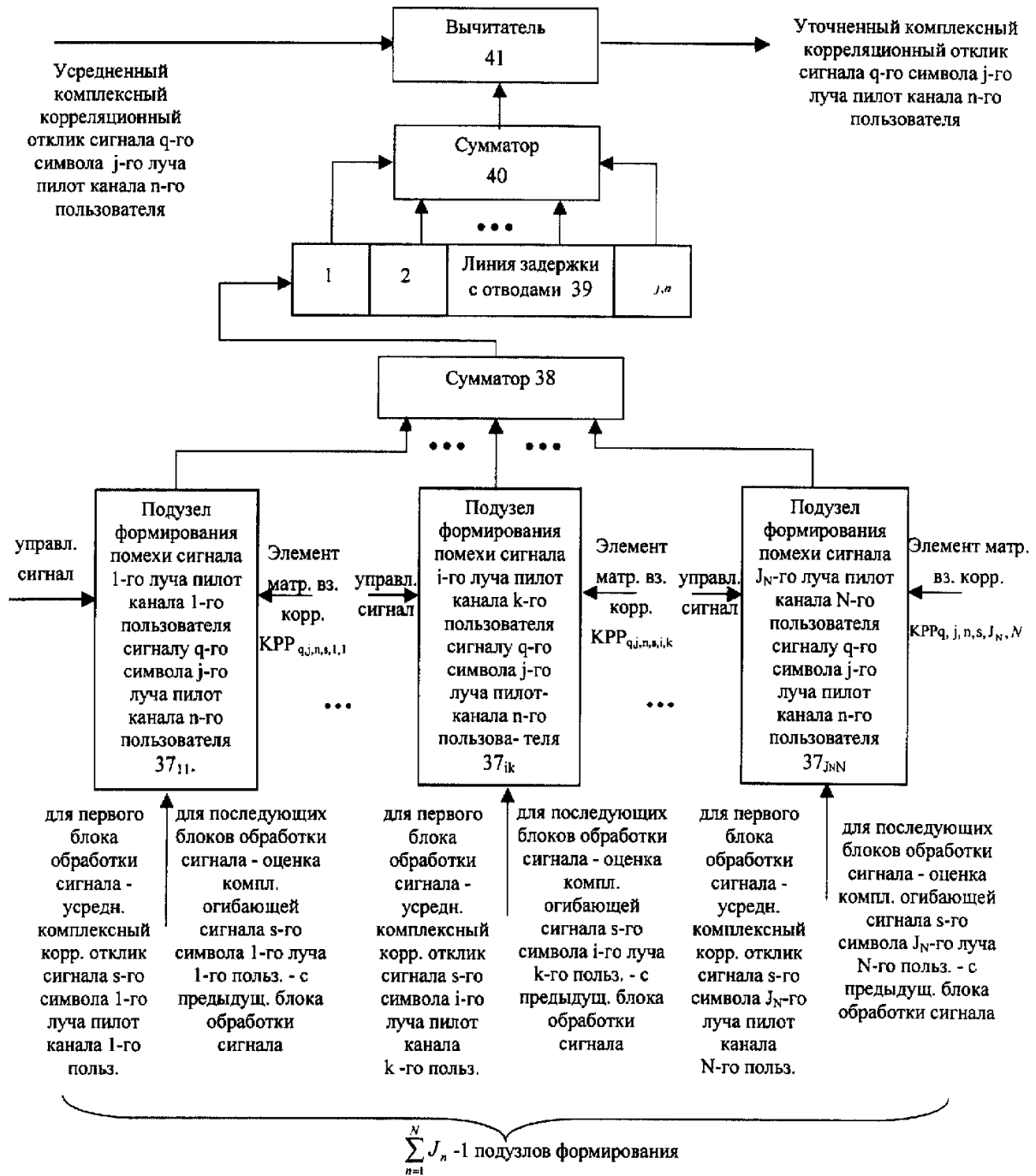
Фиг. 7



Фиг. 8

RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2



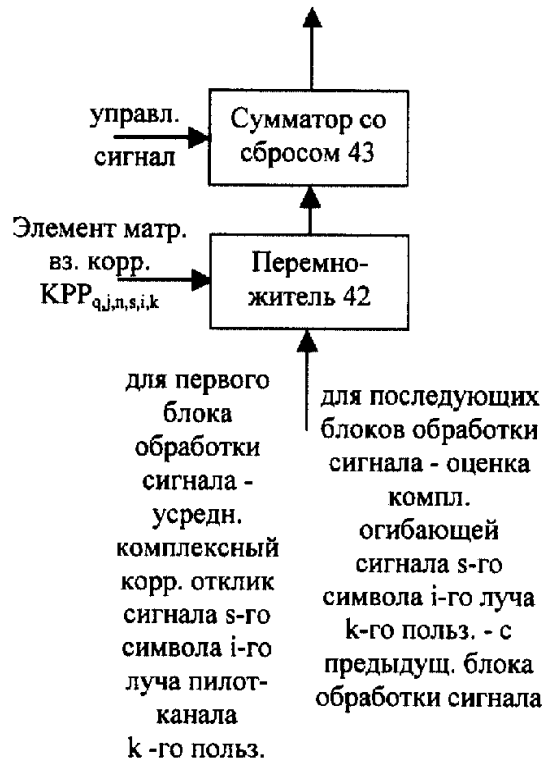
$k = \overline{1, N}, i = \overline{1, J_k}$, если $k = n, i \neq j, s = \overline{1, S_{q,j,n,i,k}}$, где $S_{q,j,n,i,k}$

- кол-во элементов matr. вз. корр. на интервале q-го символа j-го луча пилот канала n-го пользователя

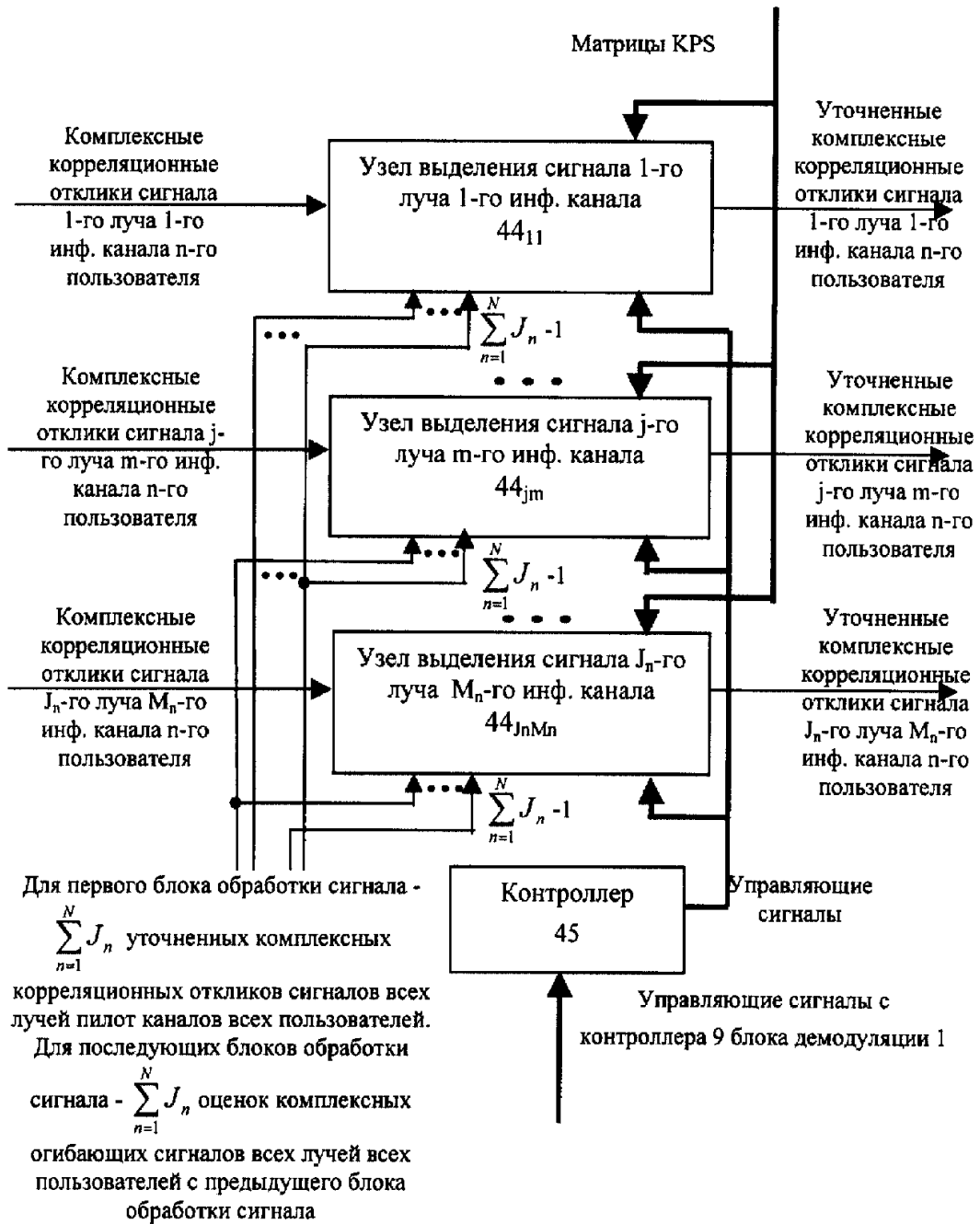
Фиг. 9

RU 2192709 C2

RU 2192709 C2



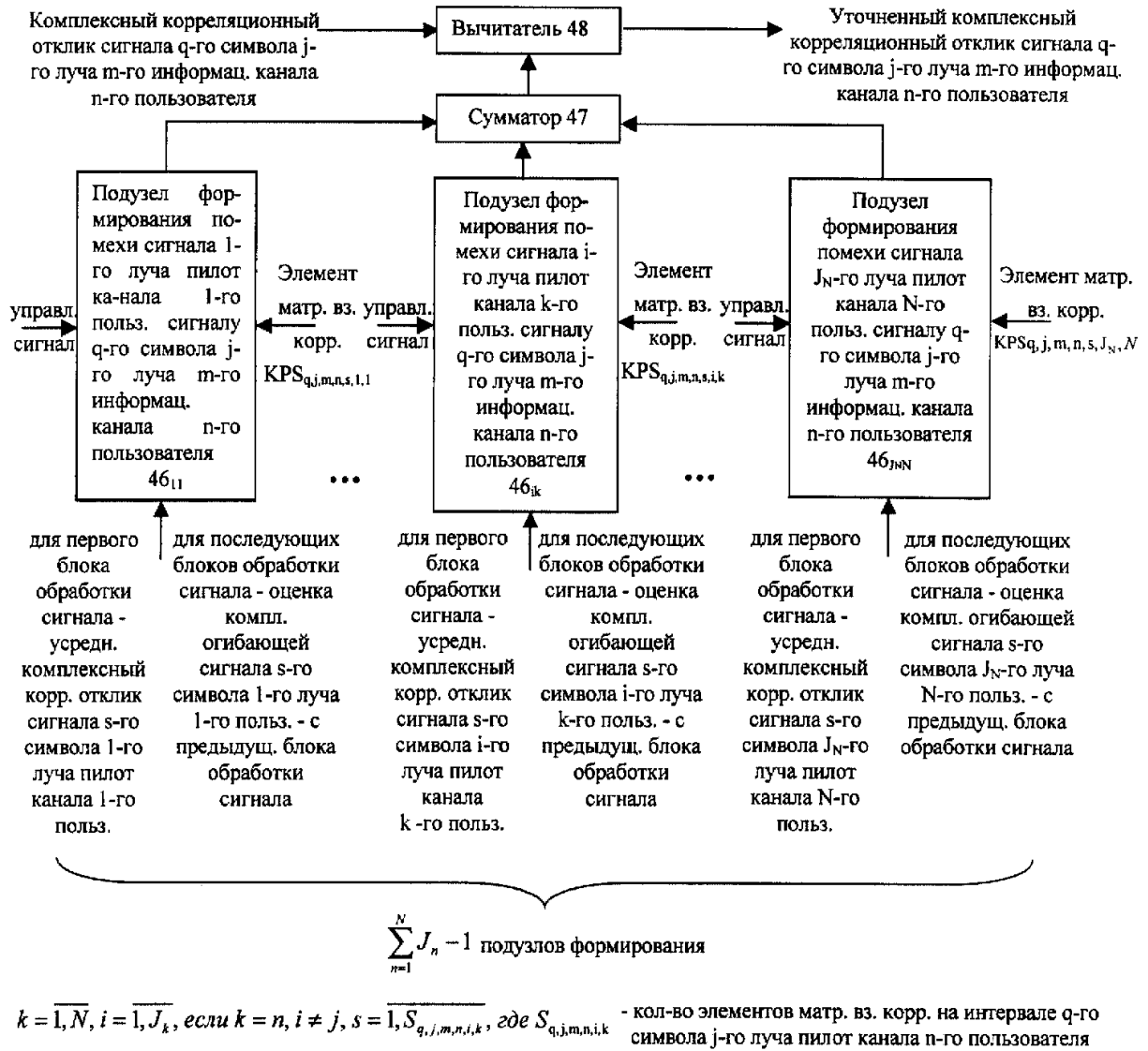
Фиг. 10



Фиг. 11

RU 2192709 C2

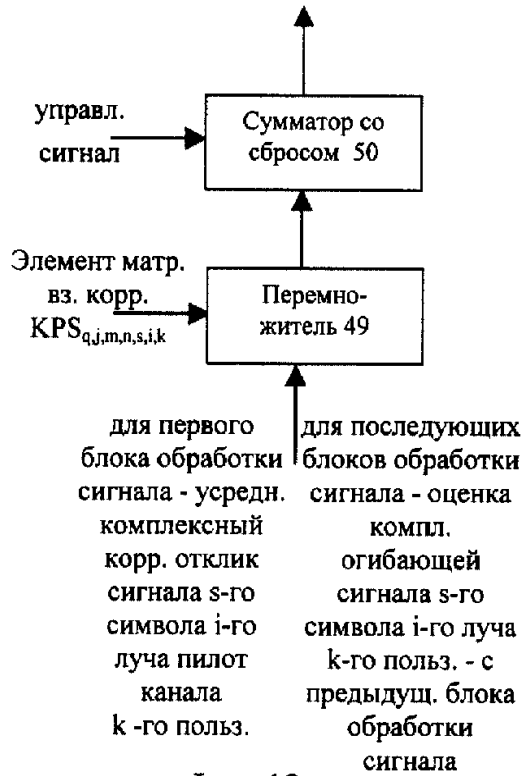
RU 2192709 C2



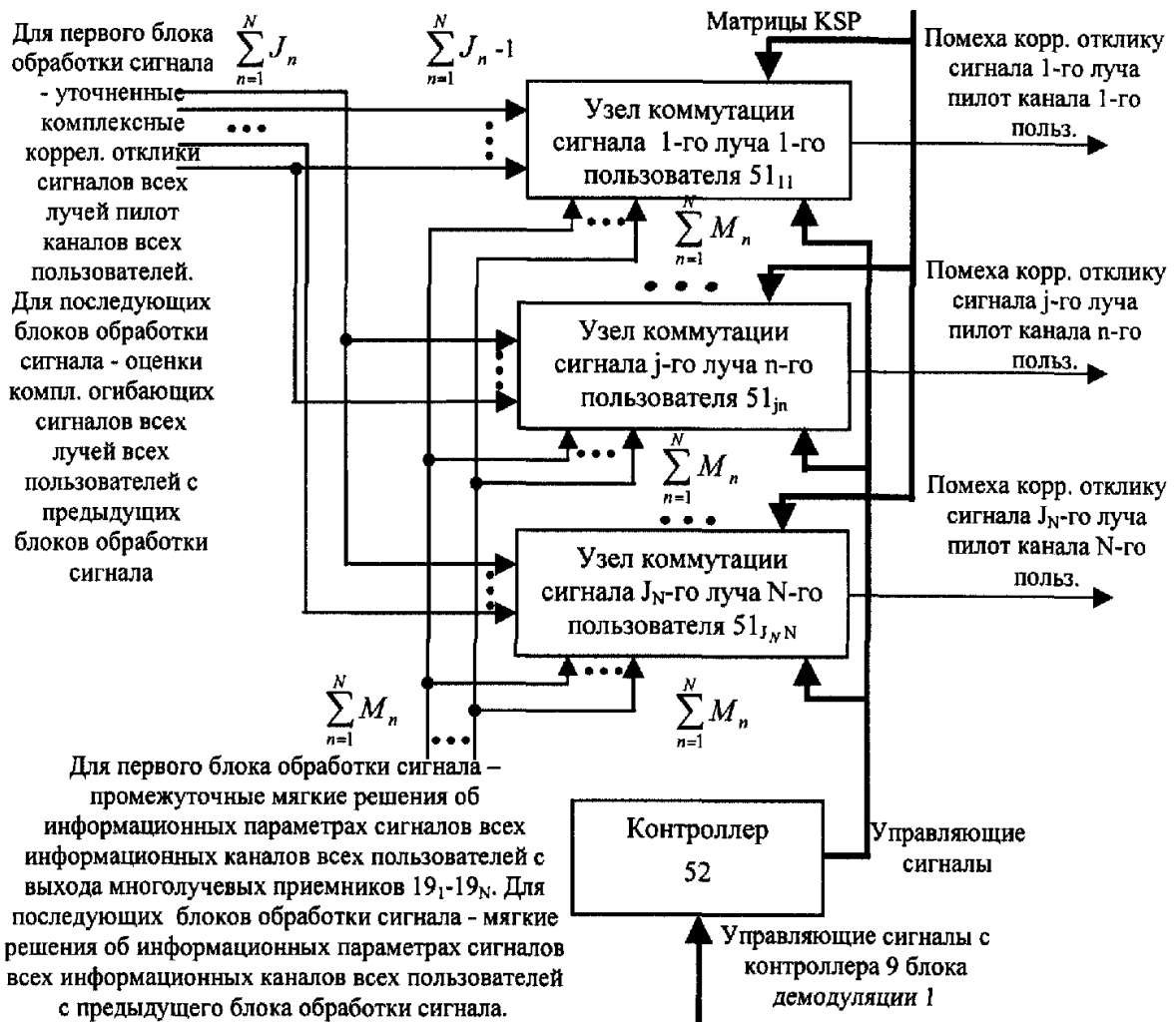
Фиг. 12

RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

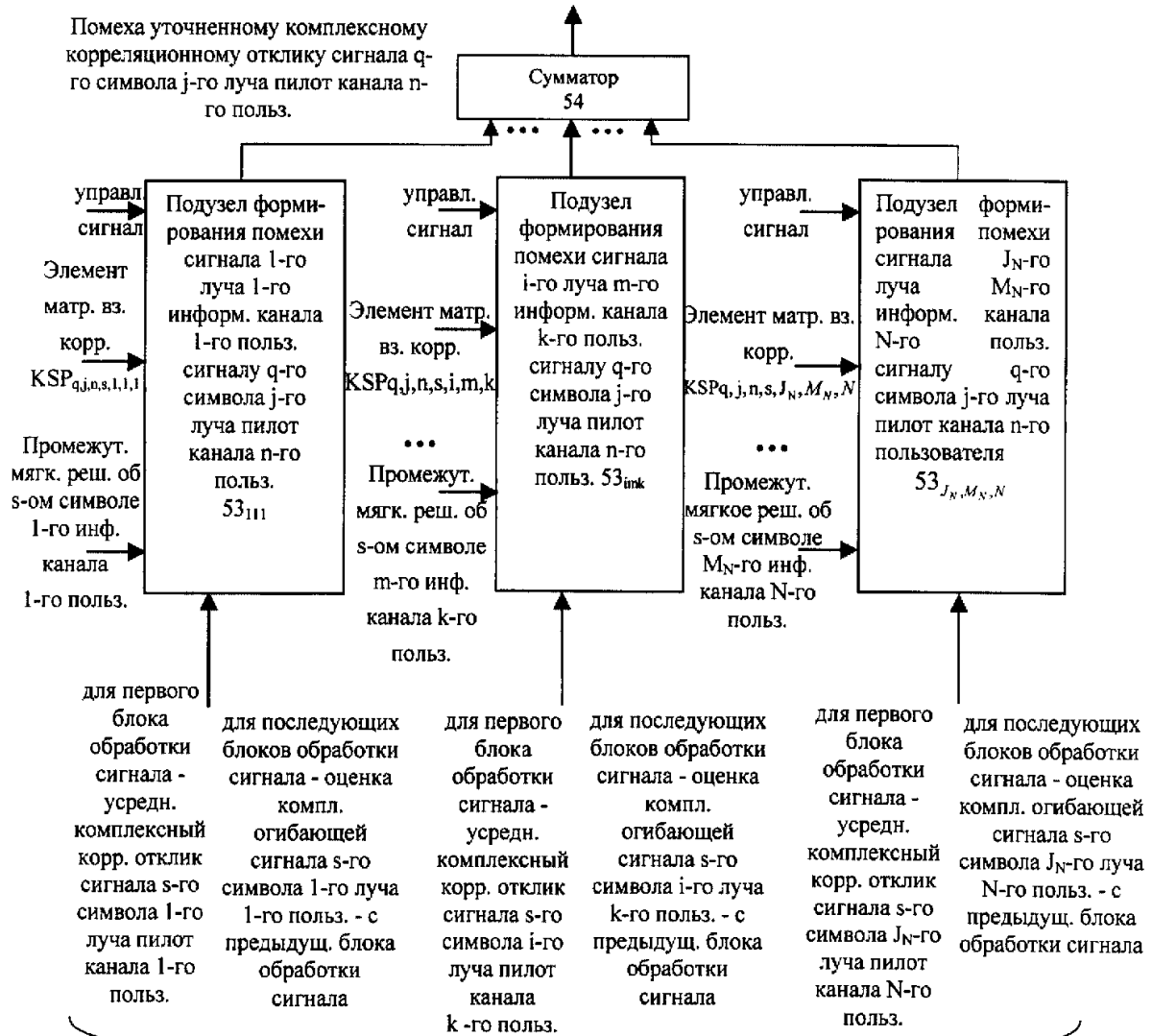
RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2



Фиг. 13



Фиг. 14



$$\left(\sum_{n=1}^N J_n M_n \right) - M_k \text{ подузлов}$$

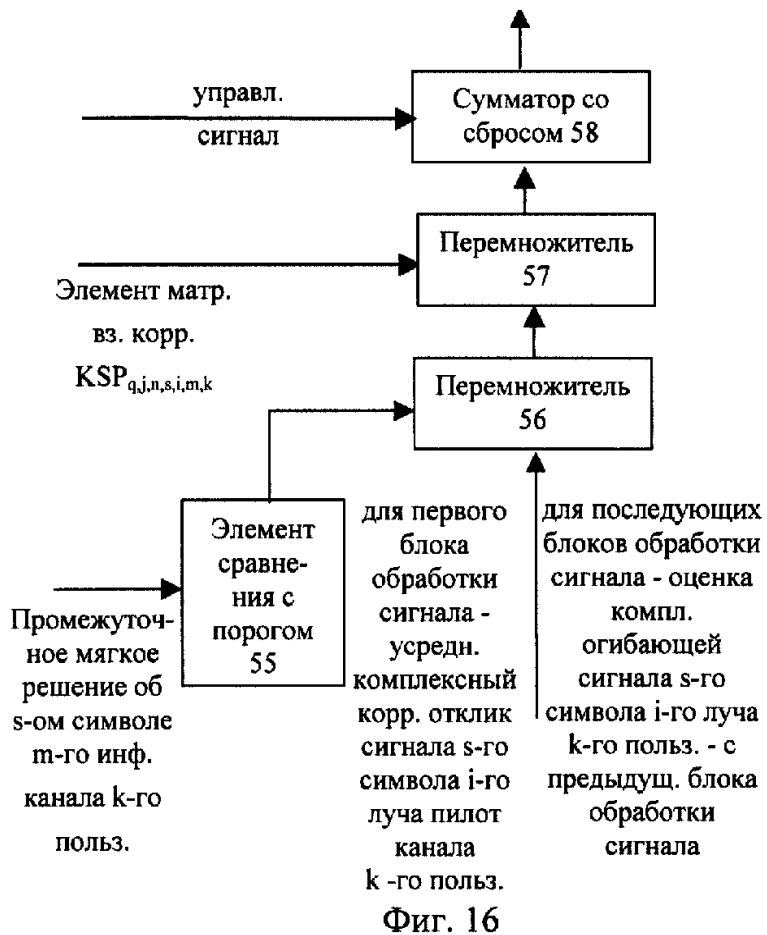
$$k = \overline{1, N}, i = \overline{1, J_k}, m = \overline{1, M_k}, \text{ если } k = n, i \neq j, s = \overline{1, S_{q,j,n,i,m,k}}, \varepsilon \in S_{q,j,n,i,m,k}$$

- кол-во элементов matr. вз. корр. на интервале q-го символа сигнала j-го луча пилот канала n-го пользователя

Фиг. 15

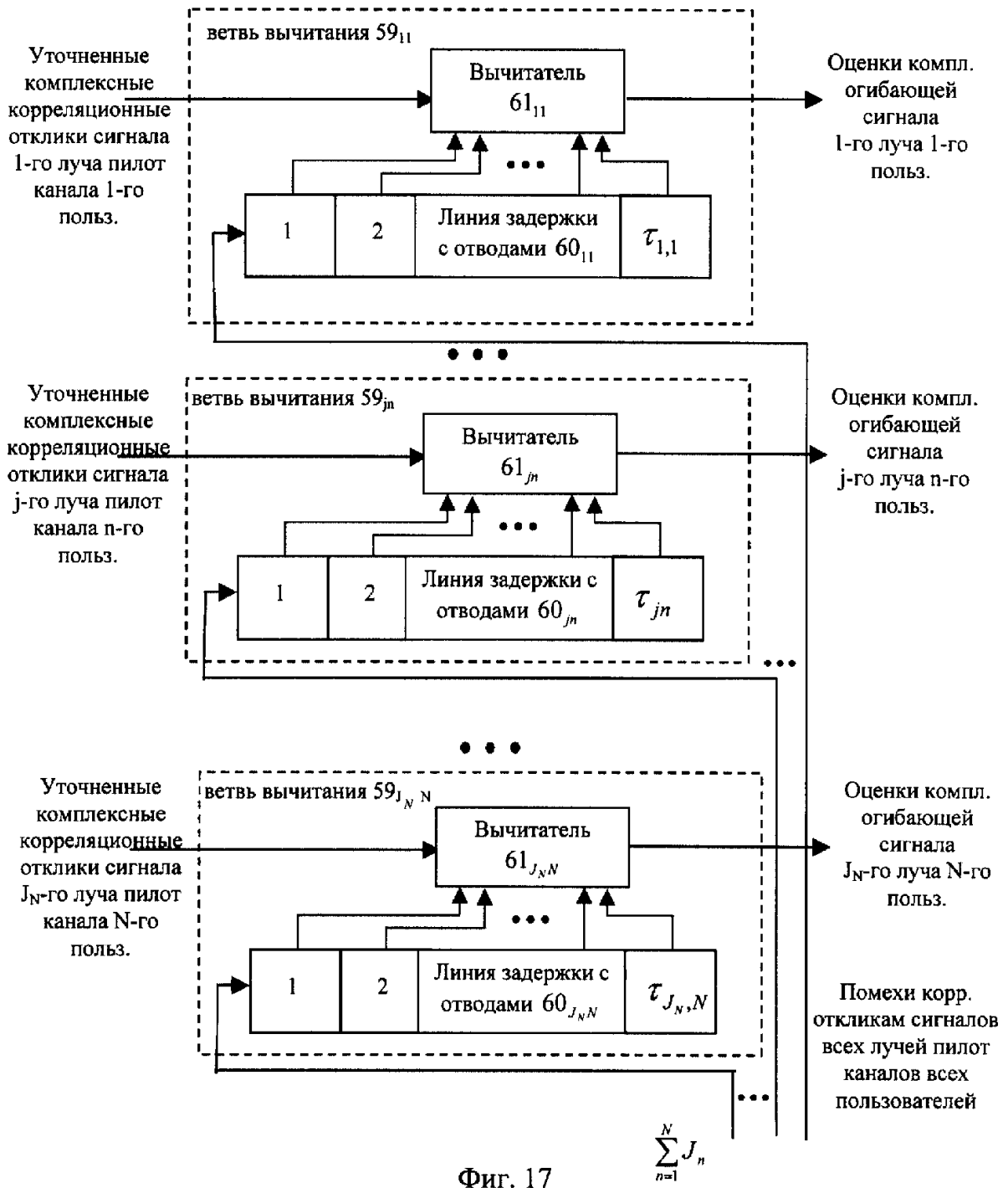
RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

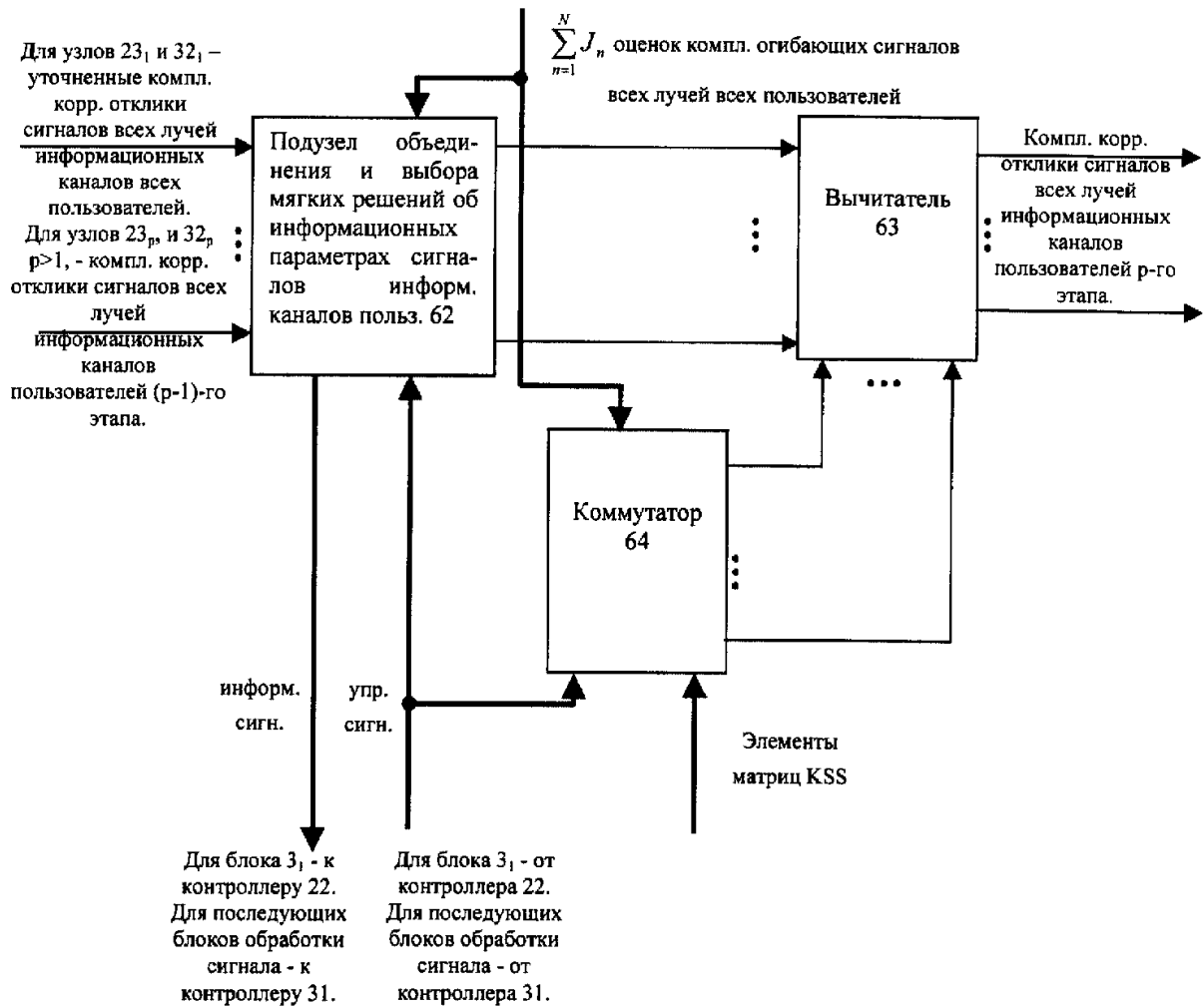
RU ? 1 9 2 7 0 9 C 2



RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

RU ? 1 9 2 7 0 9 C 2

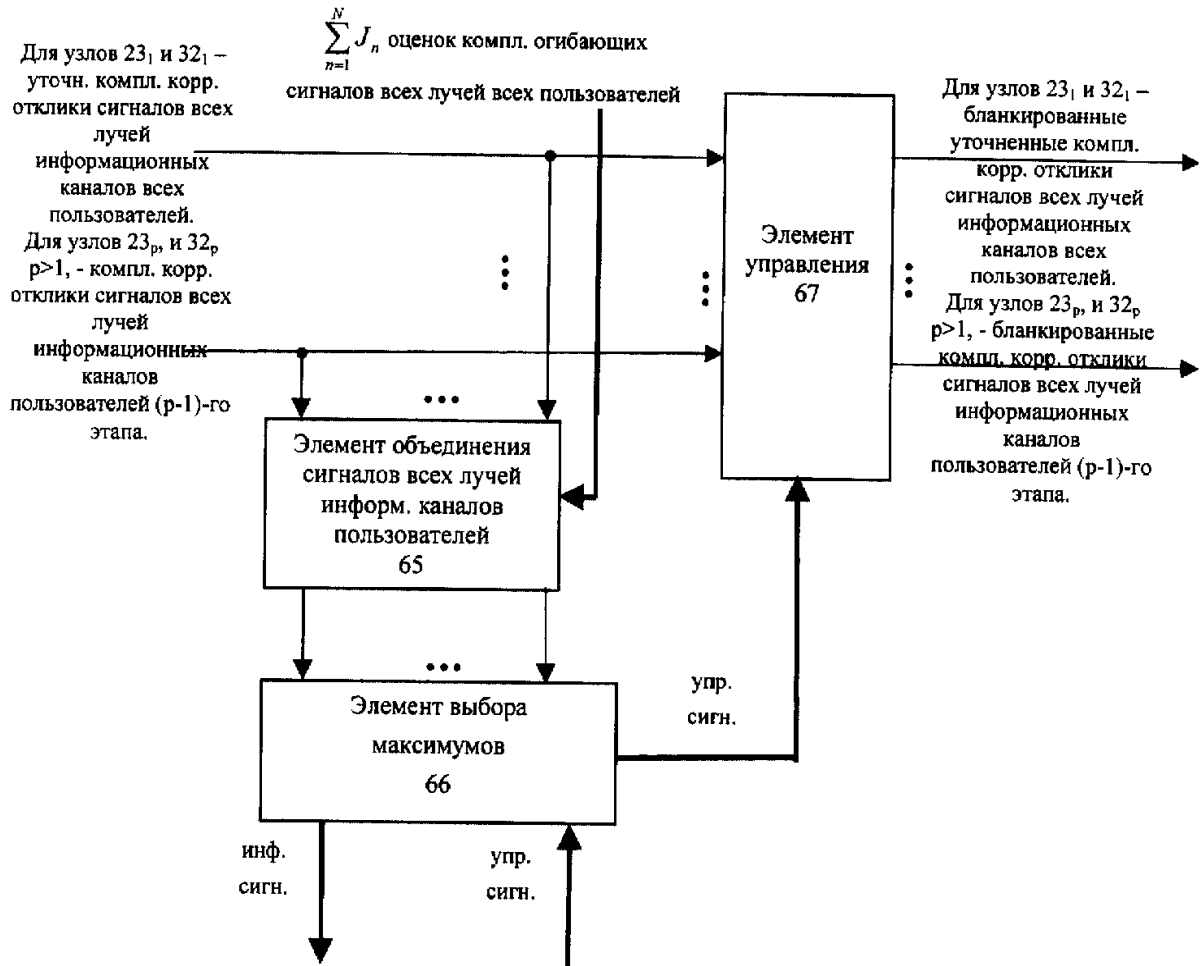




Фиг. 18

RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

RU 2 1 9 2 7 0 9 C 2

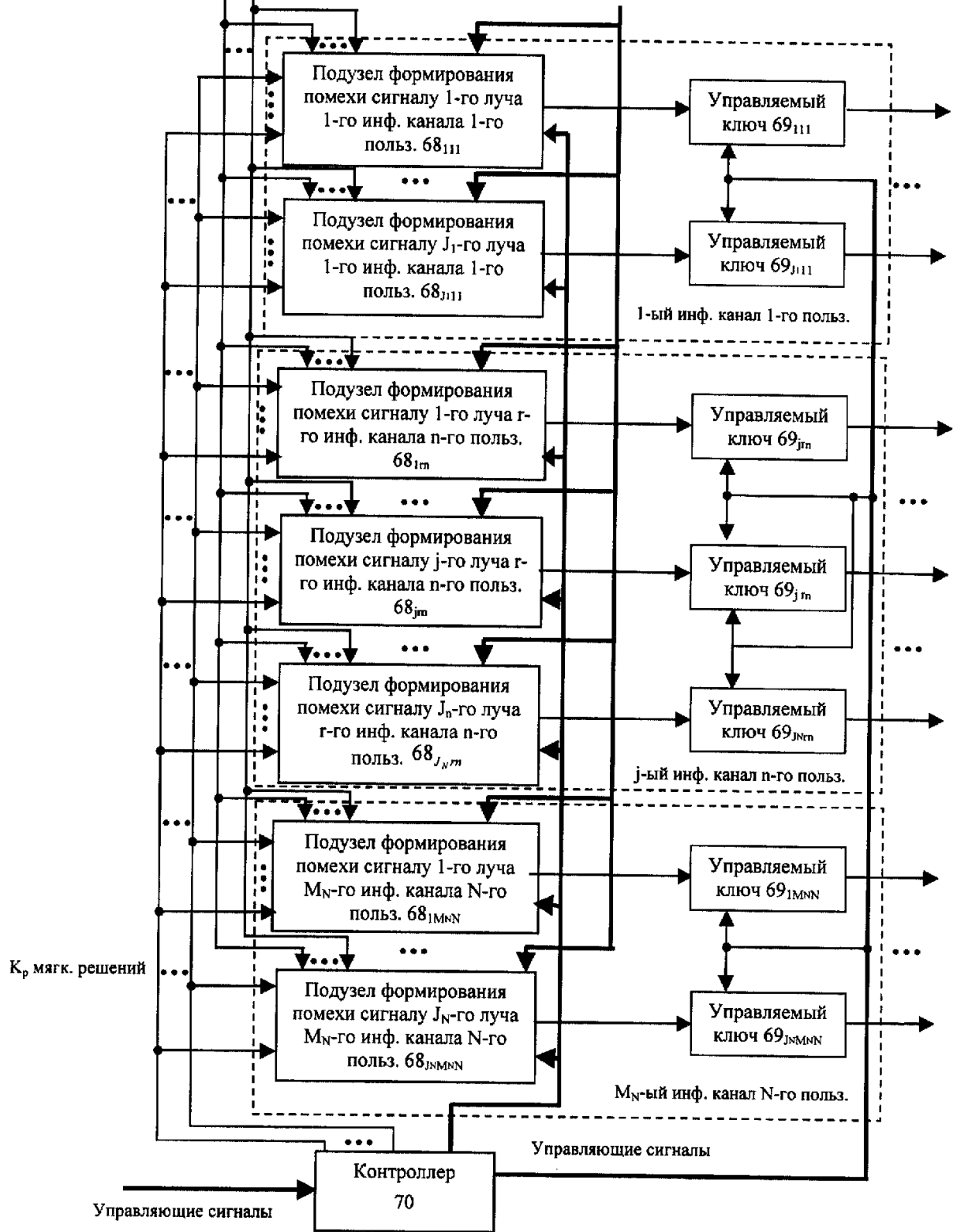


Фиг. 19

RU 2192709 C2

RU 2192709 C2

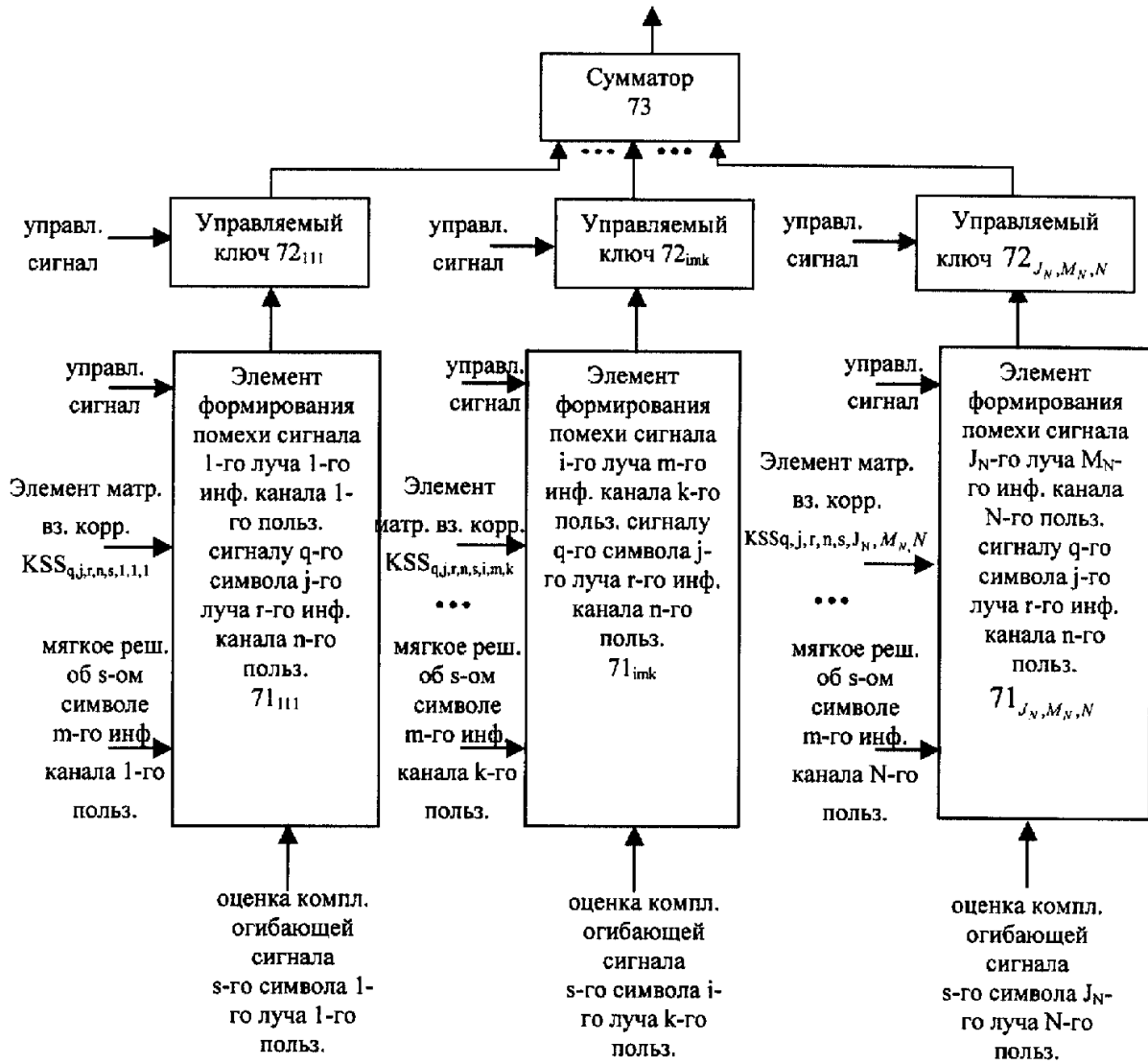
$\sum_{n=1}^N J_n$ оценок компл. огибающих сигналов всех лучей всех пользователей Элементы матрицы KSS



Фиг. 20

RU 2192709 C2

RU 2192709 C2



$$k = \overline{1, N}, i = \overline{1, J_k}, m = \overline{1, M_k}, \text{ если } k = n, i \neq j, s = \overline{1, S_{q,j,r,n,i,m,k}}, \text{ где } S_{q,j,r,n,i,m,k}$$

кол-во элементов матриц взаимной корреляции на интервале сигнала q-го символа j-го луча r-го инф. канала n-го пользователя

Фиг. 21



Фиг. 22

RU 2192709 C2

RU 2192709 C2