(19) **RU** (11) **2 152 686** (13) **C1**

(51) МПК[7] **H 04 B 7/005, 7/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96122871/09, 25.04.1995

(24) Дата начала действия патента: 25.04.1995

(30) Приоритет: 29.04.1994 US 235527

(46) Дата публикации: 10.07.2000

(56) Ссылки: US 5299229 A, 29.03.1994. SU 809599 A, 28.02.1981. GB 2172777 A, 24.09.1986. GB 2268365 A, 05.01.1994. EP 0493904 A, 08.07.1992.

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 29.11.1996

(86) Заявка PCT:
SE 95/00456 (25.04.1995)

(87) Публикация PCT:
WO 95/30289 (09.11.1995)

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Городисский и Партнеры", Емельянову Е.И.

(71) Заявитель:
ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ ЛМ ЭРИКССОН (SE)

(72) Изобретатель: **Тедер Пауль Микаэль (SE), Эвербринг Ларс-Магнус (SE), Брисмарк Ларс Густав (SE)**

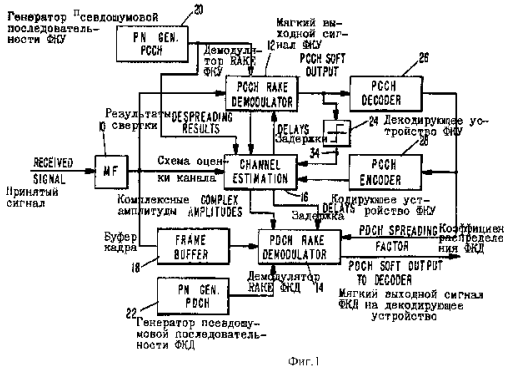
(73) Патентообладатель:
ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ ЛМ ЭРИКССОН (SE)

RU 2152686 C1

(54) КОГЕРЕНТНЫЙ ПРИЕМНИК СИСТЕМЫ МНОГОСТАНЦИОННОГО ДОСТУПА С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ МОДУЛЯЦИИ НЕСУЩЕЙ ЛИНИИ СВЯЗИ ЗЕМЛЯ-ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

(57) Реферат:

Система и способ предназначены для когерентной демодуляции сигнала линии связи Земля - летательный аппарат в системе многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК) и широким спектром скоростей передачи. Посредством первой демодуляции информации в канале управления, которая касается скорости передачи данных в кадре канала данных принятого сигнала, можно получить фазовую информацию для создания опорного сигнала для когерентной демодуляции. Технический результат заключается в повышении качества канала и снижении энергии аккумуляторной батареи, 3 с. и 18 з.п.ф-лы, 7 ил.



Фиг.1

RU 2152686 C1

(19) **RU** (11) **2 152 686** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[7] **H 04 B 7/005, 7/26**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 96122871/09, 25.04.1995

(24) Effective date for property rights: 25.04.1995

(30) Priority: 29.04.1994 US 235527

(46) Date of publication: 10.07.2000

(85) Commencement of national phase: 29.11.1996

(86) PCT application:
SE 95/00456 (25.04.1995)

(87) PCT publication:
WO 95/30289 (09.11.1995)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25, str.3, OOO "Gorodisskij i Partnery", Emel'janovu E.I.

(71) Applicant:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM EhRIKSSON (SE)

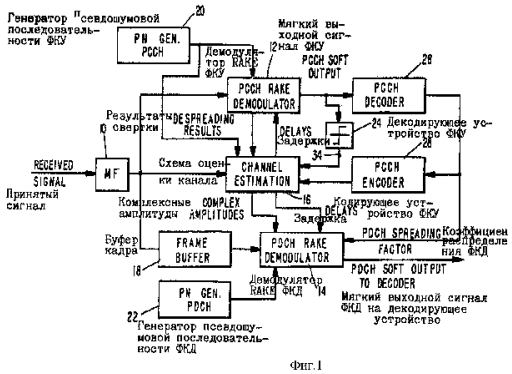
(72) Inventor: Teder Paul' Mikaehl' (SE), Ehverbring Lars-Magnus (SE), Brismark Lars Gustav (SE)

(73) Proprietor:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM EhRIKSSON (SE)

(54) COHERENT RECEIVER OF CODE-DIVISION MULTIPLE- ACCESS SYSTEM USING SEQUENCE FOR DIRECT DEMODULATION OF TRANSMISSION LINE OF EARTH- AIRCRAFT COMMUNICATION

(57) Abstract:

FIELD: communication equipment, in particular, using wide range of transmission rates. SUBSTANCE: first demodulation of information in control channel concerns data transmission rate in data channel frame of received signal. It is used to obtain phase information in order to produce reference signal for coherent demodulation. EFFECT: improved channel quality, decreased power required for storage battery. 21 cl, 7 dwg



Фиг.1

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

Изобретение касается в целом способов и систем радиосвязи и, более конкретно, обработки сигналов в системе многостанционного доступа с кодовым разделением каналов.

Бурный рост радиоэлектронной связи требует непрерывного увеличения пропускной способности, гибкости и качества таких систем. Значительный прогресс в данной отрасли достигнут благодаря переходу от аналоговой к цифровой технике и от систем многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДЧРК) к системам многостанционного доступа с временным разделением каналов (МДВРК). Система многостанционного доступа с кодовом разделением каналов (МДКРК) обеспечивает некоторые конкретные особенности по сравнению с современными стандартами МДВРК и может оказаться хорошей альтернативой для будущих систем третьего поколения. Хотя использование новых технологий увеличивает пропускную способность, необходимо также повышение эффективности элементов системы для обеспечения величины дополнительной пропускной способности, удовлетворяющей запросам потребителя. Таким образом, например, достигнуто непрерывное улучшение эффективности передающих и приемных устройств системы радиосвязи.

В приемных устройствах надежный прием данных зависит от способности приемного устройства разрешать неопределенности в принятых сигналах. Приемное устройство с улучшенной характеристикой обнаружения уменьшает ограничения других частей системы связи, что позволяет получить увеличенную пропускную способность, меньший размер, снижение стоимости либо иные преимущества, например базовые станции с улучшенными параметрами приема позволяют подвижным станциям использовать более низкую мощность передачи, давая непосредственную экономию энергии аккумуляторной батареи. В качестве альтернативы, улучшенное обнаружение сигнала можно также использовать, например, для улучшения качества канала связи.

Когерентный прием, при котором изменение фазы, порождаемое в принятом радиосигнале радиоканалом, компенсируется корреляцией с опорным сигналом, наиболее перспективен в приемных устройствах для некогерентного приема, при котором получают оценку обнаруженного сигнала для обеих квадратур и благодаря этому получают потери до 3 дБ относительно когерентного приема. Таким образом, предпочтительным вариантом обычно является когерентный, а не некогерентный прием. Хорошо известны методы когерентного и некогерентного приема, но их использование зависит от наличия опорного сигнала. При наличии опорного сигнала обычно выбирают когерентный прием, в противном случае следует выбирать некогерентный прием. В качестве опорного сигнала может быть использован специальный контрольный сигнал или просто контрольные символы, известные для приемных устройств, перемежающиеся с сигналами данных.

Системы, основанные на многостанционном доступе с временным разделением каналов (МДВРК), часто включают в себя контрольный сигнал или опорные символы, перемежающиеся с символами данных. При декодировании информации в одном канале информация в каждом временном интервале рассматривается отдельно, включая опорную информацию. Эта опорная информация может быть либо введена полностью в одной части временного интервала, либо распределена по всему интервалу. В любом случае опорная информация мультиплексируется с временным разделением с информацией пользователя. Для оценки радиоканала на участках в пределах интервала, где отсутствуют опорные выборки, используют различные схемы.

В системах многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК) с последовательностью для непосредственной модуляции несущей (ПНМН) передача осуществляется непрерывно, то есть пользователи различаются по различным кодам, а не по различным комбинациям несущей частоты и временному интервалу, как это имеет место в системах МДВРК. В современных заявленных стандартах США для систем МДКРК IS-95 когерентный прием предполагается на линии связи летательный аппарат (ЛА) - Земля системы, то есть от неподвижной базовой станции к подвижной станции. Поскольку базовая станция легко может объединять ресурсы, все подвижные станции в ячейке совместно используют один контрольный сигнал, который обеспечивает опорную фазу для когерентного приема. Часто этот контрольный сигнал передают с более высокой мощностью, чем индивидуальные сигналы для каждого канала связи между базовой станцией и подвижной станцией. Таким образом, создается надежный опорный сигнал радиоканала.

Однако стандарт IS-95 не предусматривает когерентный прием для линии связи Земля - ЛА, поскольку когерентный прием на линии связи Земля - ЛА не обеспечивается никакими опорными сигналами. В линии связи Земля - летательный аппарат сигналы от подвижных станций следуют по определенным радиоканалам, и, таким образом, ресурс для общего контрольного сигнала отсутствует. Более того, способ модуляции в линии связи Земля - ЛА представляет собой М-ортогональную передачу сигналов, которую легко можно детектировать когерентным способом квадратичным детектором. Хотя сам по себе когерентный прием М-ортогонального сигнала можно осуществить, такой прием возможен только при значительном увеличении сложности.

Когерентный прием можно также получить в системе МДКРК-ПНМН (многостанционный доступ с кодовым разделением каналов с последовательностью для непосредственной модуляции несущей) методом детектирования с помощью контрольного символа, как описано в работе П.Хоуэра "Компромисс между кодированием и распределением канала в случае МДКРК-ПНМН", труды Рабочей группы по подвижным средствам связи RACE (Программа исследований в области телекоммуникаций), г.Мец, июнь 1993 г. (P.Hocher, "Tradeoff betw een Channel

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

Cading and Sgreoding for DS-CDMA", RACE Mobile Telecommunications Workshop, Metz, 1993). Этот способ также является проблематичным, поскольку вследствие быстрых смен каналов может оказаться необходимым распределять контрольные символы по всему кадру. В системе МДКРК с переменной скоростью передачи в битах и показателями распределения становится сложным вводить контрольные символы, перемежаемые с последовательностью данных. При отсутствии какого-то способа, которым можно обеспечить когерентный прием в линии связи между Землей и летательным аппаратом, оказывается необходимым использовать некогерентный прием и допускать соответствующее ухудшение эксплуатационных данных системы. В соответствии с этим оказывается желательным обеспечить систему и способ для когерентного приема, например, в линии связи Земля - ЛА систем МДКРК без введения дополнительных контрольных символов или сигналов.

Раскрытие изобретения

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения можно обеспечить когерентный прием в линии связи Земля - ЛА, используя информацию, уже обеспеченную в системе МДКРК с большим количеством скоростей для независимой цепи в качестве опорного сигнала. Например, можно обеспечить информацию, касающуюся скорости передачи данных, с которой передается информация в поле данных каждого кадра в канале управления, который передается параллельно с каналом данных, и демодулируется перед демодуляцией поля данных с целью обеспечения фазовой и амплитудной информации для когерентного приема.

Одним из преимуществ МДКРК-ПНМН является возможность изменять скорость передачи информации на покадровой основе. Предполагается, что эта возможность потребуется в будущих системах, в которых потребуется большое количество скоростей передачи данных. Чтобы правильно отыскивать данные, скорость передачи информации для области данных этого кадра можно обеспечить в виде содержащего признак поля в канале управления. Этот признак можно брать из ограниченного алфавита и можно передавать с высокой избыточностью. Скорость передачи в битах канала управления может быть постоянной и в этом случае будет известной в приемном устройстве.

В качестве первого этапа процесса декодирования демодулируется признак. Поскольку контрольный сигнал отсутствует, используется дифференциально-когерентный прием. Надежное обнаружение признака можно все же получить благодаря производимому с этой целью эффективному кодированию. Как только становится известным признак, становится возможным организовать оценку радиоканала посредством перекодирования двоичных разрядов признака в дискретизированный сигнал. Для каждого канального маршрута находится комплексная амплитуда, то есть амплитуда и фаза, которая, в свою очередь, обеспечивает фазовую информацию для канала, который можно использовать для когерентной демодуляции поля данных.

Постоянная скорость передачи в битах, с которой передается поле признака, может отличаться от скорости передачи в битах в обнаруженном поле данных, и такие оценки, вероятно, не будут выравнены с подлежащими детектированию двоичными разрядами данных. Однако это можно компенсировать посредством, например, простой схемы интерполирования между оценками из реконструированного канала, которые имеются на скорости передачи в битах поля признака, используя знание скорости передачи в битах поля признака и скорости передачи в битах поля данных.

Таким образом, можно получить оценки радиоканала со скоростью передачи поля данных, то есть перекодируется уникальный контрольный сигнал для каждого канала.

Таким образом, настоящее изобретение касается способа и системы когерентного приема, например, в линии связи Земля - ЛА системы МДКРК-ПНМН посредством передачи сигнала управления на псевдошумовой последовательности, которая синхронна по времени с псевдошумовой последовательностью, используемой для передачи данных. Этот сигнал управления может также передавать, например, скорость передачи в битах информации, используемую в кадре.

Настоящее изобретение обеспечивает высокие характеристики декодирования, позволяющие сберегать энергию аккумуляторной батареи и поддерживать более высокое качество канала.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием вариантов его осуществления со ссылками на сопровождающие чертежи, в числе которых:

Фиг. 1 иллюстрирует пример выполнения приемного устройства базовой станции согласно изобретению,

Фиг. 2 иллюстрирует пример выполнения демодулятора RAKE физического канала управления (ФКУ),

Фиг. 3 иллюстрирует вариант показанного на фиг. 2 демодулятора,

Фиг. 4 иллюстрирует блок-схему варианта схемы оценки задержки,

Фиг. 5 иллюстрирует вариант выполнения блок-схемы оценки амплитуды,

Фиг. 6 иллюстрирует вариант выполнения демодулятора RAKE физического канала данных (ФКД),

Фиг. 7 иллюстрирует вариант выполнения показанного на фиг. 6 демодулятора.

Лучший вариант осуществления изобретения

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения системы многостанционного доступа с кодовым разделением каналов с последовательностью для непосредственной модуляции несущей (МДКРК-ПНМН) могут обеспечивать обслуживание с переменной скоростью передачи в битах, типа речи, посредством обеспечения управляющей информации в каждом кадре, которая определяет мгновенную скорость передачи символов данных для этого кадра. Чтобы выполнить указанную операцию в регулярном временном интервале, физические каналы

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

можно организовать в виде кадров равной длины. Каждый кадр несет в себе целое количество микрокадров и целое количество информационных двоичных единиц.

Используя данную примерную структуру кадра, можно обеспечить информацию управления скоростью передачи в битах для каждого кадра МДКРК посредством передачи этой информации по отдельному физическому каналу. Физические каналы, несущие данные и информацию управления, можно обозначить физическим каналом данных (ФКД) и физическим каналом управления (ФКУ) соответственно. Код распределения, скорость передачи символов или, что эквивалентно, коэффициент распределения канала ФКУ заранее известны для приемного устройства.

Многие потенциальные преимущества можно отнести к передаче с переменной скоростью. Например, можно уменьшить помехи для различных пользователей системы, поскольку частота следования элементарных посылок поддерживается постоянной и более низкая скорость передачи битов дает более низкий коэффициент распределения, позволяя, таким образом, применять более низкую мощность передачи. Для специалиста в данной области техники представляется очевидным, каким образом эту способность передачи информации в системе МДКРК можно выгодно использовать для изменения других параметров.

Примерные варианты осуществления настоящего изобретения обеспечивают системы и способы, предназначенные для когерентного детектирования сигналов МДКРК-ПНМН в такой схеме передачи с переменной скоростью в линии связи Земля - ЛА, то есть на базовой станции. Как упоминалось выше, чтобы успешно демодулировать передачи с переменной скоростью, в приемном устройстве используется информация, относящаяся к скорости, с которой передается поле данных. Один из способов выполнения указанной операции состоит в том, чтобы обеспечить информацию в канале ФКУ, которая показывает для каждого кадра скорость передачи данных, с которой передается поле данных. Однако для специалиста представляется очевидным, что дополнительно к такому параметру, как скорость, канал ФКУ может нести также информацию о большом количестве других параметров соответствующего кадра в ФКД, например команды управления мощностью.

На фиг. 1 показан пример выполнения приемного устройства базовой станции. Принятый комплексный модулирующий сигнал вначале фильтруется согласованным фильтром формы импульса 10 и дискретизируется с частотой, например, равной двум выборкам на элемент сигнала. Затем сигнал распределяется на демодуляторы RAKE канала управления и канала данных 12 и 14 соответственно и блок оценки канала 16. Демодуляторы 12 и 14 обеспечены также соответствующими псевдошумовыми последовательностями для каналов ФКД и ФКУ посредством генераторов 20 и 22 псевдошумовой последовательности. Как описано выше, кадр ФКУ содержит соответственную информацию относительно структуры одновременно передаваемого ФКУ и, следовательно, информация ФКУ должна быть декодирована до того, как может быть декодирована информация ФКД. Таким образом, буферная схема 18 для кадра перед демодулятором RAKE 14 ФКД задерживает поступающий на него фильтрованный входной сигнал. Оценка канала выполняется на ФКУ, который передается непрерывно. Наличие ФКД зависит от скорости передачи его данных, которая может быть равной, например, нулю во время пауз в передачах речи или данных. При наличии ФКД входной сигнал этого канала также можно использовать для образования оценок канала. Как более подробно описывается ниже, с целью получения входных сигналов для блока оценки канала обеспечены две цепи обратной связи принятия решения (одна цепь включает квантователь 24, а другая цепь включает декодирующее устройство 26 ФКУ и кодирующее устройство 28 ФКУ), идущие от демодулятора RAKE ФКУ 12.

Поскольку канал ФКУ декодируется до демодуляции канала ФКД, для ФКУ и ФКД использованы различные схемы детектирования. Канал ФКД демодулируется когерентным способом, тогда как данные канала ФКУ кодируются дифференциальным способом, чтобы обеспечить возможность когерентной демодуляции дифференциальным способом. Когерентная демодуляция дифференциальным способом представляет собой схему, в которой используется ранее обнаруженный сигнал в качестве опорного сигнала для используемого радиоканала, поскольку неизвестна информация о комплексной амплитуде. В случае когерентного приема в приемном устройстве используется информация задержек и комплексных амплитуд излучений, которая подлежит использованию в демодуляторе. Можно предположить, что задержки изменяются меньше, чем на половину интервала элементарной посылки $T_c/2$ (где, например, T_c=200 нс для скорости передачи информации, равной 5 миллионам элементарных посылок в секунду) в пределах одного кадра, например, равного 10 мс. Следовательно, оценка задержки может оказаться очень точной.

С другой стороны, весьма трудно получить точные оценки комплексной амплитуды излучений, потому что амплитуды изменяются с более высокой скоростью, чем задержки. Блок оценки комплексной амплитуды, в котором используются ранее обнаруженные двоичные разряды в качестве опорных сигналов, должен иметь эффективную длину окна короче минимального времени когерентности, то есть обратной величине удвоенной максимальной доплеровской частоты $f_{Д.макс}$, так что шум канала не оказывает сильного влияния на оценку амплитуды. Таким образом, например, для максимальной доплеровской частоты 250 Гц будет целесообразным выбрать длину окна менее 2 мс. Учитывая эту особенность, а также тот факт, что период двоичных разрядов кодирования канала ФКУ может составлять, например, 250 мкс, можно использовать схему модуляции с кодированными дифференциальным способом данными. В такой схеме модуляции оценка комплексной амплитуды осуществляется косвенно, на одном периоде

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

двоичных разрядов.

Ниже будет описан пример выполнения демодулятора RAKE канала ФКУ относительно фиг. 2 и 3. Как показано на фиг. 2, принятый сигнал поступает на каждый из множества отводов RAKE 210, каждый из которых имеет отличную сообщаемую ему задержку, а также псевдошумовую последовательность. Каждый отвод RAKE 210 дает результат свертки и демодулированное значение, причем результаты свертки поступают на блок оценки канала 16, а демодулированные значения суммируются в блоке 215 с целью обеспечения мягкого выходного сигнала канала управления. На фиг. 3 показан до некоторой степени более подробно каждый отвод RAKE 210. Принятый сигнал вначале задерживается на отводе 210 на соответствующую величину для данного отвода. После задержки комплексный сигнал умножается на синфазную и квадратурную составляющие псевдошумовой последовательности и частично интегрируется в блоках 315 и 318 перед рекомбинированием в сумматоре 320. Выходной сигнал сумматора 320 снимается в виде результата свертки для этого отвода перед окончательным интегрированием в блоке 340. Результат свертки можно интегрировать по двоичному разряду канала управления или частичным корреляциям функции длительности двоичных разрядов. Частичные корреляции необходимы в том случае, когда канал значительно изменяется во время периода двоичного разряда. Полученное значение демодулируется дифференциальным способом с использованием задержанного значения принятого сигнала в блоке 350, поскольку для канала управления отсутствует информация комплексной амплитуды. Затем демодулированный выходной сигнал поступает на сумматор 215 с целью сложения с выходными сигналами других отводов 210.

После когерентной демодуляции дифференциальным способом ФКУ и декодирования с мягким решением ФКУ можно рассматривать как эффективный канал управляющего сигнала. Ошибки декодирования в канале ФКУ неизбежно ведут к потере кадра ФКД, потому что для демодуляции ФКД требуется информация, передаваемая по ФКУ, например коэффициент правильного распределения. Таким образом, информация в канале ФКУ защищается схемой эффективного кодирования для минимизирования таких ошибок. Поскольку декодированный и повторно кодированный ФКУ представляет собой эффективный канал управляющего сигнала, его можно использовать для оценки комплексной амплитуды излучений. Эффективная длина окна оценки определяется коэффициентами фильтра, более подробно описываемыми ниже. Указанную длину окна можно далее удвоить, поскольку для процесса оценки можно использовать не только части предшествующего сигнала, как в схеме когерентной демодуляции дифференциальным способом, но и части последующего сигнала для оценки амплитуды излучения в конкретный момент времени. Наличие увеличенной длины окна улучшает характеристику приемного устройства и является достаточным для обеспечения точных оценок комплексных амплитуд излучений и позволяет осуществлять когерентную демодуляцию канала ФКД.

Как можно видеть из вышеприведенного описания, соответствующий вариантам осуществления настоящего изобретения процесс оценки канала можно разделить на два основных этапа: оценка задержки и оценка комплексной амплитуды.

Задержки оцениваются на покадровой основе. Долговременный энергетический спектр задержки (ЭСЗ) оценивается с использованием одного кадра ФКУ. Для использования при демодуляции ФКУ и ФКД в следующем кадре выбираются задержки самых интенсивных излучений. Вместо оценки долговременного ЭСЗ можно оценивать кратковременную ЭСЗ посредством скользящего окна, а затем для демодуляции можно одновременно использовать наиболее интенсивные излучения.

Фиг. 4 представляет блок-схему соответствующего настоящему изобретению примера выполнения блока оценки задержки. Принятый сигнал представляет собой входной сигнал стационарного согласованного фильтра 30 для оценки мощности на конкретной задержке 32 в ЭСЗ. В качестве альтернативы, для уменьшения сложности аппаратуры, согласованный фильтр 30 можно заменить набором корреляторов (не показанных), которые используют только часть принятой энергии для этой цели.

Поступающие в линию 34 коэффициенты фильтра берутся из псевдошумовой последовательности ФКУ, обеспечиваемой генератором 20, который модулируется как в передающем устройстве, посредством кодированных дифференциальным способом двоичных разрядов. Поскольку эти кодированные дифференциальным способом двоичные разряды являются заранее известными, они представляют собой обратную связь от демодулятора RAKE 12 канала ФКУ через квантователь 24. В целях удовлетворения требований синхронизации в аппаратном оборудовании двоичные разряды поступают с демодулятора ФКУ до декодирования, то есть из показанной на фиг. 1 цепи обратной связи, включающей в себя квантователь 24. В качестве альтернативы, если ослабляются ограничения синхронизации, эти двоичные разряды можно получать с блока 28. Принятый сигнал задерживается в блоке 32 на входе блока оценки канала, пока на выходе 35 модулятора имеются в наличии соответствующие коэффициенты фильтра. На выходе согласованного фильтра 30 вырабатывается оценка $\hat{\mathbf{h}}$ на интервал измерения вектора h импульсной характеристики канала.

Во время интервала измерения сохраняются постоянными коэффициенты нестационарного согласованного фильтра 30. Длительность интервала определяет длина полученного в результате оценки вектора импульсной характеристики. Следовательно, интервал можно выбирать в соответствии с самой длительной возможной импульсной характеристикой, которую следует принимать во внимание. Количество коэффициентов фильтра в согласованном фильтре 30 определяет корреляционная длина или

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

выигрыш в отношении сигнал-шум при обработке сигнала C_L. С одной стороны, коэффициент C_L должен быть достаточно большим, чтобы улучшить импульсную характеристику относительно минимального уровня шума, с другой стороны, время корреляции (или коэффициент C_L) должно быть небольшим по сравнению с временем когерентности канала, то есть с обратной величиной удвоенной максимальной доплеровской частоты $f_{Д.макс}$. Например, корреляционная длина может быть равной 500 мкс.

Первая оценка $\hat{\Phi}_0$ кратковременной ЭСЗ получается из вектора $\hat{h}$ импульсной характеристики посредством взятия абсолютных значений и возведения в квадрат в блоке 36. Поскольку выигрыш в отношении сигнал-шум при обработке сигнала может оказаться недостаточным для хорошей оценки, для обеспечения окончательной полученной в результате оценки величины $\hat{\Phi}$, в блоке 38 осредняются несколько, то есть $N_Ф$, последовательных оценок $\hat{\Phi}_0$. Затем производится исследование энергетического спектра задержки $\hat{\Phi}$ с целью идентификации самых сильных излучений. Задержки, соответствующие этим излучениям, оказываются достаточными для прогона обоих демодуляторов RAKE 12 и 14 каналов ФКУ и ФКД в следующем кадре.

Для когерентной работы демодулятора RAKE 14 канала ФКД необходима информация, касающаяся непрерывно изменяющейся комплексной амплитуды излучений на основе демодулированного излучения. Эта информация получается посредством обработки результатов свертки соответствующего демодулированного излучения RAKE канала ФКУ в блоке оценки канала 16, причем эта часть блока оценки канала 16 показана на фиг. 5.

Результаты свертки можно видеть в виде шумовых выборок нестационарной комплексной амплитуды, модулированной двоичными разрядами ФКУ. Модуляцию можно почти полностью удалить, потому что после декодирования канала ФКУ в декодирующем устройстве 26 модулирующие двоичные разряды можно легко получить посредством повторного кодирования информационных двоичных разрядов в кодирующем устройстве 28, как они были первоначально закодированы в передающем устройстве. Эта процедура преобразует ФКУ в канал управляющего сигнала для демодуляции канала ФКД.

После устранения модуляции в блоке 39 осуществляется фильтрация свертки с целью уменьшения шума посредством нестационарного фильтра 40. Коэффициенты фильтра 40 определяют длину окна оценки. В соответствии с показанным на фиг. 5 вариантом осуществления эти коэффициенты фиксируются на основании максимальной ожидаемой доплеровской частоты. Однако эти коэффициенты можно изменять во время обработки с целью обеспечения скользящего окна оценки, которое компенсирует искажения доплеровских спектров. Конечно, изменения окна оценки вызывают соответственные изменения в радиоканале, так что если для фильтра 40 используются изменяющиеся коэффициенты, то для правильного компенсирования таких изменений необходим будет некоторый тип схемы итеративной обработки или принятия решения.

Эффективный в отношении вычислений способ фильтрации состоит в прогоне рекурсивного экспоненциального окна в направлении вперед и назад по результатам демодулированной свертки всего кадра ФКУ и объединения результатов. Ухудшение характеристики пренебрежительно мало по сравнению с оптимальным нестационарным фильтром Винера, в котором также используется в общем неизвестный доплеровский спектр, гораздо более сложный при расчете. До возможности использования оценок комплексной амплитуды для демодуляции ФКД можно для регулирования оценок использовать блок адаптации скорости передачи 42, если скорости передачи битов в каналах ФКУ и ФКД различные.

Затем комплексные амплитуды и задержки, принятые с блока оценки канала 16, поступают на демодулятор RAKE 14 канала ФКД для когерентного детектирования этого канала. Примерный демодулятор RAKE канала ФКД более подробно показан на фиг. 6. Здесь полученный сигнал распределяется на каждый из множества отводов RAKE 1 - L (для упрощения чертежей на фиг. 2 и 6 показаны только отводы 1, 2 и L). В каждом отводе RAKE 610 используются также информация комплексной амплитуды и информация задержки, а также коэффициенты распределения канала управления, как более подробно показано на фиг. 7. Принятый сигнал снова задерживается на величину, определяемую с помощью блока оценки канала в блоке 710, и умножается на синфазную и квадратурную составляющие псевдошумовой последовательности для частичного объединения в блоках 715 и 718. Полученные в результате значения суммируются в блоке 720 и демодулируются с использованием известной величины комплексной амплитуды соответствующего излучения. Выходной сигнал отвода далее суммируется в блоке 620 для обеспечения мягкого выходного сигнала канала данных.

Вышеописанный вариант осуществления служит во всех отношениях в качестве примера и не ограничивает настоящее изобретение. Таким образом, в компетенции специалиста в данной области техники находится осуществление большого числа вариантов изобретения, которые можно получить из приведенного описания. Вместе с тем предполагается, что указанные варианты не должны выходить за рамки сущности и объема настоящего изобретения, определяемые нижеприведенной формулой изобретения.

Формула изобретения:

1. Приемное устройство в системе связи, отличающееся тем, что содержит средство для приема передаваемого канала данных, имеющего поле данных с переменной скоростью передачи, и канал управления, связанный с каналом данных, причем канал управления включает в себя информацию,

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

определяющую скорость передачи поля данных с переменной скоростью передачи, средство демодуляции канала управления и формирования из него канальной информации и средство когерентной демодуляции канала данных с использованием канальной информации, полученной средством демодуляции канала управления.

2. Приемное устройство по п.1, отличающееся тем, что содержит средство для определения оценки канала на основании входного сигнала канальной информации со средства демодуляции канала управления и средство для обеспечения параметрами оценки канала средства когерентной демодуляции канала данных, в котором средство демодуляции канала данных использует параметры оценки канала для когерентной демодуляции канала данных.

3. Приемное устройство по любому из п.1 или 2, отличающееся тем, что канальная информация включает в себя, по меньшей мере, одну из величин: результаты свертки, коэффициенты и модулирующие биты канала управления.

4. Приемное устройство по п.2, отличающееся тем, что канальная информация включает в себя, по меньшей мере, одну из величин: результаты свертки, коэффициенты и модулирующие биты канала управления, а средство для определения оценки канала дополнительно содержит средство для оценки задержек излучений в принятом сигнале на основании принятого сигнала и упомянутых коэффициентов.

5. Приемное устройство по п.4, отличающееся тем, что средство для определения оценки канала дополнительно содержит средство для оценки комплексной амплитуды излучений в принятом сигнале линии связи Земля-летательный аппарат на основании результатов свертки модулирующих битов канала управления.

6. Приемное устройство по п.5, отличающееся тем, что средство для оценки комплексной амплитуды используют постоянное окно оценки.

7. Приемное устройство по п.5, отличающееся тем, что средство для оценки комплексной амплитуды использует переменное окно оценки.

8. Приемное устройство, содержащее антенну для приема канала данных и канала управления, отличающееся тем, что канал управления включает в себя информацию, определяющую скорости передачи данных в канале данных, а также приемное устройство содержит демодулятор канала управления, который демодулирует указанный канал управления, включающий в себя информацию для генерирования демодулированного сигнала канала управления и результатов свертки, устройство оценки канала, которое использует результаты свертки демодулированного сигнала канала управления для формирования оценок комплексных амплитуд излучения и задержек, и демодулятор канала данных, осуществляющий когерентную демодуляцию канала данных с использованием комплексных амплитуд излучений и задержек.

9. Приемное устройство по п.8, отличающееся тем, что устройство оценки канала дополнительно содержит схему оценки задержки, включающую в себя нестационарный согласованный фильтр, имеющий коэффициенты, по меньшей мере, частично определяемые двоичными разрядами обратной связи демодулированного сигнала канала управления и который создает импульсную характеристику канала.

10. Приемное устройство по п.8, отличающееся тем, что устройство оценки канала дополнительно содержит схему оценки задержки, включающую в себя набор корреляторов, формирующих импульсную характеристику канала.

11. Приемное устройство по п.8, отличающееся тем, что устройство оценки канала дополнительно содержит схему оценки комплексной амплитуды, включающую в себя средство исключения модуляции результатов свертки, фильтр и преобразователь скорости, который компенсирует изменения скорости передачи между каналом управления и каналом данных.

12. Приемное устройство по п.11, отличающееся тем, что фильтр имеет постоянный набор коэффициентов.

13. Приемное устройство по п.11, отличающееся тем, что фильтр имеет переменный набор коэффициентов.

14. Приемное устройство по п.11, отличающееся тем, что дополнительно содержит декодирующее устройство канала для декодирования демодулированного сигнала канала управления и кодирующее устройство для повторного кодирования декодированного сигнала с целью создания модулирующих двоичных разрядов канала управления, причем модулирующие двоичные разряды обеспечиваются для схемы оценки комплексной амплитуды с целью исключения модуляции из результатов свертки.

15. Приемное устройство по п.8, отличающееся тем, что дополнительно содержит буфер кадра для задержки распределения каждого кадра на блок демодулятора канала данных, пока имеются в наличии соответствующие оценки для этого кадра, поступающие с устройства оценки канала.

16. Способ когерентной демодуляции принятых сигналов многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК), отличающийся тем, что формируют канал управления, включающий в себя информацию, показывающую скорость передачи данных в канале данных принятого сигнала МДКРК, производят демодуляцию канала управления принятых сигналов МДКРК, генерируют опорный сигнал, с использованием информации, полученной на этапе демодулирования и производят когерентную демодуляцию канала данных принятых сигналов с использованием опорного сигнала.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что дополнительно получают оценки канала, с использованием информации, полученной в результате демодуляции канала управления и генерируют опорный сигнал с использованием полученной оценки канала.

18. Способ по п.16, отличающийся тем, что на этапе генерирования опорного сигнала дополнительно производят оценку задержки излучения в канале управления и оценку

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1

комплексной амплитуды излучений в канале управления.

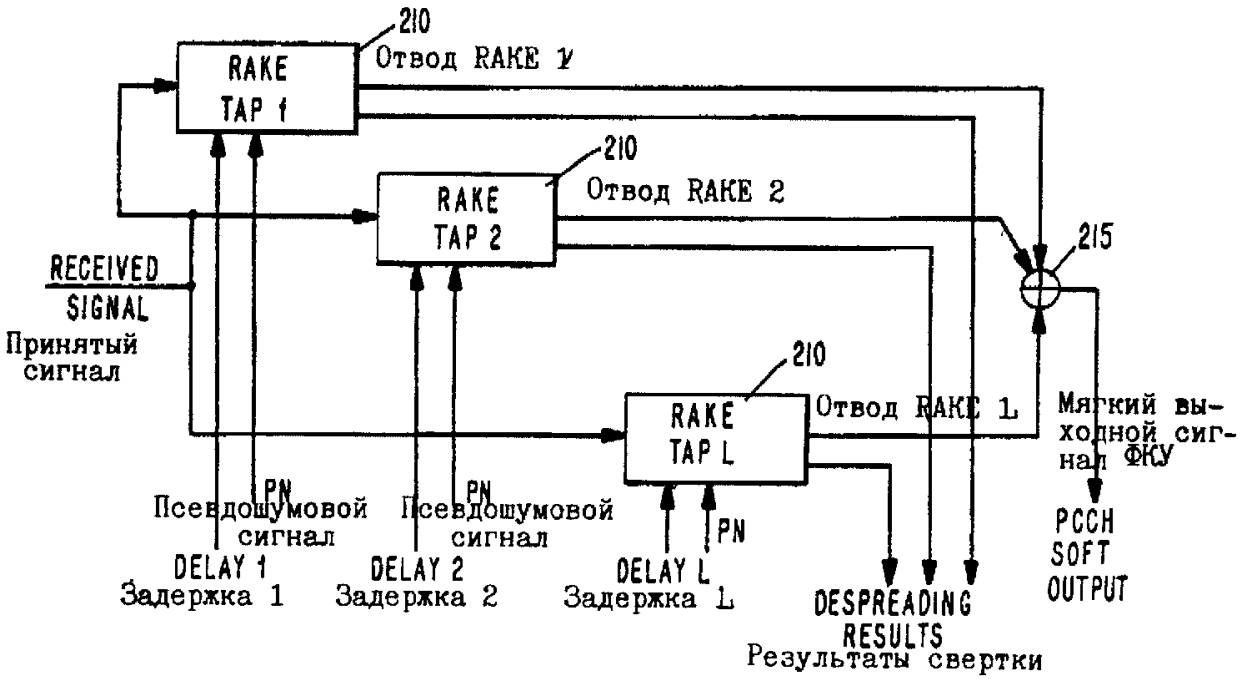
19. Способ по п.18, отличающийся тем, что на этапе оценки комплексной амплитуды дополнительно используют переменный набор коэффициентов фильтра.

20. Способ по п.18, отличающийся тем, что на этапе оценки комплексной амплитуды дополнительно используют постоянный набор коэффициентов фильтра.

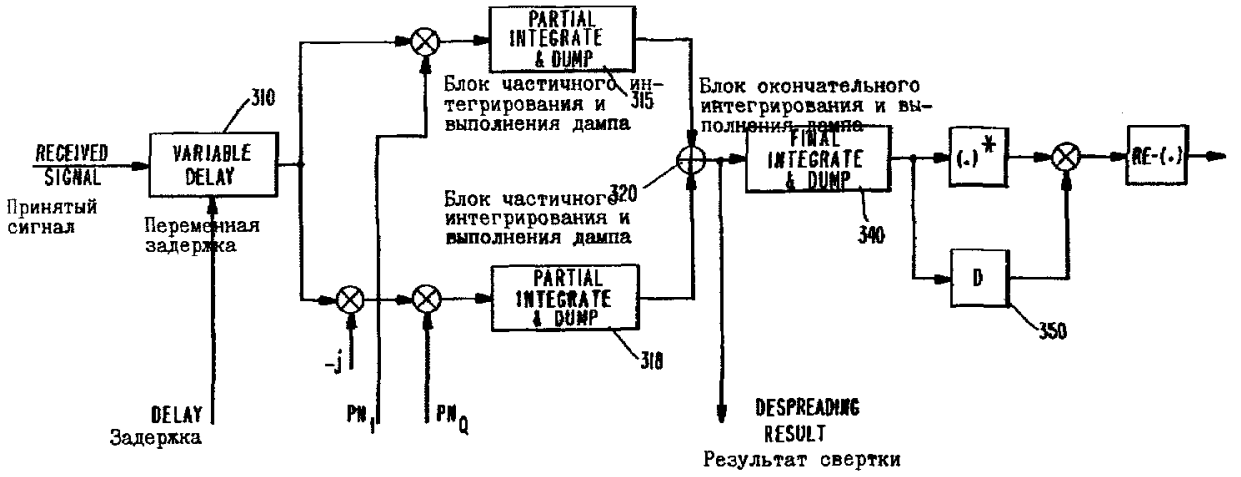
21. Способ по п.16, отличающийся тем, что дополнительно производят задержку распределения кадров принятых сигналов МДКРК в когерентный демодулятор канала данных до тех пор, пока не будут сгенерированы соответствующие опорные сигналы.

RU 2152686 C1

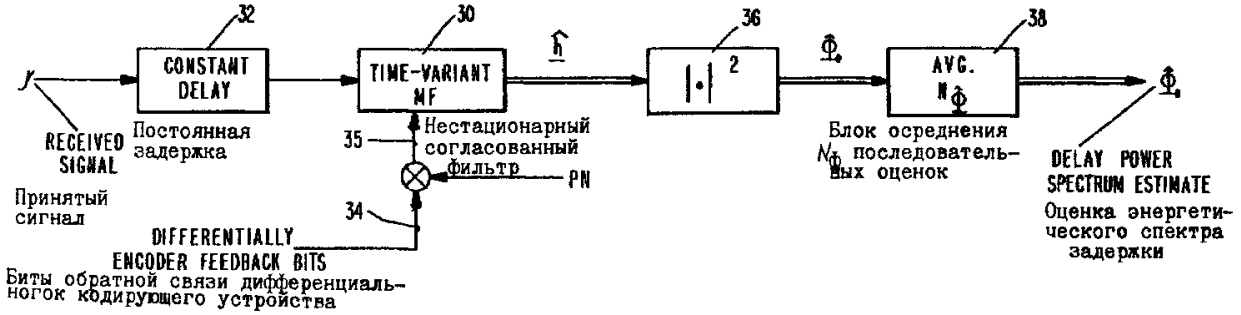
RU 2152686 C1



Фиг.2



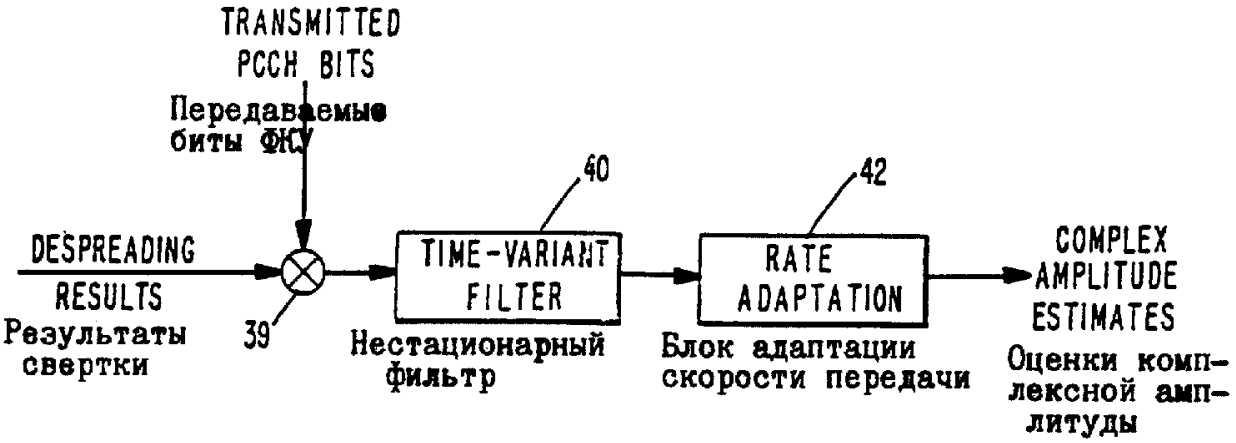
Фиг.3



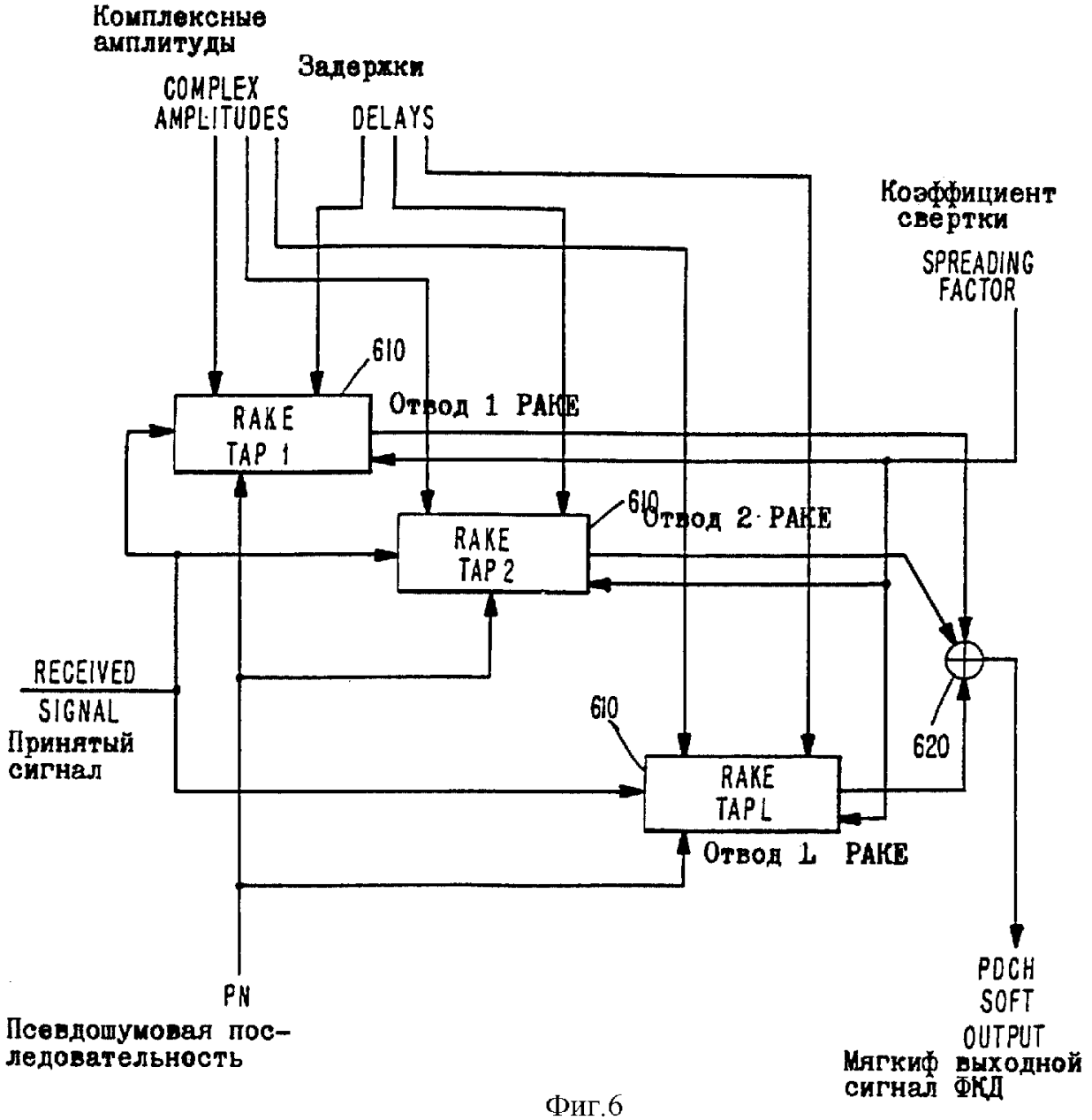
Фиг.4

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1



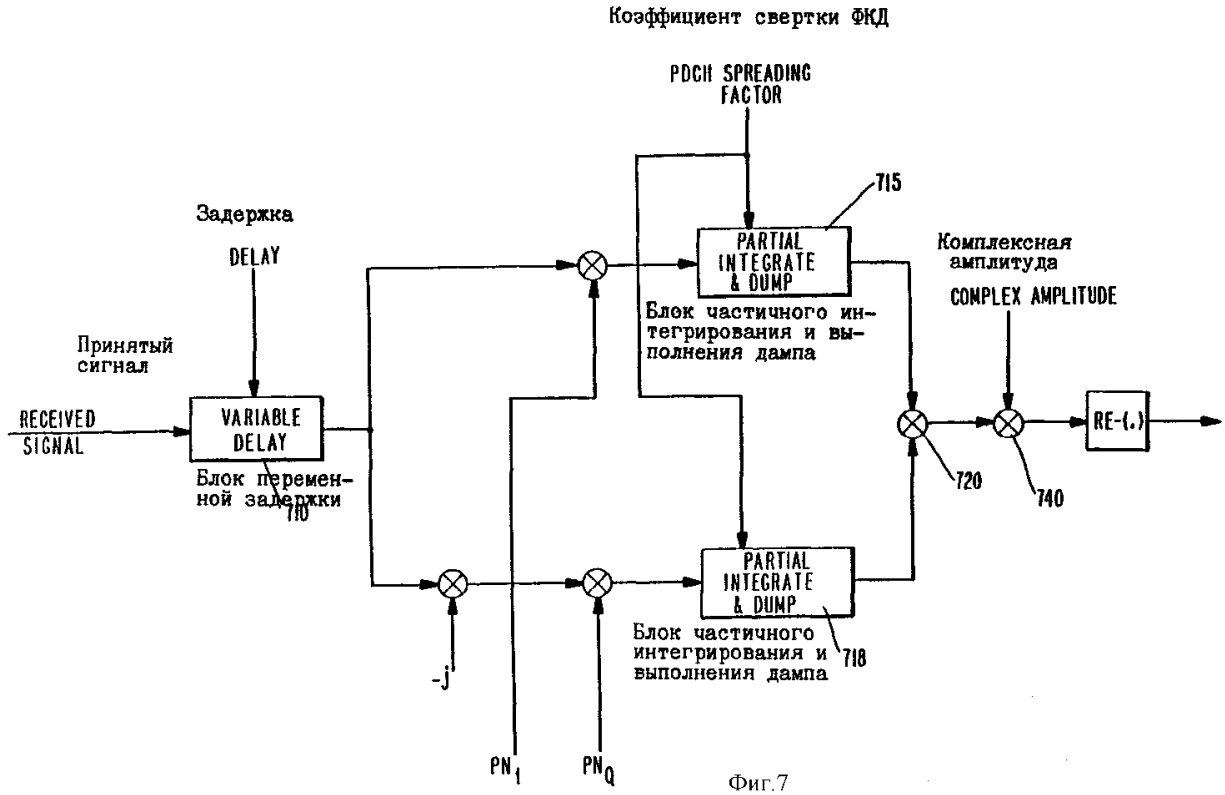
Фиг.5



Фиг.6

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1



Фиг.7

RU 2152686 C1

RU 2152686 C1