РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 501 171** (13) **C2**

(51) МПК
H04L 1/18 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2010143412/08, 20.03.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.03.2009

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
24.03.2008 US 61/038,913
18.03.2009 US 12/406,256

(43) Дата публикации заявки: **27.04.2012** Бюл. № 12

(45) Опубликовано: **10.12.2013** Бюл. № **34**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 2005109727, 17.11.2005. RU 2300175 C2, 27.05.2007. US 7185257 B2, 27.02.2007. EP 1313250 B1, 22.03.2006. US 2005076283 A1, 07.04.2005. RU 2282310 C2, 20.08.2006.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **25.10.2010**

(86) Заявка PCT:
IB 2009/005052 (20.03.2009)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2009/118613 (01.10.2009)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):
ЧЭН Дзунг-Фу (US)

(73) Патентообладатель(и):
ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ Л М ЭРИКССОН (ПАБЛ) (SE)

RU 2501171 C2

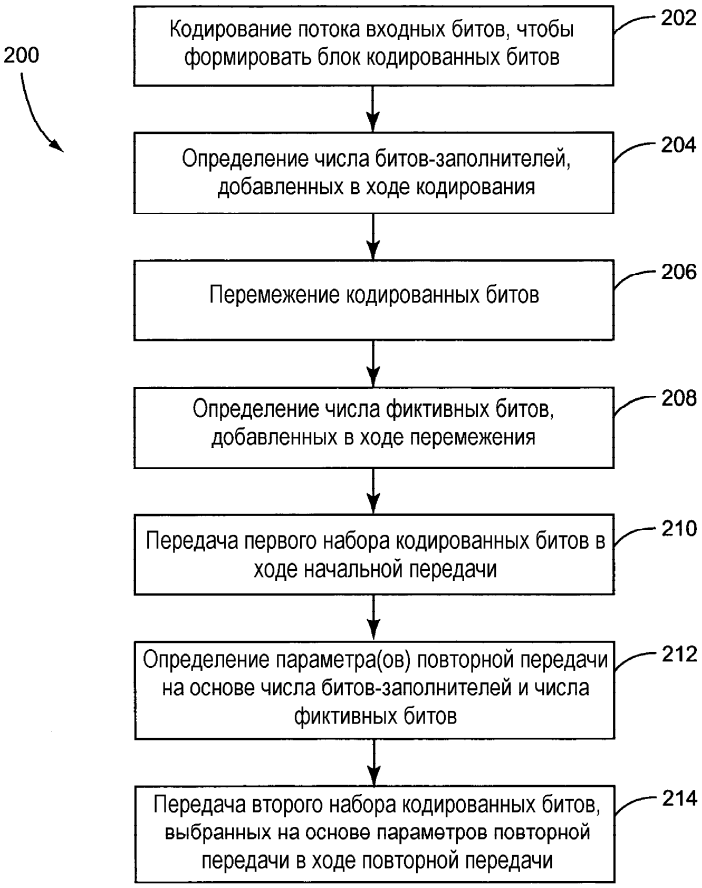
(54) ВЫБОР НАСТРОЕК ПОВТОРНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ HARQ В СЕТЯХ WCDMA И LTE

(57) Реферат:

Изобретение относится к протоколам повторной передачи, а более конкретно к выбору параметров повторной передачи для операций гибридного автоматического запроса на повторную передачу в системах беспроводной связи. Повышение производительности HARQ-операции достигается посредством рассмотрения двух параметров канального кодирования, числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов, при выборе настроек повторной передачи для HARQ-операции. В одном примерном варианте осуществления оптимальная RV-настройка для повторной передачи выбирается на основе числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов. В другом примерном варианте осуществления, смещение адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки выбирается на основе числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов. Технический результат - дополнительное повышение оптимизации настроек повторной передачи для HARQ

RU 2501171 C2

операций. 2 н. и 14 з.п. ф-лы, 9 ил., 10 табл.



ФИГ. 9

RU 2501171 C2

RU 2501171 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 501 171** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
H04L 1/18 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010143412/08, 20.03.2009**

(24) Effective date for property rights:
20.03.2009

Priority:
(30) Convention priority:
24.03.2008 US 61/038,913
18.03.2009 US 12/406,256

(43) Application published: **27.04.2012** Bull. 12

(45) Date of publication: **10.12.2013 Bull. 34**

(85) Commencement of national phase: **25.10.2010**

(86) PCT application:
IB 2009/005052 (20.03.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/118613 (01.10.2009)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
ChEhN Dzung-Fu (US)

(73) Proprietor(s):
TELEFONAKTIEBOLAGET L M EhRIKSSON (PABL) (SE)

RU 2501171 C2

(54) SELECTION OF RETRANSMISSION SETTINGS FOR HARQ IN WCDMA AND LTE NETWORKS

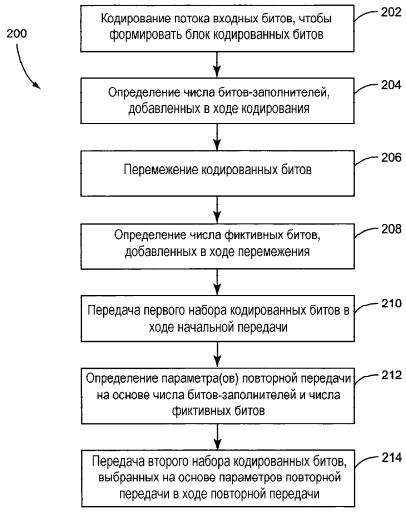
(57) Abstract:

FIELD: information technology.

SUBSTANCE: improvements the performance of HARQ operation are achieved by considering two channel coding parameters, the number of filler bits F and the number of dummy bits N_D, in the selection of the retransmission settings for HARQ operation. In one exemplary embodiment, an optimal RV setting for retransmission is selected based on the number of filler bits F and the number of dummy bits N_D. In another exemplary embodiment, an address offset to the RV starting point for a selected RV setting is selected based on the number of filler bits F and the number of dummy bits N_D.

EFFECT: further improvement of optimisation of retransmission settings for HARQ operations.

16 cl, 9 dwg, 10 tbl



ФИГ. 9

RU 2501171 C2

Родственная заявка

Данная заявка притязает на приоритет предварительной заявки на патент (США) 61/038913, поданной 24 марта 2008 года, и непредварительной заявки на патент (США) 12/406256, поданной 18 марта 2009 года, которые содержатся в данном документе по ссылке.

Уровень техники

Настоящее изобретение, в общем, относится к протоколам повторной передачи для систем беспроводной связи, а более конкретно к выбору параметров повторной передачи для операций гибридного автоматического запроса на повторную передачу в системах беспроводной связи.

Высокоскоростной пакетный доступ по нисходящей линии связи для широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов (WCDMA) и сети по стандарту долгосрочного развития (LTE) использует гибридный автоматический запрос на повторную передачу (HARQ) на физическом уровне, чтобы уменьшать ошибки, которые возникают в ходе передачи данных. В HARQ, биты обнаружения ошибок или контрольные биты добавляются к информационным битам, которые должны быть переданы. Информационные биты с добавленными битами обнаружения ошибок затем кодируются с использованием кода прямой коррекции ошибок и передаются в приемное устройство. Приемное устройство декодирует принимаемые биты и использует биты обнаружения ошибок, чтобы проверять нескорректированные ошибки. Если принимаемый блок данных не декодирован корректно, приемное устройство может запрашивать повторную передачу посредством отправки отрицания приема (NACK) в передающее устройство по обратному каналу управления. Для HARQ типа I, повторная передача содержит биты, идентичные отправляемым при начальной передаче. Для HARQ типа II, иногда называемого HARQ с нарастающей избыточностью, кодированные биты для каждой повторной передачи отличаются от кодированных битов, отправляемых при начальной передаче.

В LTE-системах, информационные биты с добавленными битами обнаружения ошибок кодируются посредством турбокодера, чтобы формировать блок кодированных битов. Кодированные биты в кодовом блоке перемежаются и вводятся в кольцевой буфер. Чтобы поддерживать HARQ-операции, задаются четыре резервных версии (RV). Каждая резервная версия ассоциирована с различной начальной точкой RV в кольцевом буфере. Во время начальной передачи или повторной передачи биты считываются из кольцевого буфера с инициированием в начальной точке RV, соответствующей выбранной резервной версии. Число считанных битов определяет эффективную кодовую скорость. Для целей этой заявки, резервные версии обозначаются как RV0, RV1, RV2 и RV3 и допускается то, что RV0, которая содержит большинство систематических битов, используется для начальной передачи в HARQ-операциях.

Вследствие простоты и регулярности кольцевого буфера, используемого посредством канального кодера в LTE-системах, относительно просто выбирать резервную версию для повторной передачи, которая предоставляет самые большие выигрыши от нарастающей избыточности. Когда RV0 передается во время начальной передачи, RV2 предоставляет самые большие выигрыши от нарастающей избыточности для квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) и других схем модуляции, в которых надежность по битам является идентичной для всех битов в символе модуляции. Поэтому стандарт LTE в настоящий момент указывает стратегию

фиксированной повторной передачи для неадаптивного HARQ-режима PUSCH, в котором RV2 указывается для повторной передачи, когда RV0 используется для начальной передачи.

Тем не менее, оптимизация HARQ-операции является более трудной для схем модуляции высшего порядка, таких как 16QAM и 64QAM, в которых биты в QAM-символе распадаются на различные классы надежности. В этом случае, выбор резервной версии для повторной передачи, которая предоставляет самый большой выигрыш от нарастающей избыточности, не обязательно может приводить к наилучшей производительности. Например, в моделированиях наблюдается то, что RV3 предоставляет большее повышение производительности по сравнению с RV2, когда RV0 передается при начальной передаче для некоторых выбранных кодовых скоростей. Соответственно, имеется потребность в дополнительном повышении оптимизации настроек повторной передачи для HARQ-операций.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для реализации протокола повторной передачи посредством устройства беспроводной связи. Более конкретно, настоящее изобретение относится к способу выбора настроек повторной передачи для HARQ типа II. Устройство беспроводной связи кодирует входной поток битов, чтобы формировать блок кодированных битов для передачи в приемное устройство. Во время кодирования биты-заполнители могут добавляться к входному потоку битов для канального кодирования. Число F битов-заполнителей определяется и сохраняется для последующего использования при выборе настроек повторной передачи. После кодирования кодированные биты перемежаются. Фиктивные биты могут добавляться к кодированным битам для перемежения. Число N_D добавленных фиктивных битов определяется и предоставляется для использования при выборе настроек повторной передачи.

После кодирования и перемежения, первый набор кодированных битов передается во время начальной передачи. Один или более параметров повторной передачи выбираются на основе числа F добавленных битов-заполнителей для кодирования и числа N_D добавленных фиктивных битов для перемежения. Параметры повторной передачи, например, могут содержать RV-настройку для повторной передачи и/или смещение адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки. Если повторная передача запрашивается посредством приемного устройства, второй набор кодированных битов, выбранных на основе параметров повторной передачи, передается в приемное устройство.

В одном примерном варианте осуществления, оптимальная RV-настройка для повторной передачи выбирается на основе числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов. Выбор настроек повторной передачи дополнительно может быть основан на начальной кодовой скорости, используемой во время начальной передачи. В другом примерном варианте осуществления, выбор параметров повторной передачи для повторной передачи содержит выбор смещения адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки.

Краткое описание чертежей

Фиг.1 иллюстрирует примерное устройство беспроводной связи.

Фиг.2 иллюстрирует основные компоненты процессора полосы модулирующих частот, участвующего в обработке физического уровня согласно одному примерному варианту осуществления.

Фиг.3 иллюстрирует примерный турбокодер согласно одному примерному

варианту осуществления.

Фиг.4 иллюстрирует примерную схему согласования скорости согласно одному примерному варианту осуществления.

Фиг.5 иллюстрирует кольцевой буфер для согласования скорости в одном примерном варианте осуществления.

Фиг.6 иллюстрирует относительную производительность различных RV-настроек для повторной передачи для QPSK-модуляции.

Фиг.7 иллюстрирует примерное созвездие 16QAM-модуляции.

Фиг.8 иллюстрирует относительную производительность различных RV-настроек для повторной передачи для 16QAM-модуляции.

Фиг.9 иллюстрирует примерный способ, реализуемый посредством устройства беспроводной связи, реализующего протокол повторной передачи.

Подробное описание изобретения

Ссылаясь теперь на чертежи, фиг.1 иллюстрирует примерный терминал беспроводной связи, указываемый, в общем, посредством номера 100, который может содержать, например, пользовательский терминал или базовую станцию в сети мобильной связи.

Терминал 100 беспроводной связи может работать согласно любому типу связи, известному сегодня или разработанному в дальнейшем. В качестве иллюстрации, раскрытый вариант осуществления работает согласно стандарту LTE.

Терминал 100 беспроводной связи содержит схемы 110 приемо-передающего устройства, соединенные с антенной 102 для передачи и приема сигналов, и схему 120 обработки в полосе модулирующих частот для обработки сигналов, передаваемых и принимаемых посредством терминала 100 беспроводной связи. Хотя только одна антенна 102 показана, специалисты в данной области техники должны принимать во внимание, что терминал 100 беспроводной связи может иметь несколько антенн 102 как для передачи, так и для приема.

Схемы 110 приемо-передающего устройства включают в себя приемное устройство 112 и передающее устройство 114. Резюмируя вкратце, приемное устройство 112 фильтрует, усиливает и преобразует с понижением частоты принимаемые сигналы в частоту в полосе модулирующих частот. Сигналы в полосе модулирующих частот преобразуются в цифровые сигналы для ввода в процессор 120 полосы модулирующих частот. Передающее устройство 114 преобразует передаваемые сигналы, выводимые посредством процессора 120 полосы модулирующих частот, в аналоговые сигналы, которые затем преобразуются с повышением частоты, фильтруются и усиливаются для передачи через антенну 102.

Процессор 120 полосы модулирующих частот, как отмечено выше, обрабатывает сигналы, передаваемые и принимаемые посредством терминала 100 беспроводной связи. Такая обработка включает в себя, например, модуляцию/демодуляцию, канальное кодирование/декодирование, кодирование/декодирование источника. Процессор 120 полосы модулирующих частот может содержать один или более процессоров, микроконтроллеров, аппаратных схем или комбинацию вышеозначенного. Программные инструкции, чтобы управлять работой процессора 120 полосы модулирующих частот, как описано ниже, могут сохраняться в машиночитаемом запоминающем устройстве, таком как оперативное запоминающее устройство (RAM), постоянное запоминающее устройство (ROM), флэш-память или другое запоминающее устройство 130.

Фиг.2 иллюстрирует примерные компоненты процессора 120 полосы

модулирующих частот, используемые для обработки физического уровня сигналов, передаваемых посредством устройства 100 беспроводной связи. В течение интервала времени передачи (TTI) уровень управления доступом к среде (MAC) выводит один или более транспортных блоков в физический уровень для передачи в приемный терминал. Основные компоненты процессора 120 полосы модулирующих частот для обработки физического уровня включают в себя схему 122 сегментации на кодовые блоки и присоединения CRC, схемы канального кодирования, к примеру турбокодеры 124, схемы 126 согласования скорости, схему 128 мультиплексора, схему 130 модуляции и HARQ-контроллер 132. Последовательность входных битов вводится в схему 122 сегментации на кодовые блоки и присоединения CRC. Если число B битов превышает максимальный размер Z кодового блока (к примеру, 6144 бита в LTE), схема 122 сегментации сегментирует транспортный блок на два или более кодовых блока и присоединяет CRC к каждому кодовому блоку. CRC-биты предоставляют возможность приемному устройству обнаруживать нескорректированные ошибки HARQ-операции, как описано ниже. Число кодовых блоков обозначается посредством C, и размеры кодовых блоков обозначаются K_0, K_1, K_2, …, K_{C-1}. Каждый из кодовых блоков кодируется посредством турбокодера 124, чтобы предоставлять прямую коррекцию ошибок в приемном устройстве. Кодированные биты затем вводятся в схему 126 согласования скорости на основе кольцевых буферов. Схема 126 согласования скорости прореживает или повторяет кодированные биты, чтобы формировать указанное число битов, требуемое для того, чтобы согласовывать доступные ресурсы канала. Число кодированных битов, выводимых посредством схемы 126 согласования скорости, зависит от числа назначенных блоков ресурсов, выбранной схемы модуляции и порядка пространственного мультиплексирования. Биты, выводимые посредством схем 126 согласования скорости, мультиплексируются посредством схемы 128 мультиплексирования и вводятся в схему 130 модуляции. Схема 130 модуляции преобразует кодированные биты, выводимые из схемы 126 согласования скорости, в соответствующие символы модуляции в созвездии модуляции. Схемы модуляции, поддерживаемые посредством LTE, включают в себя 16QPSK, 16QAM и 64QAM. HARQ-контроллер 132 предоставляет логическое управление для HARQ-операций, как описано ниже.

Фиг.3 иллюстрирует базовую структуру примерного турбокодера 124. LTE-турбокод - это параллельный конкатенированный сверточный код с использованием двух составляющих сверточных кодеров 132, внутреннего модуля 134 перемежения и мультиплексора 136. В LTE модуль 134 перемежения содержит модуль перемежения на основе квадратурного перестановочного полинома (QPP), имеющий длину в пределах от 40 битов до 6144 битов. В некоторых случаях, биты-заполнители могут добавляться к началу транспортного блока так, что размер кодовых блоков, выводимых в турбокодер 124, согласуется с размером модуля 134 QPP-перемежения в турбокодере 124. Число добавленных битов-заполнителей обозначается посредством F. Когда биты-заполнители используются, биты-заполнители добавляются только к первому кодовому блоку. Для кодового блока из K битов, турбокодер 124 выводит три потока, упоминаемые в данном документе как систематический поток S, первый поток P1 четности и второй поток P2 четности. Каждый из этих потоков имеет длину K+4 бита.

Схема 126 согласования скорости, показанная подробнее на фиг.4, включает в себя модуль 140 перемежения субблоков, чтобы перекомпоновывать биты в каждом из

трех потоков, выводимых посредством турбокодера 124. Модули 140 перемежения субблоков схемы 126 согласования скорости имеют фиксированную ширину столбца из 32 битов. Следовательно, если длина в битах потоков кодированных битов не является кратной 32, фиктивные биты добавляются к потокам кодированных битов, чтобы согласовывать длины потоков с шириной модулей 140 перемежения субблоков. Число N_D добавленных фиктивных битов может вычисляться согласно следующему:

$$N_D=32-\mathrm{mod}(K+4,32), \qquad \text{Уравнение 1,}$$

где mod(.) представляет функцию по модулю.

После перемежения кодированные биты вводятся в кольцевой буфер 142, причем S битов располагаются перед буфером 142, после чего следуют биты P1 и P2. Схема 144 выбора битов, управляемая посредством HARQ-контроллера 132, считывает кодированные биты из кольцевого буфера 142. В случае повторной передачи HARQ-контроллер 132, в общем, должен выбирать различный набор кодовых битов, которые должны быть переданы, чтобы предоставлять нарастающую избыточность.

Кольцевой буфер 142 может концептуально представляться посредством двумерной матрицы, как показано на фиг.5. Первые 32 столбца представляют 32 столбца S битов после перемежения. Последние 64 столбца представляют побитовые чередуемые столбцы битов P1 и P2. Когда биты считываются из кольцевого буфера 142, как биты-заполнители, так и фиктивные биты отбрасываются. Таким образом, действительная эффективная длина кольцевого буфера 142, соответствующая кодовому блоку размера K и числу F битов-заполнителей, задается посредством следующего:

$$CBL=3*K+12-2*F. \qquad \text{Уравнение 2}$$

В системе с гибридным автоматическим запросом на повторную передачу (HARQ) биты обнаружения ошибок или контрольные биты добавляются к информационным битам, которые должны быть переданы. Информационные биты с добавленными битами обнаружения ошибок затем кодируются с использованием кода прямой коррекции ошибок и передаются в приемное устройство. Приемное устройство декодирует принимаемые биты и использует биты обнаружения ошибок, чтобы проверять нескорректированные ошибки. Если принимаемый блок данных не декодирован корректно, приемное устройство может запрашивать повторную передачу посредством отправки отрицания приема (NACK) в передающее устройство по обратному каналу управления. Традиционно, задаются два отличающихся HARQ-режима. Для HARQ типа I, повторная передача содержит биты, идентичные отправляемым при начальной передаче. В HARQ типа II, иногда называемого HARQ с нарастающей избыточностью, кодированные биты для каждой повторной передачи отличаются от кодированных битов, отправляемых при начальной передаче. В стандарте LTE, эти два режима или их комбинация могут быть реализованы посредством выбора другой RV для повторных передач.

Чтобы поддерживать эффективные HARQ-операции, задаются четыре резервных версии (RV) кодированных битов, выводимых посредством турбокодера 124. RV-настройки обозначаются в данном документе как RV0, RV1, RV2 и RV3. Каждая RV-настройка ассоциирована с различной начальной точкой RV. Чтобы получать требуемую кодовую скорость с конкретной RV-настройкой, требуемое число битов данных считывается из кольцевого буфера 142 с инициированием в начальной точке RV для выбранного RV. Если конец кольцевого буфера 142 достигается,

считывание продолжается посредством циклического возврата к началу буфера 142. Таким образом, прореживание и повторение может достигаться с использованием унифицированного способа.

Поскольку S битов находятся перед кольцевым буфером 142, типичным является выбор RV0 для начальной передачи. Чтобы реализовывать HARQ типа I, идентичная RV0 может выбираться для повторной передачи. Чтобы реализовывать HARQ типа II, различные RV-настройки используются для начальной передачи и повторной передачи, чтобы предоставлять нарастающую избыточность (IR). Одна стратегия для оптимизации HARQ-операций, когда используется QPSK-модуляция, состоит в том, чтобы выбирать RV-настройку для первой повторной передачи, которая предоставляет самый большой выигрыш от нарастающей избыточности, т.е. самое большое число новых битов. Таблица 1 ниже показывает процент битов повторения для различных RV-настроек для повторной передачи при условии, что начальная передача использует RV0. Как показано в таблице 1, RV2 имеет меньшее число битов повторения и, таким образом, больший выигрыш от нарастающей избыточности, чем RV1 и RV3.

Таблица 1

Процент битов повторения для различной начальной кодовой скорости и различных RV-настроек для повторной передачи (RV0 предполагается для начальной передачи)

Начальная кодовая скорость	Процент битов повторения			
	RV0	RV1	RV2	RV3
0,97	100%	27%	0%	27%
0,91	100%	31%	0%	31%
0,86	100%	35%	0%	35%
0,82	100%	38%	0%	38%
0,78	100%	41%	0%	41%
0,74	100%	44%	0%	44%
0,71	100%	47%	0%	47%
0,68	100%	49%	0%	49%
0,65	100%	51%	4%	51%
0,63	100%	53%	12%	53%
0,60	100%	55%	19%	55%
0,58	100%	56%	25%	56%
0,56	100%	58%	32%	58%
0,54	100%	59%	37%	59%
0,52	100%	61%	43%	61%
0,51	100%	62%	48%	62%
0,49	100%	63%	52%	63%
0,48	100%	64%	57%	64%
0,46	100%	65%	61%	65%
0,45	100%	66%	65%	66%
0,44	100%	68%	68%	68%
0,43	100%	72%	72%	72%
0,41	100%	78%	78%	78%
0,39	100%	84%	84%	84%
0,37	100%	90%	90%	90%
0,35	100%	95%	95%	95%
0,33	100%	100%	100%	100%

Фиг.6 показывает моделированную относительную производительность QPSK после двух передач с использованием различных начальных кодовых скоростей и RV-настроек для двух передач. Для моделирования предположено, что размер кодового блока составляет 512 битов. На фиг.6, отношение "сигнал-шум", требуемое для

частоты ошибок по блокам (BLER) 10%, иллюстрируется в зависимости от начальной кодовой скорости. График, показанный на фиг.6, показывает, что для кодовых скоростей выше 0,45 повторные передачи на основе RV2 требуют более низкого SNR, чем повторные передачи на основе RV1 и RV3, чтобы получать 10%-ную BLER. Для кодовых скоростей ниже 0,45 повторные передачи на основе RV1, RV2 и RV3 достигают фактически идентичной производительности. Поскольку RV2 предоставляет повышенную производительность на кодовых скоростях выше 0,45 и эквивалентную производительность на кодовых скоростях меньше 0,45, стандарт LTE указывает стратегию фиксированной повторной передачи для неадаптивного HARQ-режима PUSCH, в котором RV2 используется для первой повторной передачи, когда RV0 используется для начальной передачи.

Тогда как стратегия фиксированной повторной передачи, указываемая посредством стандарта LTE, хорошо работает для QPSK, оптимизация HARQ является более сложной для схем модуляции высшего порядка, таких как 16QAM и 64QAM. В этих схемах модуляции высшего порядка биты в QAM-символе распадаются на различные классы надежности. Примерное созвездие 16QAM показано на фиг.7. В 16QAM первые два бита определяют квадрант, в котором находится символ модуляции, при этом вторые два бита определяют то, которая точка в квадранте выбирается. Как результат, четыре бита в QAM-символе принадлежат двум различным классам надежности, причем первые два бита демонстрируют более высокую надежность, чем вторые два бита. Аналогично, биты в 64QAM-символе принадлежат трем классам надежности, причем первые два бита демонстрируют более высокую надежность, чем средние два бита, которые, в свою очередь, демонстрируют более высокую надежность, чем последние два бита. Для HARQ-операций, выигрыши от коррекции надежности битов могут достигаться, если повторяемые биты при повторной передаче передаются в классе надежности, отличном от класса надежности начальной передачи. Таким образом, выигрыши от коррекции надежности битов могут достигаться, если биты, преобразованные в более высокий класс надежности при начальной передаче, преобразуются в более низкий класс надежности при повторной передаче, и наоборот.

В LTE, биты считываются из кольцевого буфера 142, преобразуются в созвездие модуляции без перекомпоновки посредством отдельного канального модуля перемежения. Следовательно, позиции повторно передаваемых битов являются очень регулярными и могут быть прогнозированы. Размеры транспортных блоков в LTE, длина K кодового блока и число F битов-заполнителей являются кратными 8. Таким образом, размер кольцевого буфера 142 в LTE всегда делится на 4. Когда 16QAM используется как при начальной передаче, так и при повторной передаче, биты должны повторяться в идентичном классе надежности, если начальная точка RV двух RV-настроек отличается на кратное 4. Аналогично, когда размер кольцевого буфера 142 является кратным 6 (к примеру, когда F=0, 24 или 48), биты в 64QAM-модуляциях должны повторяться в идентичном классе надежности, если начальные точки двух RV-настроек отличаются на кратное 6.

В некоторых рабочих режимах, повторение битов во время повторной передачи в классе надежности, идентичном классу надежности начальной передачи, может приводить к снижению производительности. В качестве примера, рассмотрим кодовый блок размера K=488, модулируемый с помощью 64QAM. Начальные адреса для RV0 и RV2 - это 30 и 768, соответственно. Поскольку две начальных точки отличаются на кратное 6, любой бит, который повторяется при повторной передаче, должен

преобразовываться в класс надежности, идентичный классу надежности начальной передачи. С другой стороны, начальные адреса RV1 и RV2 - это 399 и 1136, соответственно. Поскольку расстояние между начальной точкой или RV1 или RV3 и RV0 не является кратным 6, повторяемые биты могут быть переданы в различных классах надежности во время повторной передачи.

Фиг.8 иллюстрирует относительную производительность RV1-, RV2- и RV3-настроек для повторной передачи, когда начальная передача использует RV0. График показывает требуемый SNR для BLER в 10% после двух передач для различных начальных кодовых скоростей. График показывает, что RV3 лучше для повторной передачи, когда начальная кодовая скорость ниже 0,58, и что RV2 лучше, когда начальная кодовая скорость выше. Повышенная производительность RV3 для повторной передачи на кодовых скоростях ниже 0,58 обусловлена выигрышем от коррекции надежности битов RV3. При кодовых скоростях ниже 0,58 выигрыш от коррекции надежности битов RV3 перевешивает выигрыш от нарастающей избыточности RV2 для повторной передачи.

Повышение производительности HARQ-операции может достигаться посредством рассмотрения двух параметров канального кодирования, числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов при выборе настроек повторной передачи для HARQ-операции. Набор возможных кодовых блоков может быть классифицирован на двенадцать возможных типов на основе этих факторов канального кодирования. В одном примерном варианте осуществления изобретения, RV-настройка для первой повторной передачи выбирается на основе классификации кодовых блоков, которая зависит от числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов. В этом варианте осуществления, выбор RV-настройки для первой повторной передачи также может принимать во внимание начальную кодовую скорость. Во втором примерном варианте осуществления, классификация кодовых блоков, которая зависит от числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов, используется для того, чтобы выбирать смещение адреса для первой повторной передачи. В этом варианте осуществления, предполагается, что RV2 используется для первой повторной передачи. Смещение адреса добавляется к начальной точке RV2, чтобы сдвигать начальную точку RV2. Сдвиг начальной точки RV2 обеспечивает то, что повторяемые биты при повторной передаче должны преобразовываться в класс надежности, отличный от класса надежности этих битов при начальной передаче как для 16QAM, так и для 64QAM.

Некоторые примеры должны помогать в понимании процесса выбора оптимальной настройки повторной передачи. Следующие примеры предполагают размер кодового блока K=40 битов при использовании 64QAM-модуляции и RV0 для начальной передачи. Поскольку K является размером модуля QPP-перемежения в LTE, биты-заполнители не добавляются к битам данных в этом конкретном примере. Систематические биты S, выводимые посредством турбокодера 124, индексируются как биты 0, 1, 2, …, 43, биты P1 индексируются как биты 44, 45, …, 87, а биты P2 индексируются как биты 88, 89, 90, …, 131. После отбрасывания фиктивных битов длина кольцевого буфера (CBL) составляет 132 бита, что является кратным 6. Четыре начальных точки RV в кольцевом буфере 142 - это 2, 35, 68 и 100. Таблица 2 показывает битовую структуру 22 64QAM-символов. Как показано в таблице 2, первый 64QAM-символ задается посредством кодированных битов 20, 4, 36, 16, 0 и 32. Биты 20 и 4 имеют высокую надежность, биты 36 и 16 имеют среднюю надежность, а биты 0 и 32 имеют низкую надежность. Аналогично, для символа 11 можно отметить,

что биты 74 и 119 имеют высокую надежность, биты 66 и 111 имеют среднюю надежность, а биты 50 и 95 имеют низкую надежность.

Таблица 2

Битовая структура 64QAM для RV0 при K=40

Символ	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
0	20	4	36	16	0	32
1	24	8	40	14	30	22
2	6	38	18	2	34	26
3	10	42	13	29	21	5
4	37	17	1	33	25	9
5	41	15	31	23	7	39
6	19	3	35	27	11	43
7	56	101	72	117	64	109
8	48	93	80	125	60	105
9	44	89	76	121	68	113
10	52	97	84	129	58	103
11	74	119	66	111	50	95
12	82	127	62	107	46	91
13	78	123	70	115	54	99
14	86	131	57	102	73	118
15	65	110	49	94	81	126
16	61	106	45	90	77	122
17	69	114	53	98	85	130
18	59	104	88	75	120	67
19	112	51	96	83	128	63
20	108	47	92	79	124	71
21	116	55	100	87	12	28
Надежность	H	H	M	M	L	L

Таблица 3 иллюстрирует битовую структуру 64QAM-символов для RV2-настройки. Можно отметить, что кодированные биты преобразуются в идентичные классы надежности как для RV0-, так и для RV2-настроек. Таким образом, варьирование надежности между повторяемыми битами не должно корректироваться, если RV2-настройка используется для повторной передачи. Это свойство может легко подтверждаться посредством вычисления расстояния между начальными точками RV0 и RV2 по модулю 6, т.е. mod(68-2, 6)=0.

Таблица 3

Битовая структура 64QAM для RV2 при K=40

Символ	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
0	74	119	66	111	50	95
1	82	127	62	107	46	91
2	78	123	70	115	54	99
3	86	131	57	102	73	118
4	65	110	49	94	81	126
5	61	106	45	90	77	122
6	69	114	53	98	85	130
7	59	104	88	75	120	67
8	112	51	96	83	128	63
9	108	47	92	79	124	71
10	116	55	100	87	12	28
11	20	4	36	16	0	32
12	24	8	40	14	30	22
13	6	38	18	2	34	26

14	10	42	13	29	21	5
15	37	17	1	33	25	9
16	41	15	31	23	7	39
17	19	3	35	27	11	43
18	56	101	72	117	64	109
19	48	93	80	125	60	105
20	44	89	76	121	68	113
21	52	97	84	129	58	103
Надежность	H	H	M	M	L	L

Таблица 4 иллюстрирует битовую структуру 64QAM-символов для RV3-настройки. Можно отметить, что биты, преобразованные в класс высокой надежности в RV0, преобразуются в класс более низкой надежности в RV3. Биты средней надежности в RV0 преобразуются в класс более высокой надежности в RV3. Кроме того, биты в классе низкой надежности в RV0 преобразуются в класс средней надежности в RV3. Следовательно, варьирование надежности между повторяемыми битами корректируется, если RV3-настройка используется для повторной передачи. Аналогично, обратная часть битов в QAM-символе преобразуются в различные классы надежности. Это свойство может легко проверяться посредством вычисления расстояния между начальными точками RV0 и RV3 по модулю 6, т.е. mod(100-2, 6)=2.

Таблица 4

Битовая структура 64QAM для RV3 при K=40

Символ	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
0	45	90	77	122	69	114
1	53	98	85	130	59	104
2	88	75	120	67	112	51
3	96	83	128	63	108	47
4	92	79	124	71	116	55
5	100	87	12	28	20	4
6	36	16	0	32	24	8
7	40	14	30	22	6	38
8	18	2	34	26	10	42
9	13	29	21	5	37	17
10	1	33	25	9	41	15
11	31	23	7	39	19	3
12	35	27	11	43	56	101
13	72	117	64	109	48	93
14	80	125	60	105	44	89
15	76	121	68	113	52	97
16	84	129	58	103	74	119
17	66	111	50	95	82	127
18	62	107	46	91	78	123
19	70	115	54	99	86	131
20	57	102	73	118	65	110
21	49	94	81	126	61	106
Надежность	H	H	M	M	L	L

Таблицы 2-4 указывают, что RV3-настройка предпочитается по сравнению с RV2-настройкой для повторной передачи с точки зрения коррекции надежности битов. Тем не менее, число битов повторения ниже для повторной передачи при RV2, что приводит к большему выигрышу от нарастающей избыточности. Таким образом, оптимальная RV-настройка для повторной передачи должна подводить баланс между выигрышами от коррекции надежности битов и от нарастающей избыточности.

На основе систематического анализа режимов работы всех кодовых блоков, кодовые блоки могут быть классифицированы на двенадцать различных типов кодовых блоков. Кодовые блоки, принадлежащие одному типу кодового блока, демонстрируют аналогичный режим работы и производительность. Поскольку размеры транспортных блоков в LTE являются кратными 8, предусмотрено 764 возможных кодовых блока.

Классификация кодового блока основана на числе F битов-заполнителей, используемых при канальном кодировании, и числе N_D фиктивных битов, используемых при согласовании скорости. Число N_D фиктивных битов может вычисляться согласно уравнению 1. Как отмечено ранее, биты-заполнители добавляются только к первому кодовому блоку в случаях, когда транспортный блок сегментируется на несколько кодовых блоков. Это подразумевает, что различные кодовые блоки в одном транспортном блоке могут быть классифицированы по-разному. Задания этих двенадцати типов кодовых блоков приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Классификация всех 764 возможных кодовых блоков

Тип кодового блока	Число F битов-заполнителей	Число N_D фиктивных битов	Число кодовых блоков этого типа	Пример
1	0	4	15	K-F=504, K=504
2	0	12	31	K-F=496, K=496
3	0	20	15	K-F=488, K=488
4	0	28	127	K-F=512, K=512
5	8	12	16	K-F=520, K=528
6	8	28	112	K-F=536, K=544
7	16	28	96	K-F=1040, K=1056
8	24	28	96	K-F=1032, K=1056
9	32	28	64	K-F=2080, K=2112
10	40	28	64	K-F=2072, K=2112
11	48	28	64	K-F=2064, K=2112
12	56	28	64	K-F=2056, K=2112

Таблица 6 обобщает режим работы RV для 16QAM-модуляции с точки зрения коррекции надежности битов. Таблица 6 приводит расстояние по модулю 4 начальных точек RV1, RV2 и RV3 от начальной точки RV1 для всех двенадцати типов кодовых блоков. Для кодового блока типа 3 (к примеру, F=0 и N_D=20) можно видеть, что расстояние между начальной точкой RV2 или RV3 и начальной точкой RV0 по модулю 4 составляет 2. Таким образом, биты, которые первоначально передаются в позициях b_0 и b_1 16QAM-символа, должны повторяться в позициях b_2 и b_3, и наоборот. Поскольку позиции b_0 и b_1 демонстрируют более высокую надежность передачи, чем позиции b_2 и b_3, можно предположить, что RV2 и RV3 кодовых блоков типа 3 предоставляют выигрыш от коррекции надежности битов. С помощью аналогичного анализа может быть заключено то, что RV1 для кодовых блоков типа 3 предоставляет уменьшенный выигрыш от коррекции надежности битов, поскольку только половина повторяемых битов преобразуется в различные классы надежности. Как отмечено ранее, RV2 предоставляет самые большие выигрыши от нарастающей избыточности. Таким образом, RV2 и RV3 предоставляют идентичный выигрыш от коррекции по битам, при этом RV2 предоставляет больший выигрыш от нарастающей избыточности. Следовательно, оптимальной RV-настройкой для повторной передачи для кодовых блоков типа 3 является RV2 как для высоких начальных кодовых скоростей, так и для низких начальных кодовых скоростей.

Таблица 6

Режим работы RV относительно 16QAM-модуляции

Тип	F	N_D	Стартовое расстояние до RV=0 по модулю 4		
			RV=1	RV=2	RV=3
1	0	4	1	1	3
2	0	12	3	1	3
3	0	20	1	2	2
4	0	28	3	2	0
5	8	12	1	0	3
6	8	28	1	0	0
7	16	28	3	2	2
8	24	28	1	1	2
9	32	28	3	3	1
10	40	28	1	1	1
11	48	28	3	3	3
12	56	28	1	2	3

Анализ 64QAM-модуляции является более сложным, поскольку не все длины кольцевого буфера в равной степени делятся на 6. Сначала рассмотрим 6 типов кодовых блоков, в которых связи кольцевого буфера 142 делятся на 6 (т.е. соответствующие F=0, 24, 48). Для этих типов кодовых блоков, необходимо рассматривать расстояния между начальной точкой RV0 и другими тремя начальными точками RV по модулю 6. Вычисленные результаты для этих шести типов кодовых блоков показаны в таблице 7. Для вышеуказанного кодового блока типа 3 три записи "3, 0, 2" предоставляют краткий итог выигрыша от коррекции битов для различных RV-настроек. Таким образом, выигрыш от коррекции надежности битов является доступными для RV1 и RV3-настроек, но отсутствует для RV2-настройки.

Таблица 7

Режим работы RV относительно 64QAM-модуляции

Тип	F	N_D	CBL по модулю 6	Стартовое расстояние до RV=0 по модулю 6					
				Перед циклическим возвратом			После первого циклического возврата		
				RV=1	RV=2	RV=3	RV=1	RV=2	RV=3
1	0	4	0	3	5	3			
2	0	12	0	3	5	1			
3	0	20	0	3	0	2			
4	0	28	0	3	0	2			
5	8	12	2	3	2	1	1	0	5
6	8	28	2	3	2	2	1	0	0
7	16	28	4	3	4	0	5	0	2
8	24	28	0	3	1	0			
9	32	28	2	3	3	5	1	1	3
10	40	28	4	3	5	5	5	1	1
11	48	28	0	3	1	3			
12	56	28	2	3	4	3	1	2	1

Для шести типов кодовых блоков, в которых длины кольцевого буфера не делятся на 6 (т.е. соответствующие F=8, 16, 32, 40, 56), должны рассматриваться эффекты обертывания в кольцевом буфере 142. Рассмотрим, например, тип 5 кодового блока. Первые три записи "3, 2, 1" перед обертыванием указывают, что RV1- и RV2-настройки предоставляют хороший выигрыш от коррекции надежности битов, и что RV3-настройка предоставляет меньший выигрыш от коррекции надежности битов. Тем не

менее, поскольку длина кольцевого буфера по модулю 6 составляет 2, все относительные расстояния между начальными точками RV сдвигаются на 2 после циклического возврата. Эффект циклического возврата обобщается посредством следующих трех записей в таблице 7. Для более низких кодовых скоростей, когда большее число кодированных битов передается, комбинированные эффекты до и после циклического возврата определяют производительность различных RV-настроек. Может быть заключено то, что RV1 с расстоянием по модулю 3 перед циклическим возвратом и 1 после циклического возврата предоставляет самый больший выигрыш от коррекции по битам для трех вариантов RV для кодовых блоков типа 5.

Инфраструктура накапливаемой условной взаимной информации (ACMI) предоставляет систематический способ, чтобы оценивать комбинированные эффекты выигрыша от нарастающей избыточности и выигрыша от коррекции надежности битов для различных типов кодовых блоков. Во-первых, для каждой скорости кодирования и RV-настройки, число битов, которые повторяются, и число битов, которые не повторяются, может вычисляться на основе общего числа кодированных битов и расстояния между начальными точками RV. Во-вторых, для этих повторяемых битов, шаблоны надежности передачи могут считываться из таблиц 6 и 7. Вычисленные результаты из первых двух этапов затем предоставляются в следующую формулу ACMI:

$$ACMI = \frac{1}{N_{data}} \sum_{b} N_b \cdot C(b \cdot SNR), \qquad \text{Уравнение 3}$$

- где N_{data} представляет общее число кодированных битов, N_b представляет число битов, которые повторяются b раз, C(.) представляет функцию пропускной способности способа модуляции, и SNR задается равным типичному отношению "сигнал-шум", требуемому для этой скорости кодирования. Более конкретно, значения N_b определяются посредством первого этапа. Второй этап определяет формулу пропускной способности, которая должна использоваться.

При условии, что RV0 используется для начальной передачи, таблица 8 приводит оптимальную RV-настройку для первой повторной передачи на основе типа кодового блока, который зависит от факторов канального кодирования, как описано выше. Таблица 8 предоставляет две различных RV-настройки для каждого типа кодового блока: одну для низких начальных кодовых скоростей и одну для высоких начальных кодовых скоростей. Пороговое значение t кодовой скорости может указываться для каждого типа кодового блока. Таким образом, для данного типа кодового блока, оптимальная RV-настройка для повторной передачи определяется посредством сравнения кодовой скорости начальной передачи с пороговым значением t кодовой скорости. Если начальная кодовая скорость ниже порогового значения t кодовой скорости, RV-настройка для низкой начальной кодовой скорости выбирается. Наоборот, если начальная кодовая скорость превышает пороговое значение t кодовой скорости, RV-настройка для случая высокой начальной кодовой скорости выбирается. Из таблиц можно видеть, что выигрыш от нарастающей избыточности является доминирующим фактором для случаев высокой кодовой скорости, в то время как эффекты коррекции надежности битов являются более важными для случаев более низкой кодовой скорости. Пороговые кодовые скорости для выбора оптимальной RV являются, в общем, различными для различных типов кодовых блоков и длин кодовых

блоков. Тем не менее, пороговые значения, в общем, находятся в диапазоне 0,52-0,57. Следовательно, для упрощенной реализации, можно использовать одно пороговое значение для всех типов и размеров кодовых блоков без потерь производительности.

Таблица 8

Оптимальная RV-настройка для повторной передачи для 16QAM при RV0 для начальной передачи

Тип кодового блока	Число F битов-заполнителей	Число фиктивных битов	Оптимальная RV для повторной передачи	
			Случай низкой начальной кодовой скорости	Случай высокой начальной кодовой скорости
1	0	4	2	2
2	0	12	2	2
3	0	20	2	2
4	0	28	2	2
5	8	12	3	2
6	8	28	1	2
7	16	28	2	2
8	24	28	3	2
9	32	28	2	2
10	40	28	2	2
11	48	28	2	2
12	56	28	2	2

В качестве примера, оптимальной RV-настройкой для кодового блока типа 5 (к примеру, F=8 и N_D=12) является RV3, если начальная кодовая скорость ниже порогового значения t кодовой скорости, и RV2, если начальная кодовая скорость превышает пороговое значение t кодовой скорости. Примерная настройка для порогового значения t кодовой скорости составляет 0,52. Тем не менее, пороговому значению t кодовой скорости может присваиваться различное значение для каждого различного типа кодового блока. Пороговому значению t кодовой скорости также могут присваиваться различные значения для различных размеров кодового блока. Для упрощенной реализации, одно пороговое значение t кодовой скорости может использоваться для всех типов и размеров кодовых блоков.

Таблица 9 приводит оптимальные RV-настройки для повторной передачи для 64QAM при допущении, что начальная передача осуществляется с использованием RV0. Для 64QAM, оптимальной настройкой повторной передачи для кодового блока типа 5 (к примеру, F=8 и N_D=12) является RV1, если начальная кодовая скорость ниже порогового значения t кодовой скорости, и RV2, если начальная кодовая скорость превышает пороговое значение t кодовой скорости.

Таблица 9

Оптимальная RV-настройка для повторной передачи для 64QAM при RV=0 для начальной передачи

Тип кодового блока	Число F битов-заполнителей	Число N_D фиктивных битов	Оптимальная RV для повторной передачи	
			Случай низкой начальной кодовой скорости	Случай высокой начальной кодовой скорости
1	0	4	3	2
2	0	12	1	2
3	0	20	3	2
4	0	28	3	2
5	8	12	1	2
6	8	28	1	2
7	16	28	3	2
8	24	28	1	2
9	32	28	3	2

10	40	28	1	2
11	48	28	3	2
12	56	28	2	2

Следует отметить, что большие транспортные блоки могут быть сегментированы так, чтобы создавать несколько кодовых блоков. Поскольку канальное кодирование в LTE проектируется так, что биты-заполнители, если требуется, должны присутствовать только в первом кодовом блоке, сегментация транспортного блока должна приводить к случаям, в которых первый кодовый блок имеет тип кодового блока, отличный от других кодовых блоков. Этого случая можно не допускать посредством проектирования больших транспортных блоков так, что биты-заполнители не требуются. Также следует отметить, что если повторная передача использует модуляцию, отличную от модуляции для предыдущей передачи, то биты не должны преобразоваться в идентичные классы надежности. Следовательно, выигрыш от коррекции надежности битов также может захватываться посредством переключения модуляций при повторных передачах.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения классификация кодовых блоков на основе числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов используется для того, чтобы проектировать оптимальные смещения начальных адресов для RV2. Одно смещение для каждого типа кодового блока совместно оптимизирует производительность повторных передач 16QAM и 64QAM. Более конкретно, смещение к начальному адресу RV2 выбирается для каждого типа кодового блока так, что расстояние по модулю между новой начальной точкой и расстояние по модулю для RV0 становится равным 2 для случая 16QAM и 2, 3 или 4 для случая 64QAM. Такие чистые расстояния по модулю максимизируют выигрыш от коррекции надежности битов для двух модуляций QAM при одновременном сохранении выигрыша от нарастающей избыточности, внутренне присущего из настройки повторной передачи RV2.

В качестве примера, рассмотрим кодовые блоки типа 2 в качестве первого примера. Расстояние по модулю для 16QAM составляет 1, а для 64QAM составляет 5. Чтобы оптимизировать выигрыш от коррекции надежности битов 16QAM, смещение 1 должно быть достаточным. Тем не менее, такое смещение должно быть неудачным для 64QAM, поскольку чистое расстояние по модулю становится равным 0, что означает полную потерю выигрыша от коррекции надежности битов. Следовательно, совместная оптимизация для обеих модуляций должна задавать смещение равным 5. При этом смещении чистые расстояния по модулю становятся 2 и 4 для 16QAM и 64QAM, соответственно.

Теперь рассмотрим кодовые блоки типа 10 в качестве второго примера. Расстояние по модулю для 16QAM и расстояние по модулю для 64QAM перед обертыванием являются идентичными расстояниям по модулю для кодовых блоков типа 2, только что поясненных. Тем не менее, эффекты обертывания должны рассматриваться для кодовых блоков типа 10. В частности, можно видеть то, что смещение в 5 задает расстояние по модулю для 64QAM после циклического возврата равным 0, что удаляет выигрыш от коррекции надежности битов для этих кодированных битов. Чтобы объединять оптимизацию для модуляций и эффектов циклического возврата, смещение должно задаваться равным 9. При этом смещении чистое расстояние по модулю становится равным 2 для 16QAM, а чистые расстояния по модулю для 64QAM до и после обертывания становятся равными 2 и 4, соответственно.

Полная схема смещений адресов RV2 предоставляется в таблице 10. Следовательно,

оптимальное смещение адреса для настройки повторной передачи RV2 может выбираться на основе двух параметров: число F битов-заполнителей и число N_D фиктивных битов.

Таблица 10

Оптимальное смещение адреса к начальной точке RV2 при RV0 для начальной передачи

Тип кодового блока	Число F битов-заполнителей	Число N_D фиктивных битов	Смещение адреса
1	0	4	5
2	0	12	5
3	0	20	4
4	0	28	4
5	8	12	2
6	8	28	2
7	16	28	4
8	24	28	1
9	32	28	7
10	40	28	9
11	48	28	3
12	56	28	0

Выбор оптимальной RV-настройки или начальной точки RV, как описано выше, может приводить к 2 дБ в усилениях SNR по сравнению со стратегией фиксированной повторной передачи, которая в настоящий момент указана в LTE. Фиг.8 иллюстрирует один такой пример.

Фиг.9 иллюстрирует примерный способ 200 для реализации протокола повторной передачи в терминале беспроводной связи. Способ 200 может быть реализован посредством терминала 100 беспроводной связи, к примеру, пользовательского терминала в сети беспроводной связи, или базовой станции, также называемой e-узлом B в стандарте LTE. Способ 200 начинается посредством кодирования входного потока битов, чтобы формировать блок кодированных битов для передачи из передающего устройства в приемное устройство (этап 202). В одном примерном варианте осуществления, кодирование может выполняться посредством турбокодера 124. Во время кодирования биты-заполнители F могут добавляться к входному потоку битов, чтобы согласовывать размер входного потока битов с внутренним модулем перемежения турбокодера 124. Число F битов-заполнителей определяется и сохраняется для последующего использования при выборе настроек повторной передачи (этап 204). Можно отметить, что биты-заполнители не требуются в некоторых случаях. Следовательно, число битов-заполнителей может равняться 0. После кодирования кодированные биты перемежаются (этап 206). В одном примерном варианте осуществления, модули 140 перемежения субблоков используются для того, чтобы перемежать систематические биты S, биты P1 и биты P2, выводимые посредством турбокодера 124. Фиктивные биты могут добавляться к каждому из потоков битов, выводимых посредством турбокодера 124, чтобы согласовывать потоки битов с размером модуля 140 перемежения субблоков. Число N_D фиктивных битов, добавленное к каждому из потоков битов, определяется и предоставляется для использования при выборе настроек повторной передачи (этап 208).

Как отмечено выше, терминал 100 беспроводной связи может реализовывать протокол повторной передачи, такой как протокол гибридного автоматического запроса на повторную передачу (HARQ). Чтобы реализовывать HARQ типа 2, различные наборы кодированных битов, к примеру, различные RV, передаются во

время начальной передачи и всех необходимых повторных передач. Более конкретно, первый набор кодированных битов передается во время начальной передачи (этап 210). Один или более параметров повторной передачи выбираются на основе числа F битов-заполнителей, используемых для кодирования, и числа N_D фиктивных битов, используемых для перемежения (этап 212). Параметры повторной передачи, например, могут содержать RV-настройку для повторной передачи или смещение адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки. Если повторная передача запрашивается посредством приемного устройства, второй набор кодированных битов, выбранных на основе параметров повторной передачи, передается в приемное устройство (этап 214).

В одном примерном варианте осуществления, оптимальная RV-настройка для повторной передачи выбирается на основе числа F битов-заполнителей и числа N_D фиктивных битов.

Оптимальная в этом контексте означает RV-настройку, которая требует наименьшего SNR, чтобы получать частоту ошибок по блокам в 10%. Выбор настроек повторной передачи дополнительно может быть основан на начальной кодовой скорости, используемой во время начальной передачи.

В другом примерном варианте осуществления, выбор параметров повторной передачи для повторной передачи содержит выбор смещения адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки. В одном примерном варианте осуществления, RV2-настройка используется для повторной передачи, чтобы предоставлять выигрыши от нарастающей избыточности, и смещение адреса к RV2-настройке выбирается, чтобы совместно оптимизировать выигрыши от коррекции надежности битов как для 16QAM, так и для 64QAM.

Разумеется, настоящее изобретение может осуществляться конкретными способами, отличными от изложенных в данном документе, без отступления от объема и важнейших характеристик изобретения. Следовательно, настоящие варианты осуществления должны рассматриваться во всех отношениях как иллюстративные, а не ограничивающие, и все изменения, попадающие в рамки смысла и эквивалентности прилагаемой формулы изобретения, должны охватываться ей.

Формула изобретения

1. Способ адаптации настроек повторной передачи в терминале беспроводной связи, реализуемый посредством передающего устройства, при этом способ содержит этапы, на которых:

- кодируют входной поток битов, чтобы формировать блок кодированных битов для передачи из передающего устройства в приемное устройство, причем во время кодирования добавляют биты-заполнители к входному потоку битов;
- определяют число битов-заполнителей, добавленных к входному потоку битов для упомянутого кодирования, и сохраняют для последующего использования при выборе настроек повторной передачи;
- перемежают кодированные биты, причем для перемежения добавляют фиктивные биты к кодированным битам;
- определяют число фиктивных битов, добавленных к упомянутым кодированным битам для упомянутого перемежения, и сохраняют для последующего использования при выборе настроек повторной передачи;
- передают, при начальной передаче, первый набор упомянутых кодированных битов;

- определяют один или более параметров повторной передачи на основе числа битов-заполнителей, используемых для кодирования, и числа фиктивных битов, используемых для перемежения, причем один или более параметров повторной передачи содержит RV-настройки (RV резервная версия) для повторной передачи или смещение адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки; и

- передают, при повторной передаче, второй набор упомянутых кодированных битов, выбранный на основе упомянутых параметров повторной передачи.

2. Способ по п.1, в котором кодирование входного потока битов, чтобы формировать блок кодированных битов для передачи, содержит этапы, на которых:

- кодируют входной поток битов в турбокодере, имеющем внутренний модуль перемежения заранее определенного размера; и

- добавляют биты-заполнители к упомянутому входному потоку битов так, что общее число входных битов в упомянутый турбокодер с упомянутыми добавленными битами-заполнителями равняется размеру внутреннего модуля перемежения турбокодера.

3. Способ по п.2, в котором перемежение кодированных битов содержит этапы, на которых:

- делят кодированные биты на поток систематических битов и два потока битов четности;

- добавляют фиктивные биты к упомянутому потоку систематических битов и упомянутым потокам битов четности;

- перемежают поток систематических битов и упомянутые потоки битов четности с упомянутыми добавленными фиктивными битами.

4. Способ по п.1, в котором передача первого набора упомянутых кодированных битов из упомянутого передающего устройства в приемное устройство во время начальной передачи содержит этап, на котором передают первую резервную версию упомянутого кодированного бита во время упомянутой начальной передачи.

5. Способ по п.4, в котором определение одного или более параметров повторной передачи на основе числа битов-заполнителей, используемых для кодирования, и числа фиктивных битов, используемых для перемежения, содержит этап, на котором определяют вторую резервную версию упомянутых кодированных битов на основе упомянутого числа битов-заполнителей и упомянутого числа фиктивных битов.

6. Способ по п.5, в котором передача второго набора упомянутых кодированных битов, выбранных на основе упомянутых параметров повторной передачи, содержит этап, на котором передают вторую резервную версию упомянутых кодированных битов при упомянутой повторной передаче.

7. Способ по п.4, в котором определение одного или более параметров повторной передачи на основе числа битов-заполнителей, используемых для кодирования, и числа фиктивных битов, используемых для перемежения, содержит этап, на котором определяют смещение при повторной передаче для второй резервной версии упомянутых кодированных битов на основе упомянутого числа битов-заполнителей и упомянутого числа фиктивных битов.

8. Способ по п.7, в котором передача второго набора упомянутых кодированных битов, выбранных на основе упомянутых параметров повторной передачи, содержит этап, на котором передают упомянутую вторую резервную версию упомянутых кодированных битов при упомянутой повторной передаче с начальным местоположением, определенным на основе упомянутого смещения при повторной передаче.

9. Терминал беспроводной связи, содержащий:

- схему канального кодирования, включающую в себя кодер, чтобы кодировать входной поток битов, чтобы формировать блок кодированных битов для передачи, причем кодер выполнен с возможностью добавления битов-заполнителей к входному потоку битов во время кодирования, и модуль перемежения, чтобы перемежать кодированные биты, выводимые посредством кодера, причем модуль перемежения выполнен с возможностью добавления фиктивных битов к кодированным битам для перемежения;

- передающее устройство, чтобы передавать первый набор упомянутых кодированных битов при начальной передаче и второй набор упомянутых кодированных битов при повторной передаче; и

- блок управления, выполненный с возможностью:

- определять один или более параметров повторной передачи на основе числа битов-заполнителей, используемых для того, чтобы кодировать упомянутый входной поток битов, и числа фиктивных битов, используемых для того, чтобы перемежать кодированные биты, причем один или более параметров повторной передачи содержит RV-настройки (RV резервная версия) для повторной передачи или смещение адреса к начальной точке RV для выбранной RV-настройки; и

- выбирать второй набор кодированных битов, передаваемых при упомянутой повторной передаче, на основе упомянутых параметров повторной передачи.

10. Терминал беспроводной связи по п.9, в котором схема канального кодирования содержит турбокодер, имеющий внутренний модуль перемежения и два параллельных сверточных кодера, и в котором схема кодирования выполнена с возможностью добавлять биты-заполнители к упомянутому входному потоку битов так, что общее число входных битов для упомянутых сверточных кодеров с упомянутыми добавленными битами-заполнителями равняется размеру внутреннего модуля перемежения турбокодера.

11. Терминал беспроводной связи по п.10, в котором схема канального кодирования выполнена с возможностью:

- делить кодированные биты на поток систематических битов и два потока битов четности;

- добавлять фиктивные биты к упомянутому потоку систематических битов и упомянутым потокам битов четности; и

- перемежать поток систематических битов и упомянутые потоки битов четности с упомянутыми добавленными фиктивными битами.

12. Терминал беспроводной связи по п.9, в котором модуль управления и передающее устройство выполнены с возможностью передавать первую резервную версию упомянутых кодированных битов при упомянутой начальной передаче.

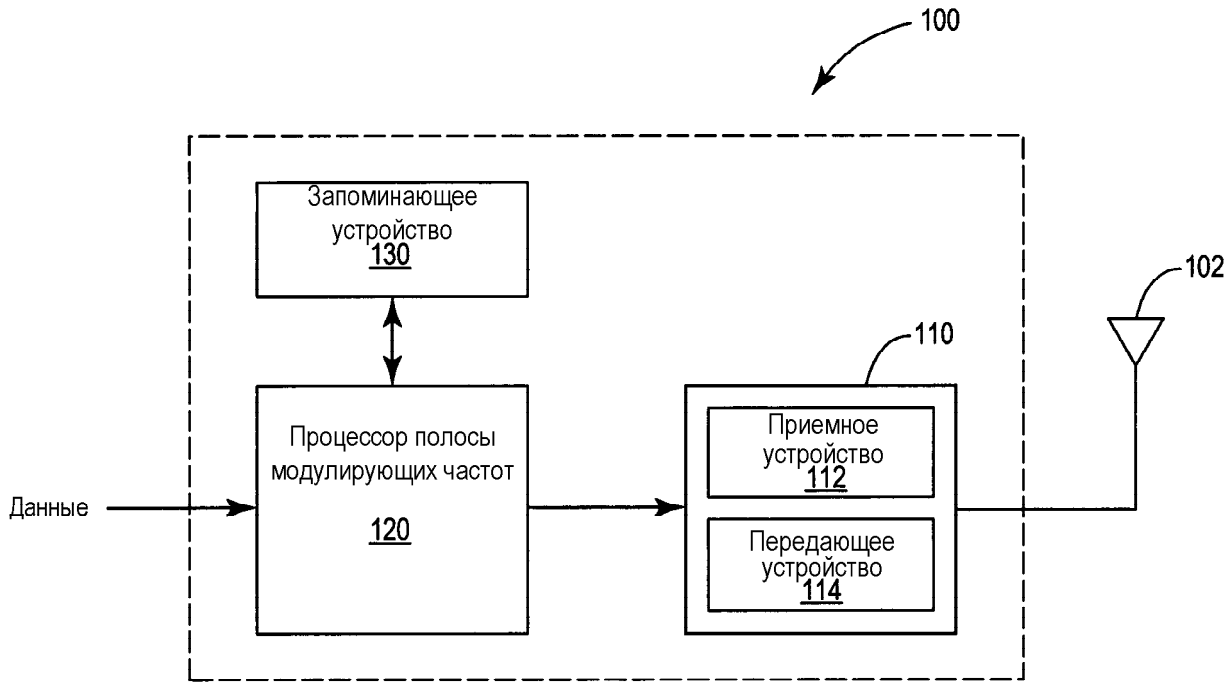
13. Терминал беспроводной связи по п.12, в котором модуль управления определяет вторую резервную версию кодированных битов для повторной передачи на основе числа битов-заполнителей и числа фиктивных битов.

14. Терминал беспроводной связи по п.12, в котором модуль управления и передающее устройство выполнены с возможностью передавать вторую резервную версию кодированных битов при повторной передаче как второй набор кодированных битов.

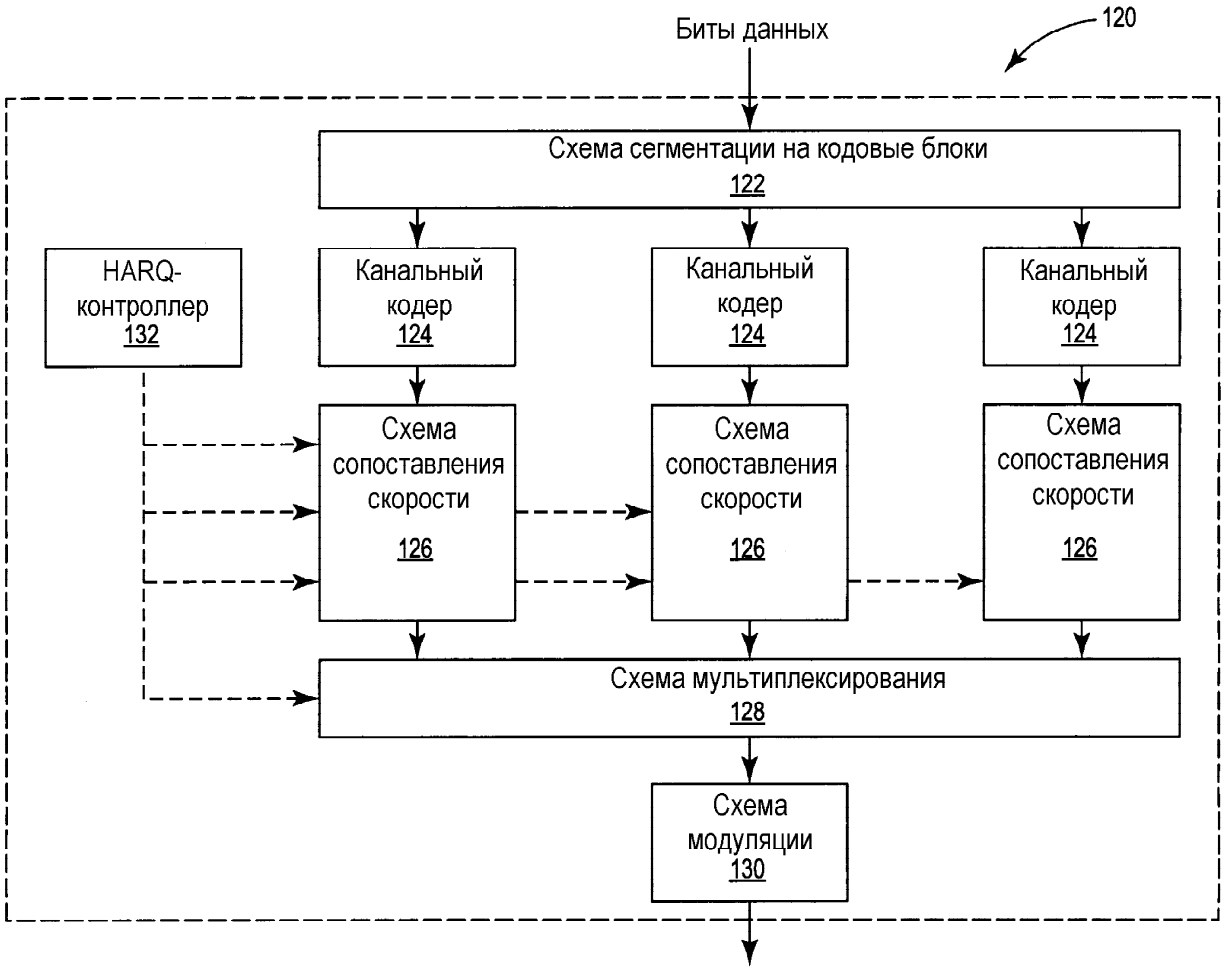
15. Терминал беспроводной связи по п.14, в котором модуль управления определяет смещение при повторной передаче для второй резервной версии упомянутых кодированных битов на основе упомянутого числа битов-заполнителей и

упомянутого числа фиктивных битов.

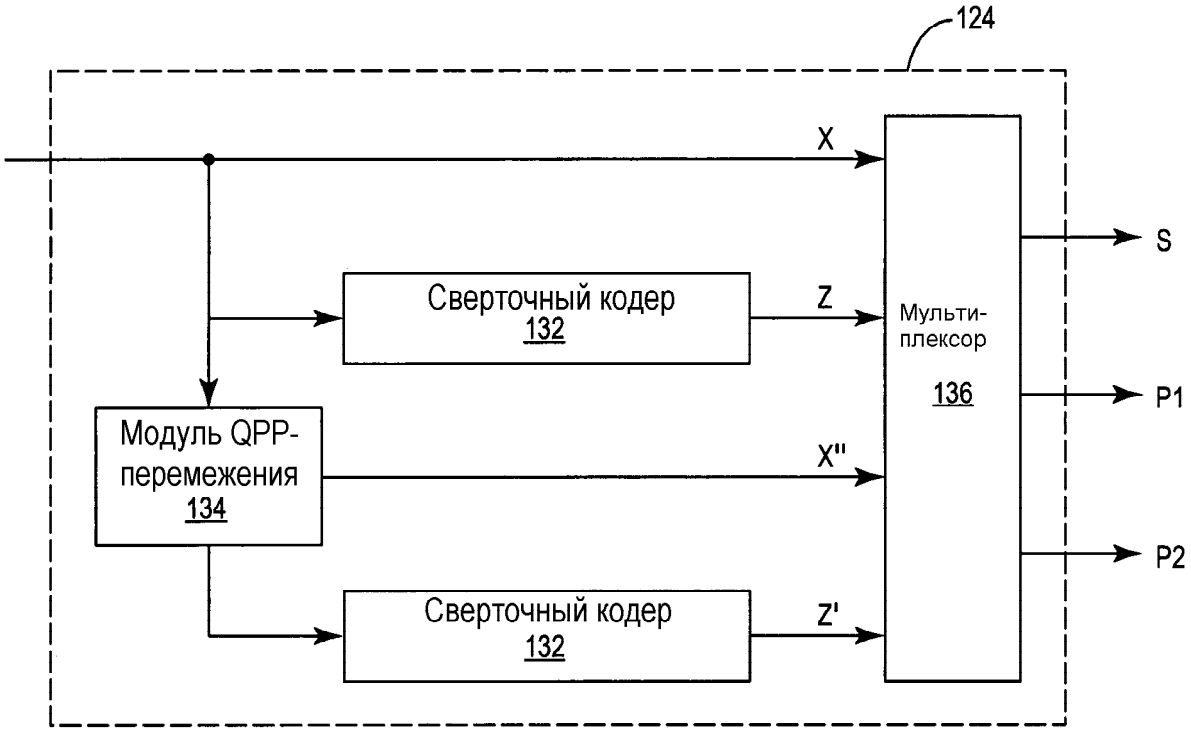
16. Терминал беспроводной связи по п.15, в котором модуль управления и передающее устройство выполнены с возможностью передавать вторую резервную версию кодированных битов при упомянутой повторной передаче с начальным местоположением, определенным на основе упомянутого смещения при повторной передаче.


100
Запоминающее устройство 130
102
110
Процессор полосы модулирующих частот 120
Данные
Приемное устройство 112
Передающее устройство 114

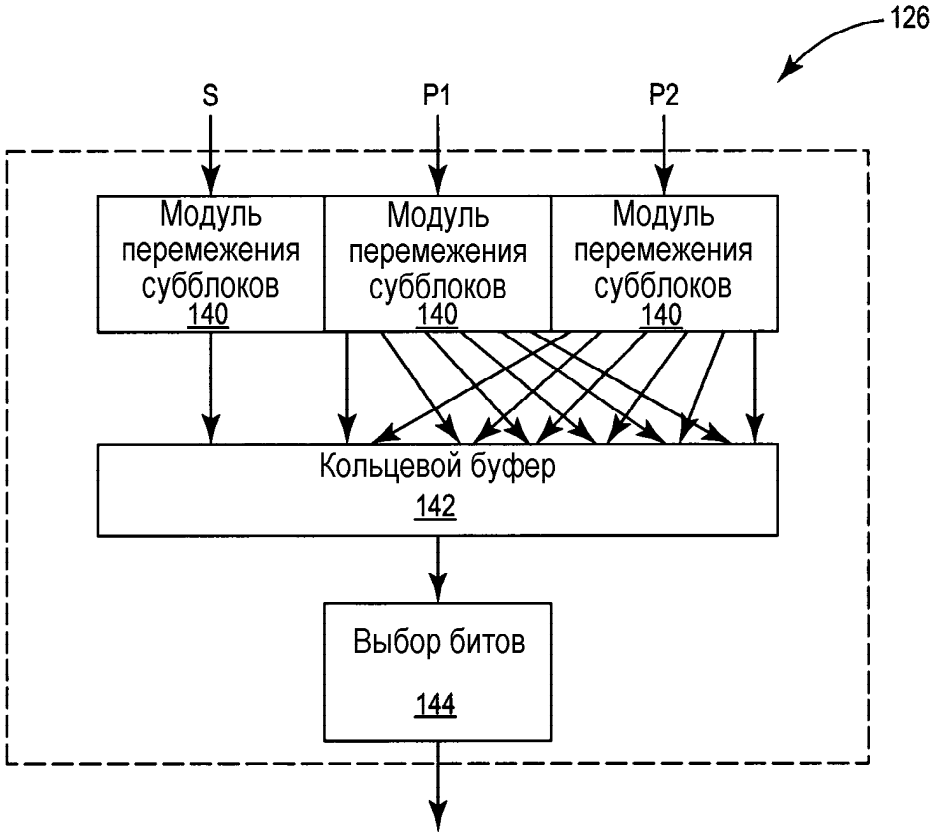
ФИГ. 1


Биты данных
120
Схема сегментации на кодовые блоки 122
HARQ-контроллер 132
Канальный кодер 124
Канальный кодер 124
Канальный кодер 124
Схема сопоставления скорости 126
Схема сопоставления скорости 126
Схема сопоставления скорости 126
Схема мультиплексирования 128
Схема модуляции 130

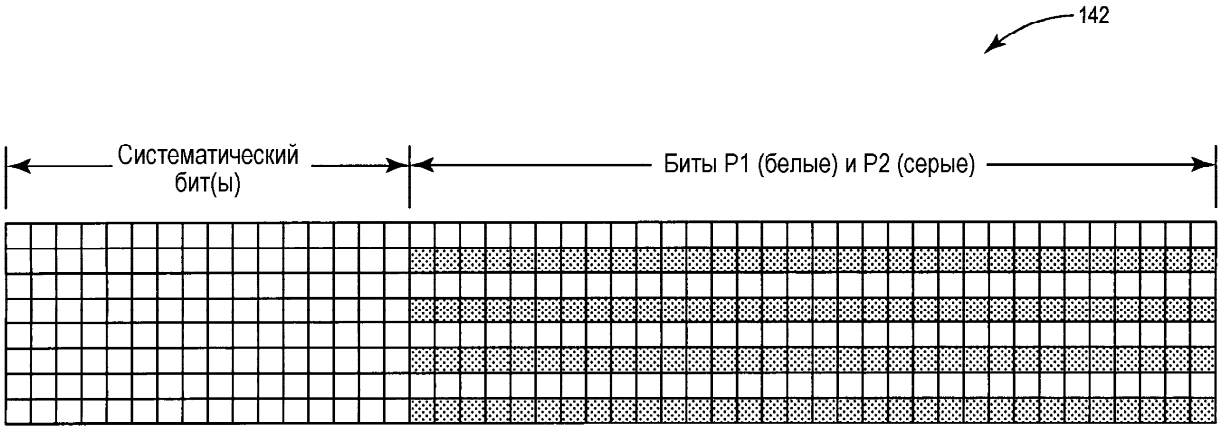
ФИГ. 2


124
X
S
Сверточный кодер
132
Z
Мульти-
плексор
136
P1
Модуль QPP-
перемежения
134
X''
P2
Сверточный кодер
132
Z'

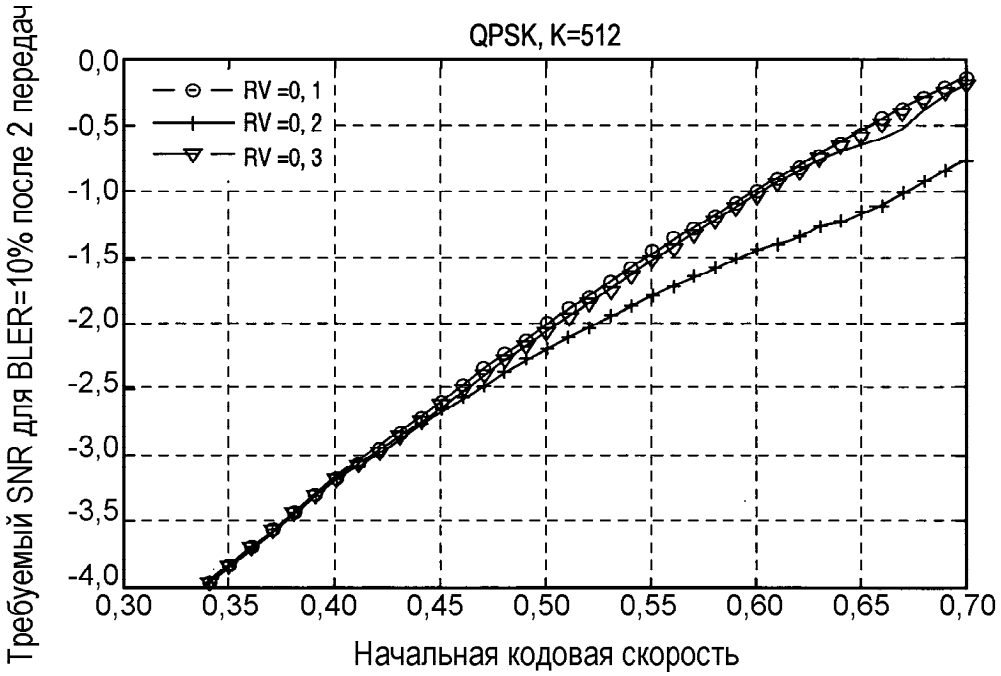
ФИГ. 3


126
S
P1
P2
Модуль
перемежения
субблоков
140
Модуль
перемежения
субблоков
140
Модуль
перемежения
субблоков
140
Кольцевой буфер
142
Выбор битов
144

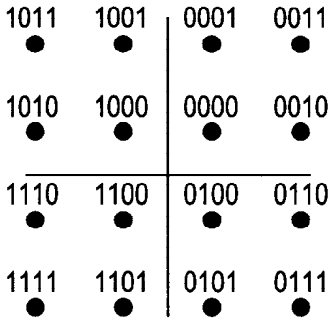
ФИГ. 4



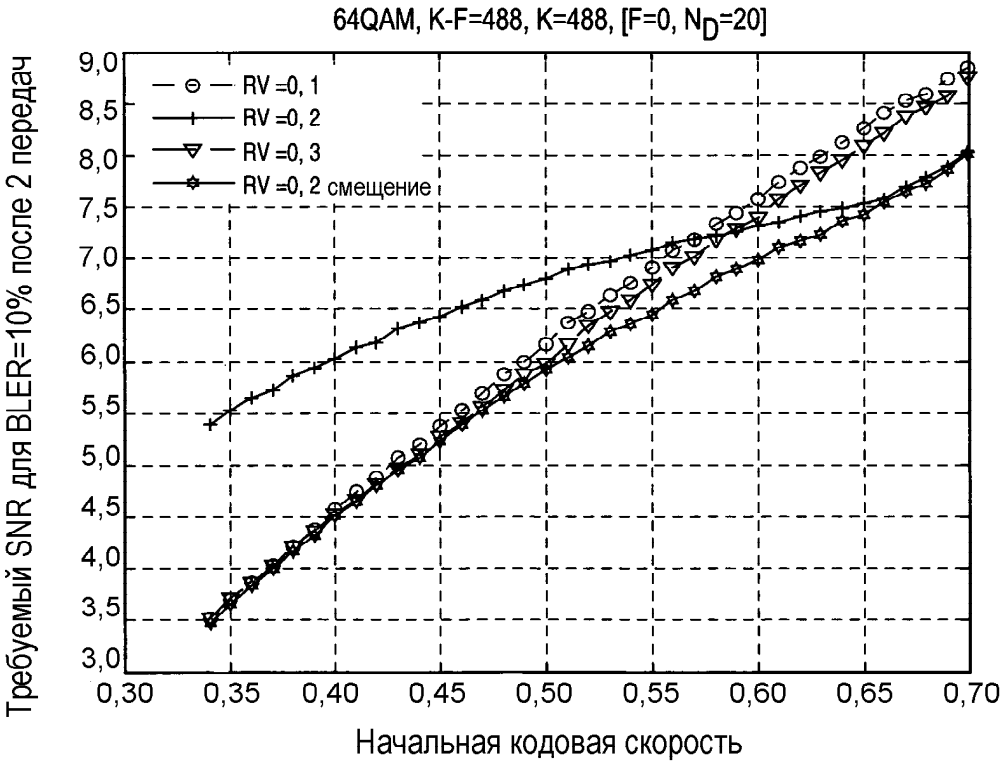
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7


64QAM, K-F=488, K=488, [F=0, N_D=20]
RV =0, 1
RV =0, 2
RV =0, 3
RV =0, 2 смещение
Требуемый SNR для BLER=10% после 2 передач
9,0
8,5
8,0
7,5
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
0,30
0,35
0,40
0,45
0,50
0,55
0,60
0,65
0,70
Начальная кодовая скорость

ФИГ. 8