



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 133 555⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ H 04 B 7/185

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97112015/09, 18.07.1997

(46) Дата публикации: 20.07.1999

(56) Ссылки: WO 95/25388 A, 21.09.95. US 4375697 A, 01.03.83. US 4532635 A, 30.07.95. WO 86/02507 A, 24.04.86. GB 2134755 A, 15.08.84.

(98) Адрес для переписки:
103735, Москва, ул.Ильинка 5/2, Союзпатент,
патентному поверенному Дудушкину С.В.

(71) Заявитель:
Тузов Георгий Иванович

(72) Изобретатель: Тузов Г.И.

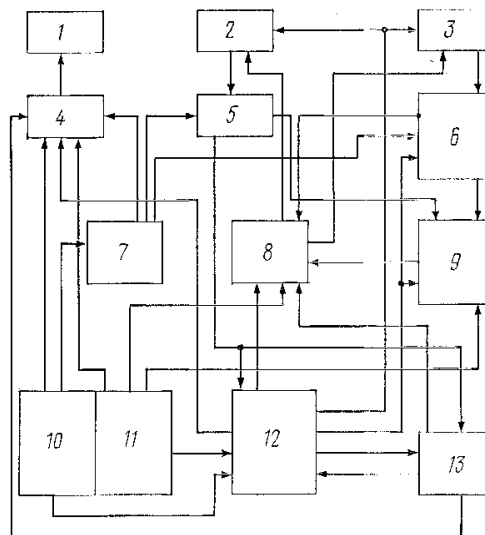
(73) Патентообладатель:
Тузов Георгий Иванович

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ И НИЗКОСКОРОСТНОЙ СВЯЗИ ЧЕРЕЗ СПУТНИКИ НА НИЗКИХ И СРЕДНИХ ОРБИТАХ

(57) Реферат:

В способе многостанционной связи через спутники, согласно которому на абонентских станциях осуществляют модуляцию высокоскоростной и низкоскоростной информацией различных, но сфазированных между собой псевдослучайных кодов, модулирующих несущие, излучение полученных пакетов информации с преамбулами на спутники-ретрансляторы, на которых их принимают, осуществляют оценки рассогласований по задержке кодов и частотам несущих, запоминание этих рассогласований и информационной части пакетов, а далее формируют новые пакеты и переизлучают их вместе с сигналом синхронизации на соответствующие абонентские станции и соседние спутники-ретрансляторы, на которых выделяют принятую информацию, а по принятым рассогласованиям проводят автоподстройку собственных передатчиков с автоподстройкой, обеспечивают регулирование пропускной способности отдельных каналов высокоскоростной (низкоскоростной) передачи, варьируя параметрами кодового и временного уплотнения, обеспечивают синхронизацию приемников и передатчиков с автоподстройкой на абонентских станциях и соседних спутниках-ретрансляторах по низкоскоростным линиям передачи,

обеспечивают также возможность передачи высокоскоростной (низкоскоростной) информации через дополнительно установленные на борту прозрачные ретрансляторы. Технический результат заключается в повышении помехоустойчивости, пропускной способности и скорости передачи информации системы связи. 2 с. и 4 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 1

RU 2 1 3 3 5 5 5 C 1

RU 2 1 3 3 5 5 5 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 133 555** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **H 04 B 7/185**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97112015/09, 18.07.1997

(46) Date of publication: 20.07.1999

(98) Mail address:
 103735, Moskva, ul. Il'inka 5/2, Sojuzpatent,
 patentnomu poverennomu Dudushkinu S.V.

(71) Applicant:
 Tuzov Georgij Ivanovich

(72) Inventor: Tuzov G.I.

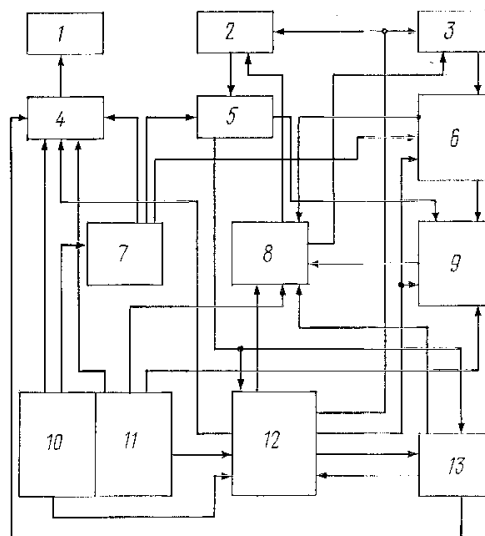
(73) Proprietor:
 Tuzov Georgij Ivanovich

(54) **METHOD AND DEVICE FOR HIGH- AND LOW-SPEED COMMUNICATIONS THROUGH LOW- AND MEDIUM-ORBIT SATELLITES**

(57) Abstract:

FIELD: multistation communications through satellites. SUBSTANCE: method involves modulation of high- and low-speed information of different but cophasal carrier-modulating pseudorandom codes, emission of data bursts obtained with preambles to repeater satellites which receive them and estimate errors in delay of codes and carriers; storage of these errors and information part of bursts, this being followed by shaping new bursts and re-emitting them together with sync signal to respective subscriber stations and adjacent repeater satellites where information received is separated and frequency of their transmitters is automatically controlled, carrying capacity of separate high- or low- speed transmission channels is regulated by varying parameters of code- and time-division multiplexing; AFC receivers and transmitters of subscriber stations and adjacent repeater satellites are synchronized for low-speed transmission lines; provision is also made for high- or low-speed information transmission through transparent repeaters additionally mounted

on board satellites. EFFECT: improved noise immunity, carrying capacity, and data transmission speed of communication system. 6 cl, 4 dwg



ФИГ. 1

RU 2 1 3 3 5 5 5 C 1

RU 2 1 3 3 5 5 5 C 1

Изобретение относится к построению системы персональной связи через спутники-ретрансляторы на орбитах низкой и средней высоты.

В настоящее время наиболее распространены системы связи, использующие спутники-ретрансляторы на стационарных или высокоэллиптических орбитах. Однако в последние годы резко вырос интерес к телекоммуникационным системам с низкоорбитальным и среднеорбитальным расположением спутников. Это связано с тем, что при таком расположении спутников уменьшаются энергетические затраты, связанные с затуханием сигналов в радиолиниях, а следовательно, упрощаются антенны и приемопередающая абонентская аппаратура, уменьшается ее вес и габариты. Такие системы перспективны для организации глобальной персональной связи в малоосвоенных и труднодоступных районах, особенно в случаях, когда реализация наземных сотовых сетей трудноосуществима, либо нерентабельна; для связи с подвижными объектами всех типов; для создания локальных и глобальных компьютерных сетей, обеспечивающих связь с научными, учебными, производственными, общественными, медицинскими центрами; для проведения банковских операций и расчетов.

Однако следует отметить и сложность таких систем связи, возрастающую с уменьшением высоты орбиты, которая определяется ростом динамики движения спутников-ретрансляторов относительно абонентов и достаточно большим количеством спутников в системах связи, малым временем пребывания спутников в зоне видимости каждого из абонентов и, как следствие, сложностью целевой аппаратуры системы связи. Особые трудности возникают при обеспечении устойчивой и непрерывной связи в любое время, независимо от движения и расположения спутников, или, другими словами - обеспечения связности системы. Связность в таких системах достигается двумя основными путями: организацией межспутниковых линий связи и использованием сети наземных ретрансляторов, соединенных фидерными радиолиниями с ретранслятором на спутниках. На спутниках используются ретрансляторы двух видов: прозрачные ретрансляторы, обеспечивающие прямое усиление сигналов с преобразованием их частот, и ретрансляторы с обработкой сигналов на борту спутника, причем в проектах известных систем чаще всего реализуются прозрачные ретрансляторы, отличающиеся простотой и невысокой стоимостью.

Подавляющее число проектов таких систем предназначено для персональной связи абонентов и рассчитаны на передачу низкоскоростной информации, включающей телефонные переговоры и передачу цифровых данных. К наиболее совершенным и близким к завершению проектам систем этого вида относятся проекты систем "Iridium", "Globalstar", "Odyssey". Условно назовем вышеуказанные системы - системами низкоскоростной связи, рассчитанными на скорость передачи не более 9,6 кбит/с.

Отличительной особенностью таких систем является использование малогабаритных абонентских станций, которые выполняются в форме телефонной трубки с небольшой штыревой антенной.

5 Известны также проекты систем персональной связи, обеспечивающие передачу информации со скоростью в десятки и сотни Мбит/с, которые условно назовем системами высокоскоростной связи. К таким системам отнесем проекты "Teledesik" и "M-star". Абонентские станции таких систем имеют по сравнению с системами низкоскоростной связи большие габариты, веса, а также более сложные антенны, что определяется энергетикой высокоскоростных линий связи.

10 Оба перечисленных вида низкоорбитальных (среднеорбитальных) систем развиваются отдельно. В указанных системах используются различные диапазоны частот, различные принципы построения спутников-ретрансляторов и абонентских станций, различные протоколы обмена информацией. Многим категориям потребителей в случае отдельного развития этих двух видов связи потребуется использовать сразу два типа абонентских станций и обмениваться информацией одновременно в рамках двух самостоятельных спутниковых систем персональной связи, что приведет к росту тарифов за услуги. Кроме того, 15 необходимость одновременного использования двух типов абонентской аппаратуры может создать дополнительные сложности и неудобства у потребителей, поэтому в дальнейшем предлагается объединить эти системы, но не путем простого суммирования двух самостоятельных систем, а с использованием более глубокой их интеграции. Таким образом, речь пойдет о совмещении функций систем двух видов в одной интегрированной системе при единой методологии ее 20 построения. Такая интеграция позволит усовершенствовать систему связи, сделав ее более универсальной, гибкой, рентабельной в производстве и эксплуатации. Представляется, что интегрированная система будет более удобной и привлекательной для многих категорий пользователей, поскольку позволит расширить круг решаемых задач. Дополнительной задачей интеграции будет обеспечение средних скоростей передачи информации, что особенно важно в подвижных сетях связи. Особенности новой системы связи должны быть более высокие помехоустойчивость, пропускная способность, а также конфиденциальность. Такие свойства будут актуальны при использовании 25 интегрированной системы для надежного управления сложными промышленными объектами, для работы в компьютерных сетях, для связи с подвижными объектами, особенно при управлении самолетами и морскими судами.

30 Перечисленные требования определили основные принципы построения системы спутниковой связи, предусматривающие использование псевдослучайных сигналов, реализацию обработки сигналов на борту спутников-ретрансляторов, межспутниковую связь для обеспечения связности. В этом

случае для низкоскоростной передачи информации могут быть использованы псевдослучайные сигналы с большой базой (или с числом элементов кодовой последовательности порядка тысячи и более) при кодовом уплотнении и с многоосновным кодированием, а для высокоскоростной передачи - подобные сигналы только с малой базой (до сотен), также при кодовом уплотнении и с многоосновным кодированием. При этом желательно обеспечить возможность варьировать базой сигналов и, следовательно, уровнем конфиденциальности и помехоустойчивости в широких пределах. Такое решение приведет также к унификации устройств формирования и обработки сигналов, повышению рентабельности интегрированной системы.

Наиболее близким техническим решением как по поставленной задаче, так и по намечаемому результату является "Способ многостациональной связи для низкоорбитальных спутниковых систем и устройство для его осуществления", заявитель и автор Тузов Георгий Иванович, номер международной заявки РСТ/РИ95/00044, дата международной подачи 16 марта 1995 г., номер международной публикации WO 95/25388 от 21.09.95.

К недостаткам прототипа отнесем: отсутствие решений, направленных на передачу высокоскоростной информации, а также на интеграцию высокоскоростных и низкоскоростных линий передачи информации, отсутствие решений, связанных с обеспечением универсальности и гибкости системы персональной связи, как по диапазону скоростей передачи информации, так и по степени помехоустойчивости и конфиденциальности; недостаточность решений по повышению рентабельности системы связи; недостаточность решений, связанных с обеспечением гибкости при использовании временного и кодового уплотнения сигналов, а также с повышением электромагнитной совместимости.

Здесь уместно небольшое пояснение. Для целей подвижной спутниковой связи выделен достаточно загруженный частотный диапазон (1,6-2,5) ГГц, в котором в настоящее время ощущается острый дефицит частот. По этой причине разработчики высокоскоростных систем используют другие частоты, включая миллиметровый диапазон. Поэтому в интегрированной системе связи необходимо ориентироваться на использование нескольких (например, двух) диапазонов частот одновременно. Представляется, что при интеграции задач низкоскоростной и высокоскоростной связи можно получить определенное преимущество: при перемещении абонентов можно использовать диапазон подвижной связи, а при их неподвижном состоянии - более полно использовать высокоскоростные линии передачи информации, в том числе и для целей телефонной связи.

Таким образом, в основу изобретения положена задача создания способа и устройства персональной связи, которые позволили бы усовершенствовать известные системы передачи информации за счет:

- универсальности системы при широком диапазоне скоростей передачи информации

(от единиц бит/с до сотен Мбит/с) и выполнении различного вида телекоммуникационных услуг;

- гибкости системы, особенно высокоскоростных линий связи и ее адаптивности как к требованиям потребителей, так и условиям работы каналов;

- высокой рентабельности в производстве и эксплуатации, как за счет унификации аппаратуры спутников-ретрансляторов и абонентских станций, так и за счет комплексного использования аппаратуры;

- повышенной помехоустойчивости и конфиденциальности, особенно по каналам высокоскоростной передачи информации;

- повышенной внутрисистемной и межсистемной электромагнитной совместимости, которые позволяют более экономно использовать отводимые системе полосы частот и уменьшить внутрисистемные помехи;

- повышенной надежности, устойчивости и согласованности работы всей системы и ее отдельных элементов за счет развития сети служебной связи и комплексного использования аппаратуры при интеграции.

Поставленная задача решается тем, что в способе высокоскоростной связи через спутники на низких и средних орбитах, заключающемся в том, что излучают с абонентских станций псевдослучайные сигналы, модулированные низкоскоростной информацией, выделяют и перекоммутируют на борту спутника-ретранслятора указанную информацию и переизлучают ее в отведенном диапазоне частот пространственно разнесенными лучами на разных частотах, излучают в этом же диапазоне частот с каждого спутника-ретранслятора собственный псевдослучайный сигнал синхронизации с фазовой манипуляцией на всю пространственную зону обслуживания с плотностью мощности, постепенно увеличивающейся от центра зоны к ее краям с одновременной модуляцией указанного сигнала служебной информацией, предназначенной для управления системой связи, осуществляют на каждом спутнике-ретрансляторе контроль мест расположения всех абонентских станций относительно пространственных сот, образованных лучами антенн спутника-ретранслятора, осуществляют прием пакетов низкоскоростной информации от абонентских станций и запоминают их информационную часть, определяют по преамбуле пакетов рассогласования по несущей частоте и задержке кода относительно эталонов, имеющихся на каждом спутнике-ретрансляторе с последующим запоминанием указанных рассогласований, извлекают из памяти, формируют и излучают группы пакетов информации в заданных парциальных временных интервалах, предназначенные для передачи абонентам в различные пространственные соты с преамбулами, включающими значения указанных рассогласований для каждой из абонентских станций, при этом на всех абонентских станциях осуществляют прием сигнала синхронизации со спутника-ретранслятора служебной информации, осуществляют

компенсацию в передатчиках с автоподстройкой доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам с использованием принятого со спутника-ретранслятора сигнала синхронизации, осуществляют автоподстройку собственных передатчиков по несущей частоте и задержке кода с использованием значений рассогласований, выделенных из упомянутой преамбулы, устанавливают на каждой абонентской станции внутренние коды в передатчике и приемнике, формируют информацию в цифровой форме и производят ее временную компрессию, осуществляют ее многоосновное кодирование выделенными внутренними кодами и излучают сигнал в отведенных парциальных временных интервалах с преамбулой, включающей несколько периодов внутреннего кода с фиксированной задержкой или несколько периодов кода, выделенного группе абонентских станций, осуществляют прием предназначенных им пакетов, демодуляцию, компрессию и выделение переданной им информации, устанавливают связь между соседними спутниками-ретрансляторами, находящимися впереди, справа, слева, сзади относительно вектора их движения, при этом каждый из спутников-ретрансляторов по принципу построения сети выполняет роль как абонентской станции, синхронизируемой с соседнего спутника-ретранслятора, от которого синхронизируются другие спутники-ретрансляторы, определяют на спутниках-ретрансляторах время выхода каждой абонентской станции из зоны обслуживания, предварительно посылая им сигнал предупреждения с рекомендацией о переходе на связь с новым благоприятным спутником-ретранслятором на новом парциальном временном интервале и частоте другого пространственного луча низкоскоростной линии, при этом на абонентских станциях, передавая информацию на выходящей из зоны обслуживания спутник-ретранслятор, осуществляют прием сигнала синхронизации от нового спутника-ретранслятора, осуществляют компенсацию доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам в передатчике с автоподстройкой, устанавливают рекомендованные парциальный временной интервал и выделенную частоту, производят синхронизацию по новому спутнику-ретранслятору передатчика с автоподстройкой, передают некоторое время низкоскоростную информацию одновременно на оба спутника-ретранслятора, а на новом спутнике-ретрансляторе согласуют по времени потоки информации, приходящие непосредственно от абонентских станций и ретранслируемые выходящим из зоны обслуживания спутником-ретранслятором, после чего осуществляют переход только на прием и обработку низкоскоростной информации непосредственно от абонентских станций с оповещением их об этом, согласно изобретению на абонентских станциях обеспечивают временную компрессию высокоскоростной информации, модулируют указанной информацией вновь введенные внутренние псевдослучайные коды при их многоосновном кодировании, модулируют

полученным результирующим процессом выделенную для передачи высокоскоростной информации несущую частоту с одновременным формированием упомянутых внутренних кодов при небольших значениях их периода и более высоких тактовых частотах относительно внутренних кодов, используемых в низкоскоростных линиях связи, при этом обеспечивают кратность периодов упомянутых внутренних кодов, их взаимное фазирование, а также кратность тактовых частот, формируют на спутниках-ретрансляторах все упомянутые коды, обеспечивают их взаимную синхронизацию и фазирование с кодом синхронизации как по задержке кодов, так и по тактовым частотам, осуществляют в приемниках абонентских станций прием и выделение сигналов синхронизации со спутников-ретрансляторов и взаимную синхронизацию и фазирование по ним внутренних кодов для модуляции высокоскоростной информации, внутренних кодов для модуляции низкоскоростной информации и абонентских кодов, проводят компенсацию в передатчиках с автоподстройкой доплеровского смещения для выделенной несущей и заданных тактовых частот с учетом принятых пропорций в линиях низкоскоростной и высокоскоростной связи между соответственно несущими и тактовыми частотами, осуществляют подстройку собственных передатчиков с автоподстройкой по упомянутой несущей частоте и временной задержке кода на заданной тактовой частоте с использованием значений рассогласований, выделенных из преамбул сигналов, применяемых от спутников-ретрансляторов, модулированных высокоскоростной информацией, обеспечивают при этом синхронное формирование и фазирование внутренних кодов, осуществляют на борту спутников-ретрансляторов прием пакетов сигналов, модулированных высокоскоростной информацией с абонентских станций на выделенных несущих частотах, внутренних кодах и на выделенных парциальных временных интервалах, их демодуляцию и запоминание информационной части пакетов, проводят оценку по преамбуле пакетов значений рассогласований по несущей частоте и задержке кода для каждой абонентской станции относительно имеющихся на спутниках-ретрансляторах эталонов с последующим их запоминанием, извлекают из памяти пакеты высокоскоростной информации, производят многоосновное кодирование ими выделенных каждой абонентской станции внутренних кодов, извлекают из памяти относящиеся к каждой абонентской станции оценки рассогласований по несущей частоте и задержке кода, модулируют рассогласованиями внутренний код преамбулы, модулируют результирующим сигналом выделенную несущую частоту и излучают полученный сигнал в заданном парциальном временном интервале в те пространственные соты, где расположены соответствующие абонентские станции - адресаты, при этом парциальные временные интервалы излучения пакетов сигналов пространственно разнесенными лучами, а также парциальные интервалы приема

пакетов сигналов жестко привязывают и синхронизируют с формируемым на спутнике-ретрансляторе сигналом синхронизации, а на абонентских станциях принимают эти сигналы, демодулируют высокоскоростную и низкоскоростную информацию, проводят ее декомпрессию, осуществляют автоподстройку по введенной несущей частоте и задержке введенных внутренних кодов передатчиков с автоподстройкой с использованием выделенных рассогласований из преамбулы, одновременно, на каждом спутнике-ретрансляторе модулируют сигнал синхронизации общими данными, предназначенными для согласования работы всех абонентских станций и соседних спутников-ретрансляторов, обеспечивают модуляцию абонентских кодов в линиях низкоскоростной связи данными, обеспечивающими индивидуальное согласование работы абонентских станций, осуществляют излучение, прием, обработку указанных сигналов и их использование соответствующими абонентскими станциями, на спутниках-ретрансляторах оценивают время выхода из зоны обслуживания по высокоскоростным и низкоскоростным линиям связи каждую из абонентских станций с предварительным информированием их об этом и с рекомендацией о переходе на связь через новые спутники-ретрансляторы на новых парциальных временных интервалах и частотах пространственных лучей низкоскоростной и высокоскоростной связи, производят на новых спутника-ретрансляторах синхронный по времени прием и согласование высокоскоростной и низкоскоростной информации, поступающей непосредственно с абонентских станций и этой же информации, поступающей от спутника-ретранслятора, уходящего из зоны видимости через межспутниковые линии связи, производят прием высокоскоростной и низкоскоростной информации только от абонентских станций с оповещением их об этом, обеспечивают в приемниках абонентских станций синхронное формирование и фазирование внутренних кодов с кодом синхронизации, осуществляют в передатчиках с автоподстройкой абонентских станций синхронное формирование и фазирование внутренних кодов, предназначенных для передачи высокоскоростной информации, по внутренним кодам, используемым для передачи низкоскоростной информации.

Целесообразно, чтобы в способе высокоскоростной и низкоскоростной связи с использованием на низких и средних орбитах, согласно изобретению, на спутниках-ретрансляторах и абонентских станциях обеспечивалось регулирование пропускной способности отдельных каналов высокоскоростной и низкоскоростной связи за счет объединения нескольких парциальных временных интервалов в один большой интервал, в рамках которого передавалась бы информация от абонента к абоненту, а в каждом таком временном интервале допускалась передача нескольких уплотняемых по коду сигналов как от одной, так и от нескольких абонентских станций, с абонентских станций передавались преамбуле пакетов их порядковые номера

путем модуляции на π внутреннего кода преамбулы, а на спутниках-ретрансляторах проводился прием и демодуляция переданной информации с выделением номеров пакетов и ее записью в соответствующем порядке в буферную память, проводилась оценка по преамбулам пакетов уровней принимаемых сигналов с повышенной и пониженной мощностью и сообщались соответствующим абонентским станциям в преамбулах вновь формируемых пакетов уровни ее корректировки, на абонентских станциях эта информация выделялась и регулировались мощности передатчиков, также обеспечивалась на спутниках-ретрансляторах передача циркулярной информации нескольким абонентским станциям путем соответствующей коммутации пакетов.

Целесообразно, чтобы в способе высокоскоростной и низкоскоростной связи с использованием спутников на низких и средних орбитах, согласно изобретению, на спутниках-ретрансляторах формировались и излучались в направлении соседних спутников-ретрансляторов сигналы синхронизации и сигналы с адресными кодами, модулированные служебными данными, а также сигналы, модулированные высокоскоростной и низкоскоростной информацией на выделенных несущих частотах, парциальных интервалах и внутренних кодах при многоосновном их кодировании в соответствии с адресом передачи, на соседних спутниках, эти сигналы принимали, выделяли высокоскоростную и низкоскоростную информацию и заносили в буферную память для ее последующей передачи в соответствии с адресом на другие спутники-ретрансляторы или абонентские станции-адресаты, а служебные данные выделяли и использовали для согласования работы аппаратура спутников-ретрансляторов и соответствующих абонентских станций, находящихся в зоне обслуживания данного спутника-ретранслятора.

Целесообразно, чтобы в способе высокоскоростной и низкоскоростной связи с использованием спутников на низких и средних орбитах, согласно изобретению, на абонентских станциях и спутниках-ретрансляторах поиск сигналов по частоте и задержке, начальную синхронизацию приемников и передатчиков с автоподстройкой по задержке кода и частоте, поддержание готовности системы к немедленной передаче высокоскоростной информации после перерывов в сеансах связи, осуществляли по низкоскоростным линиям связи, а при необходимости начать обмен высокоскоростной информацией проводили компенсацию доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам с учетом принятых в системе связи соотношений по несущим и тактовым частотам между высокоскоростными и низкоскоростными линиями связи, проводили фазирование внутренних кодов в передатчиках с автоподстройкой высокоскоростных линий связи с соответствующими передатчиками низкоскоростных линий связи, а далее осуществляли синхронный переход на поддержание синхронизации по частоте и задержки только по высокоскоростной линии

связи, либо одновременно по линии низкоскоростной и высокоскоростной связи, а после завершения передачи информации одновременно по двум линиям связи поддерживали синхронизацию только по низкоскоростным линиям связи.

Целесообразно, чтобы в способе высокоскоростной и низкоскоростной связи с использованием спутников на низких и средних орбитах, согласно изобретению, на спутниках-ретрансляторах дополнительно устанавливались прозрачные стволы-ретрансляторы, через которые ретранслировались пакеты сигналов от абонентских станций и соседних спутников-ретрансляторов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией с преамбулами при временном их уплотнении и уплотнении по коду, на абонентских станциях и соседних спутниках-ретрансляторах осуществляли автоподстройку собственных передатчиков с автоподстройкой по несущей частоте и задержке внутренних кодов, используя для этого сигналы синхронизации от соответствующих спутников-ретрансляторов и принятые преамбулы собственных сигналов, переретранслированных прозрачным стволом этого же ретранслятора, обеспечивали за счет автоподстройки собственных передатчиков с автоподстройкой излучение сигналов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией с такими предупреждениями по времени относительно формируемых на борту каждого спутника-ретранслятора сигнала синхронизации, которые обеспечивали бы переретрансляцию пакетов сигналов прозрачными стволами этих спутников-ретрансляторов в точно заданных парциальных временных интервалах, которые в свою очередь совпадали бы с интервалами, при которых пространственно разнесенные лучи приемопередающих фазированных антенных решеток спутников-ретрансляторов обеспечивали бы передачу высокоскоростной и низкоскоростной информации именно в те соты, в которых расположены соответствующие абонентские станции-адресаты, принимающие и выделяющие предназначенную им информацию.

Поставленная задача решается также тем, что в устройстве для способа высокоскоростной и низкоскоростной связи через спутники на низких и средних орбитах, содержащем на спутнике-ретрансляторе антенну для передачи сигнала синхронизации, приемопередающие фазированные антенные решетки для низкоскоростных линий связи с высокочастотными узлами, блок формирования сигнала синхронизации и служебной информации, приемник низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора, синтезатор сетки частот, блок формирования пакетов с буферной памятью, блок дискриминаторов с формирователем преамбулы, тактовый генератор, блок генераторов кодов, систему управления, формирователь вызова абонентских станций, абонентскую станцию, включающую приемопередающую антенну с высокочастотной частью, приемник, приемник сигнала синхронизации, передатчик с

автоподстройкой, схему компенсации доплеровского смещения, блок формирования и обработки цифровой информации и формирования пакетов, согласно изобретению, на спутнике-ретрансляторе вводят приемопередающие фазированные антенные решетки для высокоскоростных линий связи с высокочастотными узлами, подключенные по выходу к приемнику высокоскоростных линий связи, выход которого подключен к блоку формирователя пакетов с буферной памятью, в блок генераторов кодов дополнительно вводят формирователи внутренних кодов для высокоскоростных линий связи, а в блок дискриминаторов с формирователем преамбулы вводят дискриминаторы для высокоскоростных линий связи, которые подключают к блоку генераторов кодов и к приемнику высокоскоростных линий связи, а все введенные блоки подключают в системе управления, абонентские станции дополнительно содержат комплект аппаратуры высокоскоростной связи, включающий в себя фазированную антенную решетку с высокочастотной частью, приемник, систему синхронизации и выделения информации, передатчик с автоподстройкой, схему компенсации доплеровского приращения частоты, блок обработки цифровой информации и формирования пакетов, соединенные между собой и с системой управления, вводят демодулятор высокоскоростных линий связи, первый вход которого подключен к выходу генератора внутренних кодов, в который дополнительно введены формирователи внутренних кодов для высокоскоростных линий связи, соединенные через вход-выход умножителя частоты в k раз с выходом управляемого тактового генератора, а второй выход упомянутого демодулятора для высокоскоростной информации через выход-вход смесителя с услителем промежуточной частоты подключен к выходу синтезатора сетки частот, при этом схема компенсации доплеровского приращения частоты соединена со схемой компенсации доплеровского смещения частоты, передатчик с автоподстройкой низкоскоростных линий соединен с передатчиком с автоподстройкой высокоскоростных линий связи, а приемник сигнала синхронизации соединен с системой синхронизации и выделения информации и с передатчиком с автоподстройкой, при этом выход управляемого генератора соединен с цепочкой, состоящей из умножителя частоты в n раз, смесителя с услителем промежуточной частоты, фазового детектора с фильтром нижних частот, сумматора напряжений, причем второй вход смесителя с услителем промежуточной частоты соединен с синтезатором сетки частот, а второй вход фазового детектора с фильтром нижних частот соединен с выходом управляемого тактового генератора, причем введенный генератор внутренних кодов высокоскоростных линий связи выполнен с возможностью жесткой синхронизации и фазирования от генератора кодов синхронизации, с которым синхронизируется и фазируется также генератор абонентских кодов и генератор внутренних кодов для низкоскоростных линий, вводят дополнительного модулятор для

высокоскоростной связи и две цепочки элементов, вход которых подключен к выходу приемника, причем первая из этих цепочек включает в себя дискриминатор частоты с фильтром нижних частот, подключенный через управляемый переключатель ко входу сумматора напряжения, выход которого соединен с управляемым генератором, первый выход которого подключен ко входу упомянутого модулятора для высокоскоростной связи, а второй - ко входу фазового детектора с фильтром нижних частот, выход которого соединен со входом упомянутого сумматора напряжения, дискриминатор частот с фильтром нижних частот по второму входу соединен с генератором внутренних кодов для высокоскоростных линий, модулятор для высокоскоростной связи соединен с выходом блока обработки цифровой информации и формирователем пакета, а также с выходом синтезатора сетки частот, а по выходу - с приемопередающей фазированной антенной решеткой с высокочастотной частью, вторая цепочка элементов включает дискриминатор задержки с фильтром нижних частот, соединенный через управляемый переключатель с сумматором напряжения, первый выход которого подключен ко входу фазового детектора с фильтром нижних частот, а второй выход - ко входу генератора внутренних кодов для высокоскоростной связи, выход которого через управляемый переключатель подключен к упомянутому модулятору для высокоскоростной связи, причем управляющие входы упомянутых переключателей подключены к выходу системы управления, а выход упомянутого фазового детектора с фильтром нижних частот соединен со вторым входом упомянутого сумматора напряжения, а второй вход дискриминатора задержки с фильтром нижних частот соединен с выходом генератора внутренних кодов для высокоскоростных линий, при этом управляющий вход упомянутого генератора внутренних кодов для высокоскоростной связи через фазирующее устройство соединен с выходом генератора внутренних кодов для низкоскоростных линий, а само фазирующее устройство по управляющему входу соединено с системой управления.

Изобретение может быть применено в космических системах ретрансляции данных, в системах связи, использующих спутники на высоких орбитах, в наземных сотовых сетях связи, в системах управления космическими аппаратами.

В дальнейшем изобретение поясняется описанием вариантов его осуществления со ссылками на сопровождающие чертежи, в числе которых: фиг. 1 изображает блок-схему устройства аппаратуры спутника ретранслятора (1) - (13), фиг. 2 - блок-схему устройства абонентской станции (14) - (26), фиг. 3 - более подробную функциональную схему приемной части абонентской станции (27) - (47), фиг. 4 - более подробную функциональную схему передающей части абонентской станции (48) - (66). На фиг. 3 и фиг. 4 приведены необходимые взаимные связи между приемной и передающей частью абонентской станции.

Предполагается, что на

спутниках-ретрансляторах имеются приемопередающие фазированные антенные решетки, обеспечивающие прием и передачу сигналов соответственно для низкоскоростных и высокоскоростных линий связи, диаграммы направленности которых формируют на поверхности Земли пространственные зоны обслуживания. Границы зоны обслуживания определяются минимальным углом места, при котором еще гарантирована надежная связь между абонентскими станциями и каждым спутником-ретранслятором.

В свою очередь фазированные антенные решетки своими более узкими лучами образуют на поверхности Земли соты, в рамках которых передача (прием) сигналов происходит на одной из нескольких частот, выделенных для работы.

На каждом спутнике-ретрансляторе предусмотрена также антенна, излучающая псевдослучайный сигнал синхронизации на всю зону обслуживания. Этот сигнал передается в диапазоне низкоскоростных линий связи и модулируется по фазе служебной информацией, необходимой для согласования работы

спутников-ретрансляторов и абонентских станций. Каждый спутник-ретранслятор передает сигнал синхронизации со своим псевдослучайным кодом, который является квазиортогональным по отношению к сигналам синхронизации от других спутников ретрансляторов. Сигналы синхронизации и сигналы, переносящие информацию, также отличаются по форме кода. Желательно излучение сигнала синхронизации проводить в те соты, в которые в данный момент не попадают сигналы, переносящие низкоскоростную информацию, что уменьшает взаимные помехи. Целесообразно для сигнала синхронизации одновременно использовать весь или большую часть диапазона частот, выделенного для низкоскоростной связи, а для передачи низкоскоростной информации в разные пространственные соты применять частотное разделение, используя одновременно только отдельные участки выделенного диапазона частот. Большая широкополосность сигнала синхронизации обеспечивает более высокую точность синхронизации.

На абонентских станциях осуществляют формирование пакетов, содержащих низкоскоростную и высокоскоростную информацию, подлежащую передаче, и их излучение на спутники-ретрансляторы соответственно на выделенных для низкоскоростной и высокоскоростной связи частотах и в отводимых парциальных временных интервалах. При этом псевдослучайные внутренние коды, предназначенные соответственно для передачи низкоскоростной и высокоскоростной информации, целесообразно иметь различными. Целесообразно проводить формирование кодов для высокоскоростной передачи информации на более высоких тактовых частотах, чем для низкоскоростных линий передачи, поскольку для высокоскоростной передачи информации может быть выделен больший частотный диапазон в менее загруженном участке спектра. При этом периоды кодовых последовательностей для

высокоскоростной связи желательнее иметь меньше периодов, применяемых для низкоскоростной связи, однако эти периоды целесообразно иметь кратными. Также необходимо, чтобы тактовые частоты, применяемые для низкоскоростной и высокоскоростной связи, формировались одним тактовым генератором и были бы сфазированы между собой, а формируемые внутренние коды для низкоскоростной и высокоскоростной связи были бы также жестко синхронизированы и сфазированы, что легче достигается при кратности их периодов. Жесткая синхронизация и фазирование внутренних кодов между собой, а также с кодом сигнала синхронизации резко упрощает приемники абонентских станций и спутников-ретрансляторов, повышает надежность связи, увеличивает помехоустойчивость. Излучаемые абонентскими станциями сигналы должны включать преамбулу, состоящую из нескольких периодов выделенного каждой абонентской станции внутреннего кода с фиксированной задержкой, модулированной информацией о номере передаваемого пакета. На спутниках-ретрансляторах осуществляют прием соответствующих пакетов от абонентских станций с записью в буферную память принятой информации, а по преамбуле пакетов проводят оценку рассогласований по частоте и задержке с последующим их запоминанием. Далее осуществляют извлечение из буферной памяти ранее принятой информации и проводят формирование новых групп пакетов информации, предназначенных для передачи их адресатам (абонентским станциям и соседним спутникам-ретрансляторам) с вновь сформированными преамбулами, содержащими номер пакета, значения упомянутых рассогласований, а также саму информацию.

При этом все абонентские станции осуществляют компенсацию в передатчиках с автоподстройкой смещений по несущей и тактовым частотам соответственно по высокоскоростным и низкоскоростным линиям связи, используя для этого принятый со спутника-ретранслятора сигнал синхронизации, а также заданные соотношения по несущим и тактовым частотам в линиях низкоскоростной и высокоскоростной связи, осуществляют автоподстройку собственных передатчиков по несущей частоте и задержке кода, используя выделенные из преамбул значения соответствующих рассогласований.

Далее на каждой абонентской станции вводят внутренние коды в передатчике и приемнике соответственно для низкоскоростной и высокоскоростной связи, обеспечивают формирование информации в цифровом виде и ее временную компрессию, проводят ее многоосновное кодирование выделенными внутренними кодами и излучают сигналы в отведенных парциальных временных интервалах. Следует отметить, что для синхронизации приемников линий низкоскоростной и высокоскоростной связи используется один сигнал синхронизации, формируемый в диапазоне частот низкоскоростных линий связи, что позволяет уменьшить объем аппаратуры на спутниках-ретрансляторах и абонентских

станциях. На спутниках-ретрансляторах осуществляют контроль мест расположения абонентских станций относительно пространственных сот, формируемых для низкоскоростных и высокоскоростных линий связи.

На спутниках-ретрансляторах устанавливают связь с соседними спутниками-ретрансляторами, находящимися впереди, сзади, справа, слева относительно их вектора движения, аналогично установленной связи между спутниками-ретрансляторами и одной из абонентских станций, при этом каждый из спутников-ретрансляторов по принципу построения сети выполняет роль как абонентской станции, синхронизируемой с соседнего спутника ретранслятора, так и спутника-ретранслятора, от которого синхронизируются другие спутники-ретрансляторы. При этом возможна передача информации одновременно по двум линиям связи.

Использование единых принципов построения низкоскоростной и высокоскоростной связи обеспечивает комплексное использование отдельных подсистем и узлов спутников-ретрансляторов и абонентских станций, комплексное использование диапазона частот, а следовательно, повышение рентабельности системы в целом. В частности, имеется возможность иметь едиными в интегрированной системе связи: линии синхронизации приемников и передатчиков, подсистемы поиска сигналов и начальной синхронизации приемников и передатчиков, подсистему вызова абонентов, подсистему компенсации доплеровского смещения, подсистему служебной связи между спутниками-ретрансляторами и абонентскими станциями, единые генераторы псевдослучайных кодов, единые системы управления на спутнике-ретрансляторе и абонентских станциях, единые подсистемы, обеспечивающие жизнедеятельность и функционирование спутников-ретрансляторов и абонентских станций.

Одной из особенностей изобретения является гибкое регулирование пропускной способности каналов высокоскоростной и низкоскоростной связи, которое достигается двумя путями. Первый путь состоит в объединении нескольких парциальных временных интервалов в один интервал, в рамках которого передается информация от абонента к абоненту, при этом скорость передачи информации возрастает на число объединяемых парциальных интервалов. Второй путь заключается в том, что в любом временном интервале возможна передача нескольких уплотняемых по коду сигналов как от одной, так и от нескольких абонентских станций. В этом случае скорость передачи информации возрастает в $(m \cdot i)$ раз, где m - коэффициент, характеризующий увеличение парциального временного интервала, а i - коэффициент, определяющий число сигналов, уплотняемых по коду. Такое гибкое регулирование скорости передачи информации является следствием одновременного использования кодового и временного уплотнения.

При пакетной передаче информации должна быть предусмотрена четкая

нумерация передаваемых пакетов на всем цикле передачи информации от одной абонентской станции к другой. Нумерация пакетов может содержаться в преамбуле, формируемой на абонентских станциях, например, путем модуляции на π внутреннего кода преамбулы. На борту спутника-ретранслятора информации о номере пакетов будет выделяться и обеспечиваться порядок записи информации в буферную память, а впоследствии и порядок ее считывания и передачи на абонентские станции и другие спутники-ретрансляторы. По преамбуле принимаемых пакетов на спутниках-ретрансляторах оцениваются также уровни сигналов с повышенной или пониженной мощностью, которые фиксируются и сообщаются абонентским станциям в преамбулах вновь формируемых пакетов. На абонентских станциях эту информацию выделяют и регулируют мощности своих передатчиков, обеспечивая тем самым адаптацию каналов связи к условиям их функционирования. На спутниках-ретрансляторах обеспечивается также передача циркулярной информации одновременно нескольким абонентским станциям путем соответствующей коммутации пакетов.

Таким образом, следует отметить, что предложен путь гибкого регулирования пропускной способности каналов передачи высокоскоростной и низкоскоростной информации, основанный на единых принципах, который позволяет адаптироваться к особенностям трафика, условиям работы радиолиний системы связи и пожеланиям абонентов.

Важной особенностью настоящего изобретения является дальнейшее развитие межспутниковых линий связи для обеспечения надежной связности системы. Хотя в современных системах персональной спутниковой связи чаще для обеспечения связности используются наземные ретрансляторы, однако в перспективе в системах персональной связи предполагается более широкое применение межспутниковых линий связи, поскольку это увеличивает зону обслуживания земной поверхности каждым спутником-ретранслятором и не требует выделения дополнительных частот для фидерных линий для связи с наземным ретранслятором.

Межспутниковая связь по высокоскоростным и низкоскоростным линиям передачи осуществляется на тех же принципах, что и связь между спутником-ретранслятором и абонентской станцией. При этом каждый из спутников-ретрансляторов в сети связи может выполнять роль как ведомого спутника, синхронизируемого с соседнего спутника-ретранслятора, так и ведущего спутника, от которого синхронизируются другие спутники. При такой организации межспутниковой связи сохраняются единые принципы построения аппаратуры спутника-ретранслятора и абонентской станции, уже описанные выше, что унифицирует, упрощает, а следовательно, и удешевляет разработку.

Для реализации межспутниковых линий связи на спутниках-ретрансляторах

формируют и излучают в направлении соседних спутников-ретрансляторов сигналы синхронизации и сигналы с адресными кодами, модулированные служебными данными, а также сигналы, модулированные высокоскоростной и низкоскоростной информацией на выделенных несущих частотах и выделенных внутренних кодах при многоосновном их кодировании и выделенных временных интервалах в соответствии с адресом передачи. На соседних спутниках все указанные сигналы принимают, выделяют высокоскоростную и низкоскоростную информацию и заносят ее в буферную память для последующей передачи в соответствии с адресом на другие спутники-ретрансляторы или абонентские станции-адресаты, а служебные данные выделяют и используют для согласования работы аппаратуры спутников-ретрансляторов и соответствующих абонентских станций. На абонентских станциях необходимо обеспечить поиск и начальную синхронизацию как корреляционных приемников, так и корреляционных передатчиков. Системы поиска и начальной синхронизации корреляционных приемников и передатчиков даны в описании предшествующего уровня техники "Способ многостанционной связи для низкоорбитальных спутниковых систем и устройства для его осуществления".

Однако в связи с тем, что в данной заявке рассматривается система с интеграцией низкоскоростных и высокоскоростных линий связи, необходимо рассмотреть вопросы интеграции поиска сигналов и начальной синхронизации приемников и передатчиков.

Предлагается на абонентских станциях и спутниках-ретрансляторах поиск сигнала по частоте и задержке, начальную синхронизацию приемников и передатчиков с автоподстройкой по задержке кода и частоте, поддержание готовности системы к немедленной передаче высокоскоростной информации после перерывов в сеансах связи осуществлять только по низкоскоростным линиям связи. Если же необходимо начать передачу высокоскоростной информации, то вначале необходимо осуществить компенсацию доплеровского приращения по несущей и тактовой частотам с учетом принятых в системе связи соотношений между высокоскоростными и низкоскоростными линиями передачи информации.

Далее необходимо осуществить синхронизацию и фазирование внутренних кодов в передатчиках с автоподстройкой высокоскоростных линий связи с соответствующими внутренними кодами передатчиков с автоподстройкой низкоскоростных линий связи, а затем осуществить синхронный переход на поддержание синхронизации по частоте и задержке только по высокоскоростной линии связи, либо одновременно по линиям высокоскоростной и низкоскоростной связи. В случае кратких перерывов между сеансами передачи информации следует на время перерыва перейти на поддержание синхронизации по низкоскоростной линии связи. Такой подход обеспечивает сокращение задействованной в этом процессе аппаратуры, а следовательно, повышает универсальность системы связи и

ее рентабельность.

Еще одна особенность изобретения заключается в том, что предлагается дополнительный путь, позволяющий повысить пропускную способность системы по низкоскоростным и особенно по высокоскоростным линиям связи. Смысл предложения заключается в размещении на борту каждого спутника-ретранслятора простейших прозрачных стволов ретрансляторов, работа которых обеспечивается при временном и кодовом уплотнении практически без дополнительных переделок абонентских станций. При этом через прозрачные стволы ретранслятора ретранслируются пакеты сигналов от абонентских станций и соседних спутников-ретрансляторов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией с преамбулами с их временным уплотнением и уплотнением по коду, на абонентских станциях и соседних спутниках-ретрансляторах осуществляется автоподстройка собственных передатчиков с автоподстройкой по несущей частоте и задержке внутренних кодов. Техническое отличие от основного варианта заключается только в том, что для осуществления автоподстройки передатчиков с автоподстройкой используются сигналы синхронизации от соответствующих спутников-ретрансляторов и принятые преамбулы собственных сигналов, переретранслированных прозрачными стволами этого же спутника-ретранслятора. При этом обеспечивается автоподстройка собственных передатчиков с автоподстройкой таким образом, что излучение абонентскими станциями сигналов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией, осуществляется с такими упреждениями по времени относительно формируемого на борту каждого спутника-ретранслятора сигнала синхронизации, которые обеспечивают переретрансляцию пакетов сигналов прозрачным стволом этих спутников-ретрансляторов в точно заданных парциальных временных интервалах.

Таким образом, предлагаемая особенность изобретения направлена на повышение пропускной способности системы связи при весьма незначительном усложнении спутников-ретрансляторов, при этом обеспечиваемый режим работы прозрачных стволов ретрансляторов с реализацией временного уплотнения позволяет использовать сугубо нелинейный и самый экономичный режим работы прозрачных ретрансляторов при минимальных уровнях вредных нелинейных искажений. Наиболее выгодно использовать описанный режим работы при небольшом количестве переретрансляций информации (одной-двух), что позволяет применять его в системе связи при самых напряженных графиках.

Рассмотрим фиг. 1, на которой изображена аппаратура спутника-ретранслятора. В аппаратуру спутника-ретранслятора входят антенна (1) для передачи сигнала синхронизации, приемопередающие фазированные антенные решетки (2) для низкоскоростных линий связи передачи с высокочастотными узлами,

приемопередающие фазированные антенные решетки (3) для высокоскоростных линий связи с высокочастотными узлами, блок (4) формирования сигнала синхронизации и служебной информации, приемник (5) низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора, приемник (6) высокоскоростных линий связи, синтезатор (7) сетки частот, блок (8) формирования пакетов с буферной памятью блок (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы, тактовый генератор (10), блок (11) генераторов кодов, система (12) управления, формирователь (13) вызова абонентских станций.

Блок-схема устройства аппаратуры абонентской станции на фиг. 2 включает в себя комплект аппаратуры низкоскоростной связи (14) - (19) и комплект аппаратуры высокоскоростной связи (20) - (26), соединенные между собой. В комплект аппаратуры низкоскоростной связи входят приемопередающая антенна (14) с высокочастотной частью, приемник (15), приемник (16) сигнала синхронизации, передатчик с автоподстройкой (17), схема (18) компенсаций доплеровского смещения, блок (19) формирования и обработки цифровой информации и формирования пакетов. В комплект аппаратуры высокоскоростной связи абонентской станции входят фазированная антенная решетка (20) с высокочастотной частью, приемник (21), система (22) синхронизации и выделения информации, передатчик с автоподстройкой (23), схема (24) компенсации доплеровского приращения, блок (25) обработки цифровой информации и формирования пакетов, а также система управления (26).

На фиг. 3 и фиг. 4 раскрыты подробные функциональные схемы аппаратуры абонентской станции, обеспечивающие низкоскоростную и высокоскоростную связь. Так, на фиг. 3 отображены связанные между собой блоки (16), (22), (24), а на фиг. 4 более полно раскрыта взаимосвязь блоков (17) и (23).

В блок 16 входят смеситель (27) с усилителем промежуточной частоты, демодулятор (28) с усилителем промежуточной частоты, фазовый детектор (29) с фильтром нижних частот, управляемый генератор (30), дискриминатор задержки (31) с фильтром нижних частот, управляемый тактовый генератор (32), умножитель (33) частоты в k раз, генератор (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий, демодулятор (35) высокоскоростной информации, генератор (36) кодов синхронизации, генератор (37) абонентских кодов, демодулятор (38) абонентского кода, генератор (39) внутренних кодов для низкоскоростных линий, демодулятор (4) низкоскоростной информации.

В блок 24 входят умножитель (41) частоты в n раз, смеситель (42) с усилителем промежуточной частоты, фазовый детектор (43) с фильтром нижних частот, смеситель (44) с усилителем промежуточной частоты, синтезатор (45) сетки частот, смеситель (46) с усилителем промежуточной частоты, фазовый детектор (47) с фильтром нижних частот.

На фиг. 4 изображена схема (48) поиска сигнала и начальной синхронизации

передатчика с автоподстройкой (17), который содержит дискриминатор (49) задержки с фильтром нижних частот, сумматор напряжений (50), управляемый тактовый генератор (51), схему (52) режекции и добавления тактовых импульсов, генератор (53) внутренних кодов для низкоскоростных линий и генератор абонентского кода, модулятор (54), дискриминатор частоты (55) с фильтром нижних частот, сумматор напряжений (56), управляемый генератор (57).

Передатчик с автоподстройкой (23) включает в себя фазирующее устройство (58), дискриминатор частоты (59) с фильтром нижних частот, сумматор напряжений (60), управляемый генератор (61), дискриминатор задержки (62) с фильтром нижних частот, сумматор напряжений (63), управляемый тактовый генератор (64), генератор внутренних кодов (65) для высокоскоростных линий связи, модулятор (66) для высокоскоростной связи.

Антенна (1) для передачи сигнала синхронизации с высокочастотной частью должна обеспечить равномерное распределение мощности сигнала во всей зоне обслуживания спутника-ретранслятора.

Для повышения точности синхронизации желательно использовать по возможности большую полосу частот, отводимую для работы системы связи. Однако использование всей полосы частот и размещение в ней сигнала синхронизации и информационных сигналов приведет к взаимным помехам. Эффективный путь компромиссного решения заключается в том, что при временном и частотном уплотнении для передачи информации возможно одновременное использование только части отводимого диапазона частот, тогда как другую часть этого диапазона можно использовать для передачи только сигнала синхронизации.

Антенна соединена с блоком формирования сигнала синхронизации (4) и служебной информации, который в свою очередь соединен с синтезатором (7) сетки частот, тактовым генератором (10), блоком (11) генераторов кодов, системой управления (12), формирователем (13) вызова абонентских станций. Приемопередающие фазированные антенные решетки (2) для низкоскоростных линий связи с высокочастотным узлом соединены с приемником (5) низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора и с блоком (8) формирования пакетов с буферной памятью, а также с системой управления (12).

Введенные приемопередающие фазированные антенные решетки для высокоскоростных линий связи (3) с высокочастотным узлом соединены с блоком (8) формирования пакетов с буферной памятью, с системой управления (12) и с введенным приемником (6) высокоскоростных линий. В блоке (8) формирования пакетов с буферной памятью происходит накопление и формирование групп информационных пакетов, которые предназначены для излучения абонентам в разные пространственные соты. Каждый такой пакет включает преамбулу, содержащую оценки рассогласований по задержке и частоте, а также информацию о корректировке мощностей передатчиков абонентских

станций. Содержание преамбулы формируется блоком (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы.

Управление работой и синхронизация блоков (2), (3), (4), (5), (6) производится системой управления (12), которая в свою очередь синхронизируется генератором тактовой частоты (10). Приемник (5) низкоскоростных линий и вызова ретранслятора соединен по выходам с системой управления (12) и с формирователем (13) вызова абонентских станций. Для вызова ретранслятора используется согласованный цифровой фильтр, входящий в блок (13), настроенный на код вызова. При этом коды вызова, формируемыми разными абонентскими станциями, отличаются друг от друга как по задержке, так и (или) по форме кода. Поэтому приемник (5) низкоскоростных линий и вызова ретранслятора соединен по выходу с системой управления (12), в которой обеспечивают оценку задержки принятого приемником (5) низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора кода и тем самым идентифицируют номер абонентской станции, вызывающей спутник-ретранслятор. В память системы управления (12) закладывают приближенные координаты каждой абонентской станции, благодаря чему определяют и ту зону (соту), в которой находится тот или иной абонент. После этого вызывающей абонентской станции с помощью блоков (12, 11, 13) выделяют и сообщают ее собственный внутренний код, с использованием которого от нее принимают информацию о вызываемой абонентской станции, после чего, если последняя не занята, формируют вызов абонентской станции с помощью формирователя (13) вызова абонентских станций и блока (8) формирователя пакетов с буферной памятью.

При этом блок (11) генераторов кодов (кодов синхронизации, внутренних кодов для низкоскоростных линий, абонентских кодов и введенных внутренних кодов для высокоскоростных линий связи), система управления (12), формирователь (13) вызова абонентских станций, блок (4) формирования сигнала синхронизации и служебной информации жестко синхронизируются от тактового генератора (10), а кроме того все упомянутые генераторы кодов сфазированы между собой.

В абонентской станции введен комплект аппаратуры высокоскоростной связи (20-25), изображенный на фиг. 2, который сопрягается с комплектом аппаратуры низкоскоростной связи. При этом управление работой комплектов аппаратуры низкоскоростной и высокоскоростной связи осуществляется от единой системы управления (26), которая включает управляющую цифровую машину.

На фиг. 2 показано, что приемник (16) сигнала синхронизации связан с системой (22) синхронизации и выделения информации и передатчиком с автоподстройкой (23) высокоскоростной связи, передатчик с автоподстройкой (17) связан с передатчиком с автоподстройкой (23) высокоскоростной связи, а схема компенсации доплеровского смещения (18) связана со схемой компенсации (24) доплеровского приращения. Ниже приводится более подробное описание связей между комплектами аппаратуры

низкоскоростной и высокоскоростной связи со ссылками на фиг. 3 и фиг. 4.

С выхода фазированной антенной решетки (20) с высокочастотной частью сигналы от спутника-ретранслятора поступают в приемник (21) и систему (22) синхронизации и выделения информации. Система выделения информации представляет собой набор корреляторов, число которых равно основанию принятого внутреннего кода, соединенных по выходу с решающей схемой. На опорные входы указанных корреляторов поступают внутренние коды с выходов генератора внутренних кодов для высокоскоростных линий (34) (фиг. 3). Приемник сигнала синхронизации представляет собой следующий в себя два контура слежения. Первый контур с элементами (27) - (30) является контуром фазовой (или частотной) автоподстройки частоты и содержит смеситель (27) с усилителем промежуточной частоты, демодулятор (28) с усилителем промежуточной частоты, фазовый детектор (29) с фильтром нижних частот, управляемый генератор (30).

Второй контур с элементами (31), (32), (36) представляет собой контур слежения за задержкой и содержит дискриминатор задержки (31) с фильтром нижних частот, управляемый тактовый генератор (32), генератор (36) кодов синхронизации. Эти два контура связаны между собой перекрестными связями. При этом управляемый тактовый генератор (32) дополнительно соединен с генератором (37) абонентских кодов, с генератором (39) внутренних кодов для низкоскоростных линий, а также через умножитель (33) частоты в k раз с генератором (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий связи. Коэффициент k равен отношению тактовых частот в линиях высокоскоростной и низкочастотной передачи информации. При этом все упомянутые генераторы кодов синхронизации (36), абонентских кодов (37), внутренних кодов для низкоскоростных линий (39), внутренних кодов для высокоскоростных линий синхронизируются от единого управляемого тактового генератора (33) и сфазированы между собой. В свою очередь перечисленные генераторы кодов соединены по опорным выходам с соответствующими демодуляторами: генератор (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий соединен с демодулятором (35) высокоскоростной информации, генератор (37) абонентских кодов соединен с демодулятором (38) абонентского кода, а генератор (39) внутренних кодов для низкоскоростных линий соединен с демодулятором (40) низкоскоростной информации.

На фиг. 3 изображены также элементы схемы компенсации (24) доплеровского приращения высокоскоростного комплекта аппаратуры. Так, упомянутый выше управляемый генератор (30) фазовой автоподстройки частоты (27 - 30) соединен с умножителем (41) частоты в n раз. Величина n определяется соотношением несущих частот в радиопереносе высокоскоростной и низкоскоростной связи. Умножитель (41) частоты в n раз соединен со смесителем (42) с усилителем промежуточной частоты, на

второй вход которого поступает сигнал от синтезатора (45) сетки частот. Если принять, что на один вход смесителя (42) с усилителем промежуточной частоты поступает сигнал с частотой $n (f_n \pm f_d)$, где f_n - номинальная частота управляемого генератора (30), f_d - текущее доплеровское смещение частоты, а на второй вход упомянутого смесителя с выхода синтезатора (45) сетки частот поступает сигнал с частотой $(n+1) f_n$, то на выходе смесителя получим разностную составляющую, равную $f_n \pm n f_d$. Если теперь этот сигнал ввести в контур передатчика с автоподстройкой (23) по несущей частоте, то доплеровское приращение на частоте высокоскоростной линии связи можно скомпенсировать.

На фиг. 4 представлена схема блока (23) передатчика с автоподстройкой. Здесь же показана схема (17) передатчика с автоподстройкой комплекта низкоскоростной аппаратуры. Передатчик с автоподстройкой (23) состоит из двух контуров. Первый контур слежения за частотой включает последовательно соединенные дискриминатор частоты (59) с фильтром нижних частот, переключатель K_2 , управляемый от системы управления (26), сумматор напряжения (60), управляемый генератор (61), подключенный к модулятору (66) высокоскоростной линии связи, который по выходу соединен с фазированной антенной решеткой (20). Выше было высказано пожелание ввести в контур передатчика (23) с автоподстройкой по несущей частоте доплеровское приращение $f_n \pm n f_d$. С этой целью выход смесителя (42) с усилителем промежуточной частоты подключают к первому входу фазового детектора (43) с фильтром нижних частот, а на второй его вход подают сигнал с выхода управляемого генератора (61), а выход фазового детектора (43) с фильтром нижних частот подключают ко второму входу сумматора напряжений (60), тогда упомянутые элементы (43), (60), (61) образуют контур фазовой автоподстройки частоты, обеспечивающей компенсацию доплеровского приращения по несущей частоте. Аналогично обеспечивается компенсация доплеровского приращения по тактовой частоте. Автоподстройка передатчика с автоподстройкой (23) по задержке обеспечивается контуром, состоящим из последовательно соединенных дискриминатора задержки (62) с фильтром нижних частот, ключа K_2 , сумматора напряжений (63), управляемого тактового генератора (64), генератора (65) внутренних кодов для высокоскоростной передачи, ключа K_3 , управляемого от системы управления (26), а также упомянутого модулятора (66). На сумматор напряжения (63) подается напряжение с выхода фазового детектора (47) с фильтром нижних частот, на первый и второй вход которого подаются сигналы соответственно с выхода управляемого тактового генератора (64) и выхода смесителя (46) с усилителем промежуточной частоты, соответствующие входы которого подключены к упомянутому синтезатору (45) сетки частот и выходу умножителя (33) частоты в k раз.

Работа устройства происходит следующим образом. На

спутнике-ретрансляторе осуществляют формирование и излучение псевдослучайного сигнала синхронизации. Абоненты проводят поиск сигнала синхронизации по частоте и задержке, после чего переходят на синхронное отслеживание параметров сигнала, используя двухкантный следящий фильтр, включающий контур фазовой автоподстройки частоты (элементы (27) - (30) и контур слежения за задержкой (элементы (31), (32), (36)), связанные между собой. При этом возможен также прием и выделение служебной информации, которая формируется блоком (4) формирования сигнала синхронизации и служебной информации и передается со спутника-ретранслятора путем модуляции на π сигнала синхронизации. Одновременно обеспечивается синхронизация и фазирование по сигналу синхронизации всех других генераторов кодов - внутреннего кода (39) для низкоскоростной передачи, внутреннего кода (34) для высокоскоростной передачи. Далее вызывающий абонент осуществляет компенсацию доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам с помощью схемы компенсации (18) доплеровского смещения и, используя генератор (53) внутреннего абонентского кода, посылает вызов спутнику-ретранслятору путем посылки нескольких периодов абонентского кода с фиксированной задержкой, который фиксируется приемником (5) низкоскоростных линий и вызова ретранслятора. Приемник вызова ретранслятора представляет собой цифровой согласованный фильтр, на выходе которого формируются импульсы, по задержке которых определяется номер вызывающей абонентской станции. После этого со спутника-ретранслятора с использованием абонентского кода сообщают абоненту временной интервал и внутренний код для связи со спутником-ретранслятором. Абонент устанавливает рекомендуемый временной интервал и внутренний код в передатчике с автоподстройкой, осуществляет поиск и начальную синхронизацию передатчика с автоподстройкой, а далее сообщает номер вызываемого абонента с пожеланием вести низкоскоростную или высокоскоростную передачу, либо оба вида передачи одновременно. На спутнике-ретрансляторе по номеру вызываемого абонента отождествляют его координаты и пространственную соту расположения, при свободном вызываемом абоненте на его абонентском коде делают вызов и сообщают временной интервал и внутренние коды для двухсторонней связи. Аналогичная информация передается также вызываемому абоненту. Оба абонента устанавливают временные интервалы и соответствующие внутренние коды в приемниках (16) и (22), в передатчиках (17) и (23) с автоподстройкой и обеспечивают заданный режим передачи. При этом возможны следующие виды передач: только по низкоскоростной линии (с использованием блока 17), только по высокоскоростной линии (с использованием блока 23), либо одновременно по двум линиям передач информации с использованием блоков (17) и (23). Прием информации можно осуществлять

соответственно с использованием трех демодуляторов: демодулятора (35) высокоскоростной информации, демодулятора (38) абонентского кода и демодулятора (40) низкоскоростной информации.

Формула изобретения:

1. Способ высокоскоростной и низкоскоростной связи через спутники на низких и средних орбитах, заключающийся в том, что излучают с абонентских станций псевдослучайные сигналы, модулированные низкоскоростной информацией, выделяют и перекоммутируют на борту спутника-ретранслятора эту информацию и переизлучают ее в отведенном диапазоне частот пространственно разнесенными лучами на разных частотах, одновременно излучают в этом же диапазоне частот каждого спутника-ретранслятора собственный псевдослучайный сигнал синхронизации с фазовой манипуляцией на всю пространственную зону обслуживания с плотностью мощности, постепенно увеличивающейся от центра зоны к ее краям, с модуляцией указанного сигнала служебной информацией, предназначенной для управления системой связи, осуществляют на каждом спутнике-ретрансляторе контроль мест расположения всех абонентских станций относительно пространственных сот, образованных лучами антенны спутника-ретранслятора, осуществляют прием пакетов низкоскоростной информации от абонентских станций и запоминание информационной их части, определяют по преамбуле пакетов рассогласования по несущей частоте и задержке кода относительно эталонов, расположенных на каждом спутнике-ретрансляторе, с последующим запоминанием этих рассогласований, осуществляют извлечение из памяти, формирование и излучение групп пакетов информации в заданных парциальных временных интервалах, предназначенных для передачи абонентам в различные пространственные соты с преамбулами, включающими значения указанных рассогласований для каждой из абонентских станций, при этом на всех абонентских станциях осуществляют прием сигнала синхронизации со спутника-ретранслятора и выделение служебной информации, осуществляют компенсацию в передатчиках с автоподстройкой доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам с использованием принятого со спутника-ретранслятора сигнала синхронизации, осуществляют автоподстройку собственных передатчиков по несущей частоте и задержке кода с использованием значений рассогласований, выделенных из упомянутой преамбулы, устанавливают на каждой абонентской станции внутренние коды в передатчике и приемнике, формируют информацию в цифровом виде и производят ее временную компрессию, осуществляют ее многоосновное кодирование выделенными внутренними кодами и излучают сигнал в отведенных парциальных временных интервалах с преамбулой, включающей несколько периодов внутреннего кода с фиксированной задержкой или несколько периодов кода,

выделенного группе абонентских станций, осуществляют прием предназначенных им пакетов, демодуляцию, декомпрессию и выделение переданной им информации, устанавливают связь между соседними спутниками-ретрансляторами, находящимися впереди, справа, слева и сзади относительно вектора движения, при этом каждый из спутников-ретрансляторов по принципу построения сети выполняет роль как абонентной станции, синхронизируемой с соседнего спутника-ретранслятора, так и спутника-ретранслятора, от которого синхронизируются другие спутники-ретрансляторы, определяют на спутниках-ретрансляторах время выхода каждой абонентской станции из зоны обслуживания, предварительно посылая им сигнал предупреждения с выдачей рекомендаций о переходе на связь с новым благоприятным спутником-ретранслятором на новом парциальном временном интервале и частоте другого пространственного луча низкоскоростной линии, при этом на абонентских станциях, передавая информацию на выходящий из зоны обслуживания спутник-ретранслятор, осуществляют прием сигнала синхронизации от нового спутника-ретранслятора, компенсируют доплеровское смещение по несущей и тактовой частотам в передатчике с автоподстройкой, устанавливают рекомендованные парциальный временной интервал и выделенную частоту, производят синхронизацию по новому спутнику-ретранслятору передатчика с автоподстройкой, передают некоторое время низкоскоростную информацию одновременно на оба спутника-ретранслятора, а на новом спутнике-ретрансляторе согласуют по времени потоки информации, приходящие непосредственно от абонентских станций и ретранслированные выходящим из зоны обслуживания спутником-ретранслятором, после чего осуществляют переход только на прием и обработку низкоскоростной информации непосредственно от абонентских станций, оповещая их об этом, отличающийся тем, что на абонентских станциях обеспечивают временную компрессию высокоскоростной информации, модулируют указанной информацией введенные внутренние псевдослучайные коды при их многоосновном кодировании, модулируют полученным результирующим процессом выделенную для передачи высокоскоростной информации несущую частоту с одновременным формированием упомянутых внутренних кодов при небольших значениях их периода и более высоких тактовых частотах относительно внутренних кодов, используемых в низкоскоростных линиях связи, обеспечивая кратность периодов упомянутых внутренних кодов, их взаимное фазирование, а также кратность тактовых частот, формируют на спутниках-ретрансляторах все упомянутые коды, обеспечивают их взаимную синхронизацию и фазирование с кодом синхронизации как по задержке кодов, так и по тактовым частотам, осуществляют в приемниках абонентских станций прием и выделение сигналов синхронизации со спутников-ретрансляторов и взаимную синхронизацию и фазирование по ним

внутренних кодов для модуляции высокоскоростной информации, внутренних кодов для модуляции низкоскоростной информации и абонентских кодов, производят компенсацию в передатчиках с автоподстройкой доплеровского смещения для выделенной несущей и заданных тактовых частот с учетом принятых пропорций в линиях низкоскоростной и высокоскоростной связи между соответственно несущими и тактовыми частотами, осуществляют автоподстройку собственных передатчиков автоподстройкой по упомянутой несущей частоте и временной задержке кода на заданной тактовой частоте с использованием значений рассогласований, выделенных из преамбул сигналов, принимаемых от спутников-ретрансляторов, модулированных высокоскоростной информацией, обеспечивают при этом синхронное формирование и фазирование внутренних кодов, осуществляют на борту спутников-ретрансляторов прием пакетов сигналов, модулированных высокоскоростной информацией с абонентских станций на выделенных несущих частотах и внутренних кодах на выделенных парциальных временных интервалах, их демодуляцию с запоминанием информационной части пакетов, проводят оценку по преамбуле пакетов значений рассогласований по несущей частоте и задержке кода для каждой абонентской станции относительно имеющихся на спутниках-ретрансляторах эталонов с последующим их запоминанием, извлекают из памяти пакеты высокоскоростной информации, производят многоосновное кодирование ими выделенных каждой абонентской станции внутренних кодов, извлекают из памяти относящиеся в каждой абонентской станции оценки рассогласований по несущей частоте и задержке кода, модулируя рассогласованиями внутренний код преамбулы, модулируют результирующим сигналом выделенную несущую частоту и излучают полученный сигнал в заданных парциальных временных интервалах в те пространственные соты, где расположены абонентские станции-адресаты, при этом парциальные временные интервалы излучения пакетов сигналов пространственно-разнесенными лучами, а также парциальные интервалы приема пакетов сигналов жестко привязывают и синхронизируют с формируемым на спутнике-ретрансляторе сигналом синхронизации, а на абонентских станциях принимают эти сигналы, демодулируют высокоскоростную и низкоскоростную информацию, проводят ее декомпрессию, а также осуществляют автоподстройку по введенной несущей частоте и задержке введенных внутренних кодов передатчиков с автоподстройкой с использованием выделенных рассогласований из преамбулы, одновременно на каждом спутнике-ретрансляторе модулируют сигнал синхронизации общими данными, предназначенными для согласования работы всех абонентских станций и соседних спутников-ретрансляторов, кроме того, обеспечивают модуляцию абонентских кодов и внутренних кодов в выделенных линиях низкоскоростной связи данными,

обеспечивающими индивидуальное согласование работы абонентских станций, осуществляют излучение, прием, обработку указанных сигналов и их использование соответствующими абонентскими станциями, оценивают на спутниках-ретрансляторах время выхода из зоны обслуживания по высокоскоростным и низкоскоростным линиям каждой из абонентских станций с предварительным информированием их об этом с рекомендацией о переходе на связь через новые спутники-ретрансляторы на новых парциальных временных интервалах и частотах пространственных лучей низкоскоростной и высокоскоростной связи, производят на новых спутниках-ретрансляторах синхронный по времени прием и согласование высокоскоростной и низкоскоростной информации, поступающей непосредственно с абонентских станций и этой же информации, поступающей от спутника-ретранслятора, уходящего из зоны видимости, через межспутниковые линии связи, а далее производят прием высокоскоростной и низкоскоростной информации только от абонентских станций с оповещением их об этом, обеспечивают в приемниках абонентских станций синхронное формирование и фазирование внутренних кодов с кодов синхронизации, осуществляют в передатчиках с автоподстройкой абонентских станций синхронное формирование и фазирование внутренних кодов, предназначенных для передачи высокоскоростной информации, по внутренним кодам, используемым для передачи низкоскоростной информации.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на спутниках-ретрансляторах и абонентских станциях обеспечивают регулирование пропускной способности отдельных каналов высокоскоростной и низкоскоростной связи за счет объединения нескольких парциальных временных интервалов в один большой интервал, в рамках которого передают информацию от абонента к абоненту, а в каждом таком временном интервале допускают передачу нескольких уплотняемых по коду сигналов как от одной, так и от нескольких абонентских станций, с абонентских станций передают в преамбуле пакетов их порядковые номера путем модуляции на π внутреннего кода преамбулы, а на спутниках-ретрансляторах проводят прием и демодуляцию переданной информации с выделением номеров пакетов и записью принятой информации в буферную память в соответствующем порядке, оценивают по преамбулам пакетов уровни принимаемых сигналов с повышенной и пониженной мощностью и сообщают соответствующим абонентским станциям в преамбулах вновь формируемых пакетов уровни ее корректировки, на абонентских станциях эту информацию выделяют и регулируют мощности своих передатчиков, а также обеспечивают на спутниках-ретрансляторах передачу циркулярной информации нескольким абонентским станциям путем соответствующей коммутации пакетов.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что на спутниках-ретрансляторах формируют и излучают в направлении соседних

спутников-ретрансляторов сигналы синхронизации и сигналы с адресными кодами, модулированные служебными данными, а также сигналы, модулированные высокоскоростной и низкоскоростной информацией на выделенных несущих частотах, парциальных интервалах и внутренних кодах при многоосновном их кодировании в соответствии с адресом передачи, на соседних спутниках эти сигналы принимают, выделяют высокоскоростную и низкоскоростную информацию и заносят ее в буферную память для последующей передачи в соответствии с адресом на другие спутники-ретрансляторы или абонентские станции-адресаты, а служебные данные выделяют и используют для согласования работы аппаратуры спутников-ретрансляторов и соответствующих абонентских станций.

4. Способ по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что на абонентских станциях и спутниках-ретрансляторах поиск сигналов по частоте и задержке, начальную синхронизацию приемников и передатчиков с автоподстройкой по задержке кода и частоте, поддержание готовности системы к немедленной передаче высокоскоростной информации после перерывов в сеансах связи осуществляют по низкоскоростным линиям связи, а при необходимости начать обмен высокоскоростной информацией проводят компенсацию доплеровского смещения по несущей и тактовой частотам с учетом принятых в системе связи соотношений по несущим и тактовым частотам между высокоскоростными и низкоскоростными линиями связи, проводят синхронизацию и фазирование кодов в передатчиках с автоподстройкой высокоскоростных линий связи с соответствующими внутренними кодами передатчиков низкоскоростных линий связи, осуществляют синхронный переход на поддержание синхронизации по частоте и задержке только по высокоскоростной линии связи либо одновременно по линиям низкоскоростной и высокоскоростной связи, а после завершения передачи информации одновременно по двум линиям связи поддерживают синхронизацию только по низкоскоростным линиям связи.

5. Способ по любому из пп.1 - 4, отличающийся тем, что на спутниках-ретрансляторах дополнительно устанавливают прозрачные стволы-ретрансляторы, через которые ретранслируют пакеты сигналов от абонентских станций и соседних спутников-ретрансляторов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией с преамбулами при временном их уплотнении и уплотнении по коду, на абонентских станциях и соседних спутниках-ретрансляторах, осуществляют автоподстройку собственных передатчиков с автоподстройкой по несущей частоте и задержке внутренних кодов с использованием сигналов синхронизации от соответствующих спутников-ретрансляторов и принятых преамбул собственных сигналов, переретранслированных прозрачным стволом этого же спутника-ретранслятора, обеспечивают за счет автоподстройки собственных передатчиков с автоподстройкой

излучение сигналов, модулированных высокоскоростной и низкоскоростной информацией, с такими упреждениями по времени относительно формируемых на борту каждого спутника-ретранслятора сигнала синхронизации, которые обеспечивают переретрансляцию упомянутых пакетов сигналов прозрачными стволами этих спутников-ретрансляторов в точно заданных парциальных временных интервалах, которые совпадают с интервалами, при которых пространственно-разнесенные лучи приемопередающих фазированных антенных решеток спутников-ретрансляторов обеспечивают передачу высокоскоростной и низкоскоростной информации именно в те соты, в которых расположены соответствующие абонентские станции-адресаты, принимающие и выделяющие предназначенную им информацию.

6. Устройство для высокоскоростной и низкоскоростной связи через спутники на низких и средних орбитах, содержащее на спутнике-ретрансляторе антенну (1) для передачи сигнала синхронизации, приемопередающие фазированные антенные решетки (2) для низкоскоростных линий связи с высокочастотными узлами, блок (4) формирования сигнала синхронизации и служебной информации, приемник (5) низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора, синтезатор (7) сетки частот, блок (8) формирования пакетов с буферной памятью, блок (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы, тактовый генератор (10), блок (11) генераторов кодов, систему управления (12), формирователь (13) вызова абонентских станций, при этом антенна (1) соединена с блоком (4) формирования сигнала синхронизации и служебной информации, соединенным с синтезатором (7) сетки частот, тактовым генератором (10), блоком (11) генераторов кодов, системой (12) управления фазовращателем (13) вызова абонентских станций, приемопередающие фазированные антенные решетки (2) для низкоскоростных линий связи с высокочастотными узлами соединены с приемником (5) низкоскоростных линий связи и вызова ретранслятора и с блоком (8) формирования пакетов с буферной памятью, а также с системой управления (12), связанной также с приемником (5) низкоскоростных линий связи, блоком (8) формирования пакетов с буферной памятью, тактовым генератором (10), формирователем (13) вызова абонентских станций, блоком (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы и блоком (11) генераторов кодов, синтезатор (7) сетки частот подключен к приемнику (5) низкоскоростных линий связи и к тактовому генератору (10), блок (11) генераторов кодов подключен к блоку (8) формирования пакетов с буферной памятью и к блоку (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы, формирователь (13) вызова абонентских станций подключен к блоку (8) формирования пакетов с буферной памятью, соединенному с блоком (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы, к приемнику (5) низкоскоростных линий связи, подключенному к блоку (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы, абонентскую станцию,

включающую приемопередающую антенну (14) с высокочастотной частью, приемник (15), приемник сигнала синхронизации (16), передатчик с автоподстройкой (17), схему (18) компенсации доплеровского смещения, блок (19) формирования и обработки цифровой информации и формирования пакетов, причем блок (19) формирования и обработки цифровой информации и формирования пакетов соединен с передатчиком с автоподстройкой (17), подключенным к приемопередающей антенне (14) с высокочастотной связью, приемник (15) соединен с приемником сигнала синхронизации (16), передатчиком с автоподстройкой (17) и схемой (18) компенсации доплеровского смещения, отличающееся тем, что спутник-ретранслятор дополнительно содержит приемопередающие фазированные антенные решетки (3) для высокоскоростной связи с высокочастотными узлами, приемник (6) высокоскоростных линий связи, подключенный к фазированной антенной решетке (3) и к блоку (8) формирования пакетов с буферной памятью, в блок (11) генераторов кодов дополнительно вводят формирователи внутренних кодов для высокоскоростных линий связи, а в блок (9) дискриминаторов с формирователем преамбулы вводят дискриминаторы для высокоскоростных линий связи, которые подключают к блоку (11) генераторов кодов и к приемнику (6) высокоскоростных линий связи, а все введенные блоки подключают к системе управления (12), абонентские станции дополнительно содержат комплект аппаратуры высокоскоростной связи, включающей в себя фазированную антенную решетку (20) с высокочастотной частью, приемник (21), систему (22) синхронизации и выделения информации, передатчик с автоподстройкой (23), схему компенсации (24) доплеровского приращения, блок (25) обработки цифровой информации и формирования пакетов, соединенные по входам и выходам с системой управления (26), при этом выходы приемника (21) соединены с входами системы (22) синхронизации и выделения информации, передатчика с автоподстройкой (23) и схемы (24) компенсации доплеровского приращения, блок (25) обработки цифровой информации и формирования пакетов по выходу соединен с входами передатчика с автоподстройкой (23) и фазированной антенной решеткой (20) с высокочастотной частью, вводят в приемную часть абонентской станции демодулятор (35) высокоскоростной информации, первый вход которого подключен к выходу генератора (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий, соединенного через выход-вход умножителя (33) частоты в К раз с выходом управляемого тактового генератора (32), а второй вход упомянутого демодулятора (35) высокоскоростной информации через выход-вход смесителя (44) с усилителем промежуточной частоты подключен к выходу синтезатора (45) сетки частот, при этом выход схемы (18) компенсации доплеровского смещения подключен к входу схемы (24) компенсации доплеровского приращения, выход передатчика с автоподстройкой (17) подключен к входу передатчика с автоподстройкой (23), а приемник (16) сигнала синхронизации подключен по

выходам к входу системы (22) синхронизации и выделения информации и передатчика с автоподстройкой (23), при этом выход управляемого генератора (30) соединен с цепочкой, состоящей из умножителя (41) частоты в n раз, смесителя (42) с усилителем промежуточной частоты, фазового детектора (43) с фильтром нижних частот, сумматора напряжений (60), причем второй вход смесителя (42) с усилителем промежуточной частоты соединен с выходом синтезатора (45) сетки частот, а второй вход фазового детектора (43) с фильтром нижних частот соединен с выходом управляемого тактового генератора (61), причем генератор (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий, генератор (37) абонентских кодов и генератор (39) внутренних кодов для низкоскоростных линий выполнены с возможностью жесткой синхронизации и фазирования от генератора (36) кодов синхронизации, в передатчик с автоподстройкой (23) вводят модулятор (66) для высокоскоростной связи, выход которого подключен к входу фазированной антенной решетки (20) с высокочастотной частью, а также две цепочки элементов, вход которых подключен к выходу приемника (21), причем первая цепочка включает дискриминатор частоты (59) с фильтром нижних частот, подключенный через управляемый переключатель K2 и сумматор напряжения (60) к входу управляемого генератора (61), первый выход которого подключен к входу модулятора (66) для высокоскоростной связи, а второй - к входу фазового детектора (43) с

фильтром нижних частот, выход которого соединен с входом сумматора напряжения (60), а вторая цепочка элементов включает дискриминатор задержки (62), соединенный через управляемый переключатель K2 и сумматор напряжения (63) с входом управляемого тактового генератора (64), первый выход которого через вход генератора (65) внутренних кодов для высокоскоростных линий связи и управляемый переключатель K3 соединен с модулятором (66) для высокоскоростной связи, второй вход сумматора напряжения (63) соединен с выходом фазового детектора (47) с фильтром нижних частот, а второй выход управляемого тактового генератора (64) подключен к выходу фазового детектора (47) с фильтром нижних частот, вторые входы дискриминаторов задержки (62) и частоты (59) с фильтрами нижних частот соединены с генераторами (34) внутренних кодов для высокоскоростных линий, а модулятор (66) для высокоскоростной связи соединен с входом с блоком (25) обработки цифровой информации и формирования пакетов и с синтезатором (45) сетки частот, управляющие входы переключателей K2 и 43 подключены к выходу системы управления (26), при этом управляющий вход генератора (66) внутренних кодов для высокоскоростных линий связи через фазирующее устройство (58) соединен с выходом генератора (53) внутренних кодов для низкоскоростных линий, а фазирующее устройство (58) по управляющему входу соединено с системой управления (26).

35

40

45

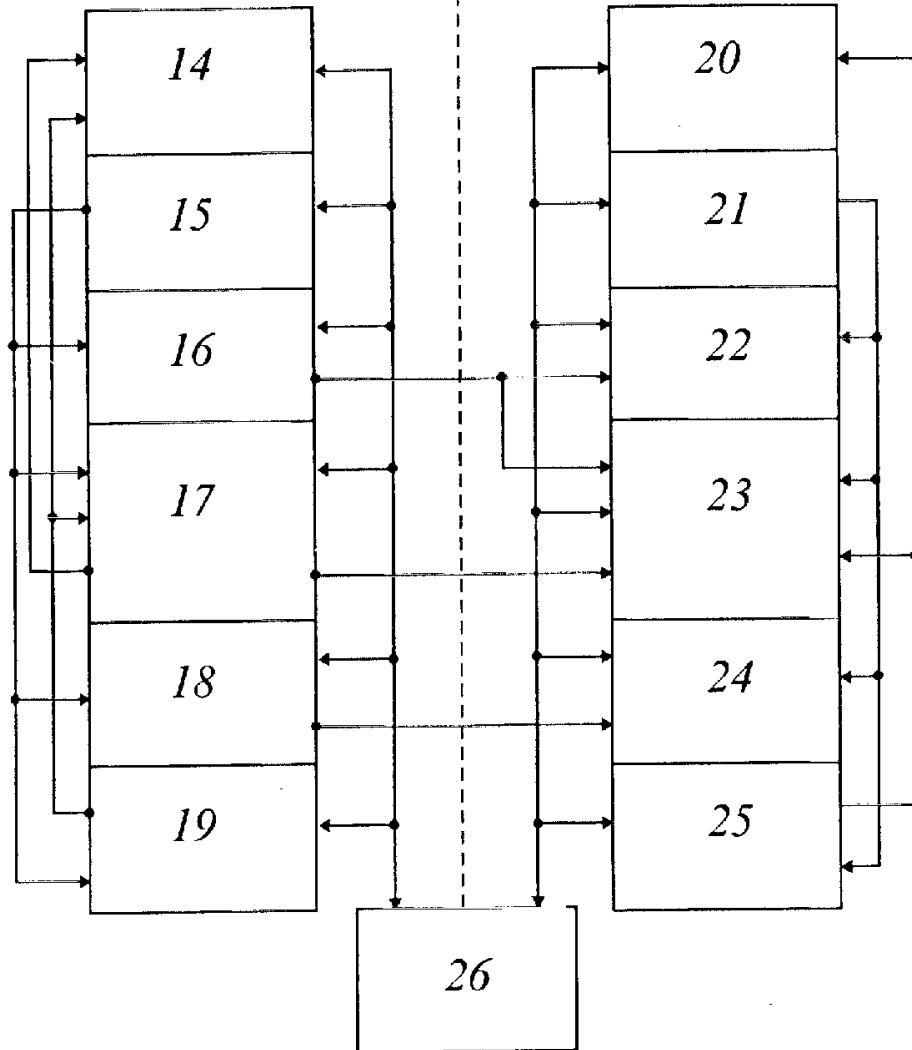
50

55

60

*Комплект аппаратуры
низкоскоростной связи*

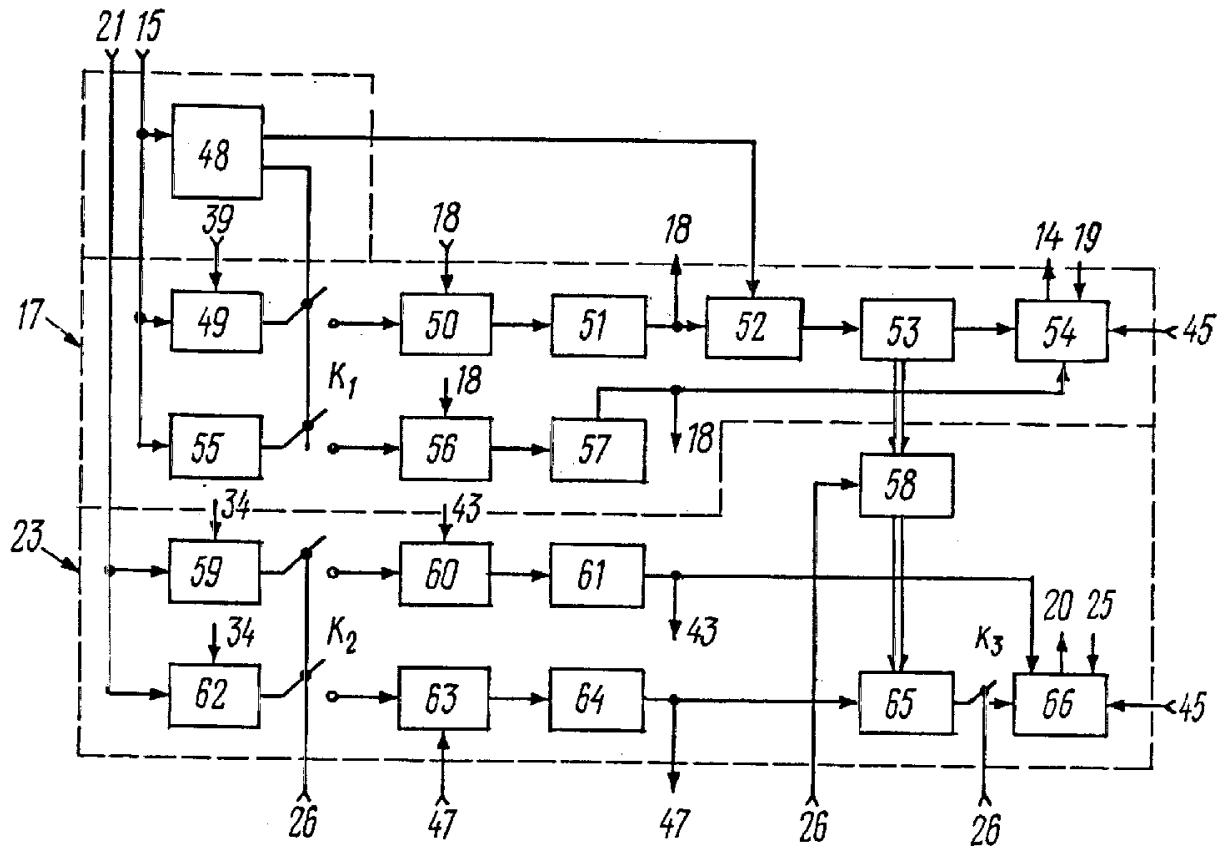
*Комплект аппаратуры
высокоскоростной связи*



ФИГ. 2

RU 2133555 C1

RU 2133555 C1



ФИГ. 4

RU 2133555 C1

RU 2133555 C1