

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт цифровых технологий и профессионального развития

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

«Разработка спутниковых систем персональной связи»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07121 –Космическая техника и технологии

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт цифровых технологий и профессионального развития

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТиКТ,
канд. техн. наук


Таштай Е.Т.
«02» 02 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработка спутниковых систем персональной связи»

6B07121 –Космическая техника и технологии

Выполнил

Мухамедьяров Б.М.

Рецензент

Научный руководитель

Руководитель Лаборатории

Ассоциированный профессор, к.т.н.

ТОО «ИКТТ», к.т.н. доцент

Дараев А.М.

Инчин А.С.

«02» 02 2024 г.

«02»  2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

6B07104 – Electronic and Electrical Engineering

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭТиКТ

Таштай Е.Т.

2023 г.

«02» 02

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Дипломнику Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекұлы по теме: «Разработка спутниковых систем персональной связи», утвержденный приказом Ректора Университета №1755-до «29» ноября 2023 г.

Срок сдачи законченной работы «15» апреля 2024 г.

1. Исходные данные к дипломной работе:

Необходимо соблюдать требования следующих международных стандартов

- 1.1 ISO14300-1, Space systems — Programme management — Part 1: Structuring of a programme
- 1.2 ISO14300-2, Space systems — Programme management — Part 2: Product assurance
- 1.3 ISO17666, Space systems — Risk management
- 1.4 Исходным данные КА – Типы существующих систем для Глобальной спутниковой связи
- 1.5 Орбита Спутников , для систем связи – геостационарная 36 000 км

2. Задание на дипломную работу:

- 2.1 Обзор существующих систем спутниковой связи
- 2.2 Анализ известных протоколов множественного доступа в сетях спутниковой связи
- 2.3 Структурная схема перспективной системы спутниковой связи
- 2.4 Передача речевой информации в сетях с коммутацией пакетов

Список литературы:

1. Спутниковая связь и вещание: Справочник - под редакцией Кантора Л.Я. - Москва, 2008г.
2. Справочник по элементам волноводной техники - Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. - Москва, 2012г.
3. Антенно-фидерные устройства: Учебник - под редакцией Кочержевского Г.Н. - Москва, 2012г.
4. Регламент радиосвязи РФ - Москва, 2009г.
5. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Учебник - Бернгард Скляр - Москва, 2013г.
6. Сухорукова И.Ю., Тарасов С.С. Проектирование цифровых систем спутниковой связи. Учебное пособие: /Сухорукова И.Ю.- М., МТУСИ, 2012 – 52с.

7. Катунин Г.П. Телекоммуникационные системы и сети. Учебник для вузов в 3х томах / Катунин Г.П. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - 784 с.

8. Песков, Ю. А. Морская навигация с ГЛОНАСС/GPS : книга + CD : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Песков. - Москва : Моркнига, 2010. - 143, [2] с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 978-5-903080-86-1 ; 450-00. 39.471.1 - П 28



ГРАФИК

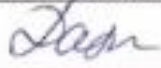
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Ожидаемые результаты
1. Обзор существующих систем спутниковой связи	10.01.2024 - 20.01.2024 г.	Выполнен
2. Методы известных протоколов множественного доступа в сетях спутниковой связи.	20.01.2024-20.02.2024 г.	Выполнен
3. Расчет эффективности перспективной спутниковой системы связи	21.02.2024 - 10.03.2024 г.	Выполнен
3.2 Выбор оптимального варианта построения радиосистемы спутниковой системы связи	11.03.2024 - 01.04.2024 г.	Выполнен
Подготовка и написание общей структуры дипломной работы в соответствии с требованиями стандарта СТ КазНУТУ – 09 – 2017	02.04.2024 - 15.04.2024 г.	Выполнен

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Ассоциированный профессор, к.т.н. Ташгай Е	07.06.24	
Нормоконтролер	Ассистент, м.т.н. Кенгесбаева С.С.	07.06.24.	

Научный руководитель  Дараев А.М.

Задание принял к исполнению обучающийся  Мухамедьяров Б.М.

Дата «30» 12 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Современные условия телекоммуникаций требуют возможности организации линии связи персонального вызова в любой точке Земного шара. В данном дипломном проекте рассмотрены особенности построения спутниковой системы персональной связи на основе спутника INMARSAT. Данная линия связи состоит из трех участков: абонентской линии, фидерной линии и наземной линии связи. В проекте приведен энергетический расчет данных линии и сравнение со стандартами, экономический расчет и разработаны мероприятия по ОБЖ.

ANNOTATION

Modern telecommunications conditions require the possibility of organizing the line paging communications anywhere in the world. In this thesis project the features of the construction of satellite personal communications systems based on INMARSAT satellite. This link consists of three sections: the subscriber line, feed line and landline. The project is an energy calculation and comparison of the data line with the standards, economic calculation and worked out measures for life safety.

АҢДАТПА

Қазіргі заманғы телекоммуникациялық шарттары әлемнің кез келген жерінде желісі пейджинг коммуникацияны ұйымдастырудың мүмкіндігін талап етеді. Бұл тезис жобада спутниктік жеке байланыс жүйелерін құру ерекшеліктері INMARSAT спутник негізден. Бұл сілтеме үш бөлімнен тұрады: абоненттік желі, жемшөп желісін және стационарлық. Жоба энергия есептеу мен стандарттарға сәйкес деректер желісі салыстыру, экономикалық есептеу және өмір тіршілігінің қауіпсіздігі жөніндегі іс-шараларды жүзеге жұмыс істеді.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Геостационарные спутниковые системы связи с мобильными и персональными терминалами	9
1.1 Принципы работы спутниковых систем персональной связи	9
1.2 Архитектура спутниковых систем персональной связи	12
1.3 Технологии передачи данных в спутниковых системах персональной связи	14
2 Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи	17
2.1 Разработка спутниковых аппаратных модулей	18
2.2 Интеграция аппаратной части спутниковых систем	18
2.3 Тестирование и отладка аппаратной части спутниковых систем персональной связи	20
3 Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи	23
3.1 Проектирование и разработка программных модулей для спутниковых систем	23
3.2 Интеграция программного обеспечения с аппаратной частью спутниковых систем	25
3.3 Тестирование и отладка программного обеспечения спутниковых систем персональной связи	27
4 Проблемы и перспективы развития спутниковых систем персональной связи	29
4.1 Текущие проблемы и ограничения спутниковых систем персональной связи	29
4.2 Тенденции развития спутниковых систем персональной связи	30
4.3 Перспективы применения спутниковых систем персональной связи в будущем	32
Заключение	34
Список литературы	35

ВВЕДЕНИЕ

Спутниковые системы персональной связи являются одним из наиболее важных и перспективных направлений развития современных технологий связи. Они позволяют обеспечить высокоскоростную и надежную связь в любой точке планеты, даже в удаленных и труднодоступных районах. Развитие спутниковых систем персональной связи имеет огромный потенциал для улучшения качества жизни людей, повышения безопасности и эффективности различных отраслей экономики.

Целью данной работы является изучение технических аспектов разработки спутниковых систем персональной связи, проектирования и разработки аппаратной и программной частей таких систем, а также анализ проблем и перспектив их развития.

Первая глава работы посвящена техническим аспектам разработки спутниковых систем персональной связи. В ней будут рассмотрены основные принципы работы спутниковых систем, их архитектура, способы передачи информации и протоколы связи. Также будут рассмотрены основные характеристики спутниковых систем, такие как пропускная способность, задержка сигнала и степень покрытия.

Вторая глава посвящена проектированию и разработке аппаратной части спутниковых систем персональной связи. В ней будут рассмотрены различные типы спутников, их характеристики и особенности. Будут рассмотрены такие аспекты, как выбор орбиты, определение требований к аппаратуре, разработка и испытания спутниковых платформ и подсистем.

Третья глава посвящена разработке программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи. В ней будут рассмотрены основные задачи, которые решаются программным обеспечением в спутниковых системах, такие как управление спутником, управление сетью, маршрутизация трафика и обеспечение безопасности. Будут рассмотрены основные технологии и инструменты разработки программного обеспечения для спутниковых систем.

Четвертая глава посвящена проблемам и перспективам развития спутниковых систем персональной связи. В ней будут рассмотрены основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики спутниковых систем, такие как ограниченность ресурсов, высокая стоимость и сложность эксплуатации. Также будут рассмотрены перспективы развития спутниковых систем, такие как увеличение пропускной способности, снижение задержки сигнала и улучшение качества обслуживания.

В заключении данной работы будет приведен обобщенный анализ результатов исследования технических аспектов разработки спутниковых систем персональной связи, проектирования и разработки аппаратной и программной частей таких систем, а также анализ проблем и перспектив их развития. Также будут сделаны выводы о значимости и перспективах использования спутниковых систем персональной связи в современном мире.

Разработка спутниковых систем персональной связи является сложным и многогранным процессом, требующим глубоких знаний и опыта в области телекоммуникаций, электроники, программирования и других смежных областей. Однако, при правильном подходе и использовании современных технологий, разработка спутниковых систем персональной связи может принести значительные преимущества и улучшить качество жизни людей.

Разработка спутниковых систем персональной связи является актуальной и важной задачей в современном мире. С ростом числа пользователей мобильных устройств и увеличением объема передаваемых данных, требуется создание эффективных и надежных систем связи, способных обеспечить широкополосный доступ к интернету и обмен информацией в любой точке планеты. Спутниковые системы персональной связи позволяют преодолеть географические и технические преграды, обеспечивая связь в удаленных и недоступных местах, а также в экстремальных условиях, что особенно важно для авиации, морского и сельского хозяйства, туризма и спасательных операций. Исследование в этой области направлено на разработку более эффективных и экономически выгодных спутниковых систем, которые смогут удовлетворить все потребности пользователей и обеспечить надежную связь в любой точке мира.

Объектом исследования в работе «Разработка спутниковых систем персональной связи» является создание и усовершенствование технической инфраструктуры, которая обеспечивает передачу данных и связь между персональными устройствами с помощью спутников. Предметом исследования являются различные технические аспекты, такие как разработка алгоритмов передачи данных, оптимизация радиочастотного спектра, повышение энергоэффективности системы, разработка новых спутниковых терминалов и антенн, а также улучшение качества связи и обеспечение безопасности передаваемой информации.

1 Технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи

1.1 Принципы работы спутниковых систем персональной связи

Разработка спутниковых систем персональной связи является сложным и многогранным процессом, требующим учета множества технических аспектов. В данном разделе мы рассмотрим основные принципы работы таких систем и опишем основные этапы их разработки.

Одним из ключевых технических аспектов разработки спутниковых систем персональной связи является выбор орбиты спутника. Орбита спутника определяет его движение вокруг Земли и влияет на его доступность для пользователей. Существуют различные типы орбит, такие как геостационарная орбита, низкая околоземная орбита и средняя околоземная низкая околоземная орбита. Каждая из этих орбит имеет свои особенности и преимущества, и выбор орбиты зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи [3].



Рисунок 1.1 - Схема работы спутников

Еще одним важным аспектом разработки спутниковых систем персональной связи является выбор частотного диапазона для передачи данных. Существует множество различных частотных диапазонов, таких как L-диапазон, S-диапазон, C-диапазон и Ku-диапазон. Каждый из этих диапазонов имеет свои особенности и преимущества, и выбор диапазона также зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи [19].

Еще одним важным аспектом разработки спутниковых систем персональной связи является выбор антенной системы. Антенная система играет ключевую роль в передаче и приеме сигналов между спутником и пользователем. Существуют различные типы антенн, такие как параболические антенны, плоские антенны и массивные антенны. Каждый из этих типов антенн имеет свои особенности и преимущества, и выбор антенной системы также зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи [2].

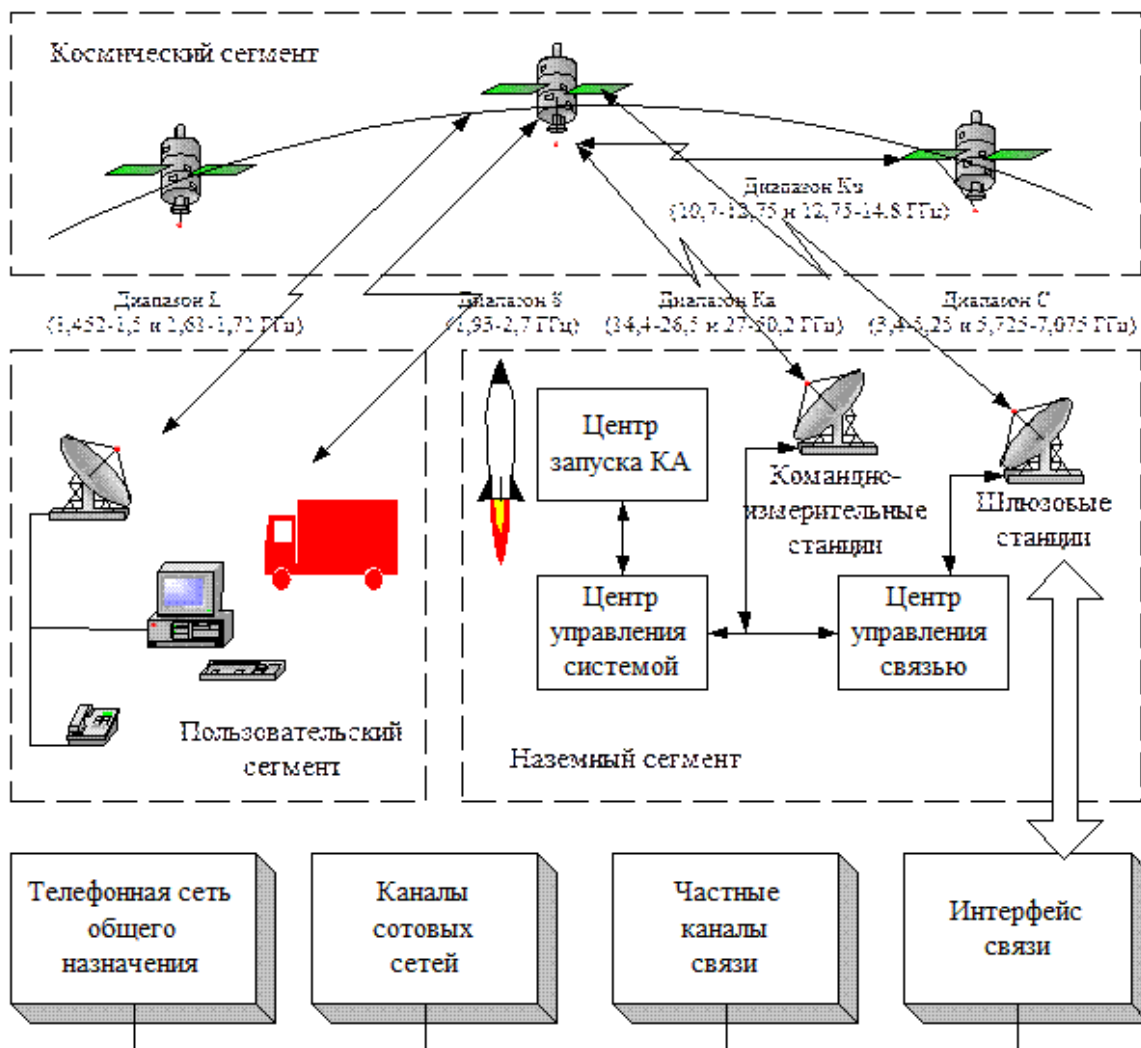


Рисунок 1.2 - Структура спутниковых систем персональной связи

Еще одним важным аспектом разработки спутниковых систем персональной связи является выбор модуляции сигнала. Модуляция сигнала позволяет передавать информацию по радиоканалу с оптимальной эффективностью. Существуют различные типы модуляции, такие как амплитудная модуляция, частотная модуляция и фазовая модуляция. Каждый из этих типов модуляции имеет свои особенности и преимущества, и выбор модуляции также зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи.

Основным принципом работы спутниковых систем персональной связи является передача данных между спутником и пользователем. Для этого спутник осуществляет прием и передачу сигналов, а пользовательские устройства осуществляют прием и передачу данных. Передача данных происходит по радиоканалу, который обеспечивает связь между спутником и пользователем.

Передача данных в спутниковых системах персональной связи осуществляется с использованием различных протоколов и стандартов. Например, для передачи голосовой информации могут использоваться стандарты GSM или CDMA, а для передачи данных - стандарты GPRS или LTE. Каждый из этих стандартов имеет свои особенности и преимущества, и выбор стандарта также зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи.

Важным аспектом разработки спутниковых систем персональной связи является обеспечение безопасности передаваемых данных. Передача данных по радиоканалу может быть подвержена различным видам атак, таким как перехват, подмена или блокировка сигнала. Для обеспечения безопасности данных могут использоваться различные методы и технологии, такие как шифрование, аутентификация или контроль целостности. Каждый из этих методов имеет свои особенности и преимущества, и выбор метода зависит от конкретных требований и задач системы персональной связи.



Рисунок 1.3 – Покрытия спутника

Основными этапами разработки спутниковых систем персональной связи являются проектирование, разработка, испытание и внедрение. На этапе проектирования определяются требования и задачи системы, выбираются необходимые технические решения и разрабатывается архитектура системы. На

этапе разработки создаются и тестируются все необходимые компоненты системы, такие как спутники, антенны, приемники и пользовательские устройства. На этапе испытания проводятся различные тесты и проверки работоспособности системы. На этапе внедрения система вводится в эксплуатацию и начинает предоставлять услуги связи пользователям.

Таким образом, разработка спутниковых систем персональной связи требует учета множества технических аспектов, таких как выбор орбиты спутника, выбор частотного диапазона, выбор антенной системы, выбор модуляции сигнала и обеспечение безопасности передаваемых данных. Основными принципами работы таких систем являются передача данных между спутником и пользователем, использование различных протоколов и стандартов, а также обеспечение безопасности передаваемых данных. Разработка спутниковых систем персональной связи включает в себя несколько этапов, таких как проектирование, разработка, испытание и внедрение.

1.2 Архитектура спутниковых систем персональной связи

Технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи являются ключевыми при создании и развертывании таких систем. Они включают в себя различные аспекты, такие как выбор орбиты спутников, проектирование антенн, разработка систем передачи данных и управления спутниками, а также обеспечение безопасности и надежности работы системы.

Архитектура спутниковых систем персональной связи определяет структуру и функциональность системы. Она включает в себя спутники, земные станции и пользовательские устройства, а также сетевую инфраструктуру для передачи данных между ними [11].

Одним из важных аспектов разработки спутниковых систем персональной связи является выбор орбиты спутников. Существует несколько типов орбит, включая геостационарную орбиту (ГСО), низкую околоземную орбиту (НОЗ) и среднюю околоземную орбиту (СОЗ). Каждая орбита имеет свои преимущества и ограничения, и выбор орбиты зависит от требований к системе, таких как покрытие области обслуживания, скорость передачи данных и задержка сигнала [26].

ГСО является наиболее распространенной орбитой для спутниковых систем персональной связи. Спутники, находящиеся на геостационарной орбите, остаются неподвижными относительно земной поверхности, так как их период обращения вокруг Земли равен периоду вращения Земли вокруг своей оси. Это позволяет обеспечить постоянное покрытие определенной области Земли, что особенно важно для спутниковых систем персональной связи. Однако, ГСО имеет некоторые ограничения, такие как большая задержка сигнала из-за большого расстояния между спутником и земной станцией [21].

Низкая околоземная орбита (НОЗ) является альтернативой ГСО для спутниковых систем персональной связи. Спутники находятся на более низкой

высоте, что позволяет сократить задержку сигнала и увеличить пропускную способность системы. Однако, из-за небольшой высоты орбиты, низкоземные спутники имеют более ограниченное покрытие и требуют большего количества спутников для обеспечения непрерывного покрытия всей области обслуживания.

Средняя околоземная орбита (СОЗ) является компромиссом между ГСО и НОЗ. Спутники находятся на высоте около 10 000 км, что обеспечивает как низкую задержку сигнала, так и достаточное покрытие области обслуживания. СОЗ также требует меньшего количества спутников по сравнению с НОЗ, что делает ее более экономически эффективной.

Однако выбор орбиты спутников - это только одна часть архитектуры спутниковых систем персональной связи. Важным аспектом является также проектирование антенн для спутников и земных станций. Антенны должны быть способными передавать и принимать сигналы на определенных частотах и с достаточной мощностью. Они должны быть компактными и легкими, чтобы их можно было установить на спутники и земные станции. Кроме того, антенны должны обеспечивать достаточную пропускную способность для передачи данных с высокой скоростью.

Разработка систем передачи данных и управления спутниками также является важным аспектом архитектуры спутниковых систем персональной связи. Системы передачи данных должны быть способными передавать голосовую и видеoinформацию, а также данные высокой скорости, такие как интернет-трафик. Системы управления спутниками должны обеспечивать точное позиционирование спутников и управление их ориентацией в пространстве. Они также должны обеспечивать надежную связь между спутниками и земными станциями для передачи команд и получения данных о состоянии спутников.

Безопасность и надежность работы спутниковых систем персональной связи также являются важными аспектами и требуют особого внимания при разработке. Системы должны быть защищены от несанкционированного доступа и вмешательства. Это может быть достигнуто с помощью шифрования данных и аутентификации пользователей. Кроме того, системы должны быть способными обнаруживать и исправлять ошибки передачи данных, чтобы обеспечить надежную связь.

В заключение, технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи включают выбор орбиты спутников, проектирование антенн, разработку систем передачи данных и управления спутниками, а также обеспечение безопасности и надежности работы системы. Архитектура спутниковых систем персональной связи определяет структуру и функциональность системы, включая спутники, земные станции и пользовательские устройства, а также сетевую инфраструктуру для передачи данных. Разработка спутниковых систем персональной связи требует комплексного подхода и учета различных технических аспектов для обеспечения эффективной работы системы.

1.3 Технологии передачи данных в спутниковых системах персональной связи

Спутниковые системы персональной связи (СПС) являются одним из наиболее эффективных и распространенных способов обеспечения связи на больших расстояниях. Они позволяют связывать пользователей в любой точке планеты, обеспечивая широкополосный доступ к голосовым и данным услугам. В этом разделе мы рассмотрим основные технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи, включая технологии передачи данных.

Основные компоненты спутниковых систем персональной связи

Спутниковая система персональной связи состоит из нескольких основных компонентов: спутников, земных станций и пользовательских устройств. Спутники являются ключевым элементом системы, так как они выполняют функцию передачи сигналов между земными станциями и пользовательскими устройствами [31].

Спутники в спутниковых системах персональной связи обычно находятся на геостационарной орбите, что означает, что они находятся на высоте около 36 000 километров над поверхностью Земли и вращаются с той же скоростью, что и Земля. Это позволяет спутникам оставаться над одной и той же точкой на поверхности Земли, что обеспечивает постоянное покрытие определенной области [23].

Таблица 2.1 - состав космического сегмента и точки стояния КА системы Inmarsat.

Океанический	АОР-В	АОР-3	ИОР	ТОР
Основные КА	Inmarsat-2F4 (55° з.д.)	Inmarsat-2F2 (15,5° з.д.) MarecsB2 (15,2° з.д.)	Inmarsat-2 F1 (64,5° в.д.)	Inmarsat-2 F3 (178° в.д.)
Резервные КА	Intelsat MCS- B (50° з.д.)	IntelsatMCS-A (66° в.д.) Marisat F2 (72,5° в.д.)	Intelsat MCS- D (180° в.д.) Marisat F1 (106° з.д.)	MarisatF3 (176,5° в.д.)

Земные станции являются интерфейсом между спутниками и пользовательскими устройствами. Они принимают сигналы от спутников и передают их на пользовательские устройства, а также принимают сигналы от пользовательских устройств и передают их на спутники. Земные станции обычно имеют большую мощность передатчика и приемника, чтобы обеспечить надежную связь на большие расстояния [6].

Пользовательские устройства представляют собой мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки и другие устройства, которые используются конечными пользователями для доступа к услугам связи. Они обычно имеют встроенные антенны для приема и передачи сигналов от и к спутникам.

Технологии передачи данных в спутниковых системах персональной связи В спутниковых системах персональной связи используются различные технологии передачи данных, которые обеспечивают высокую пропускную способность и надежность связи. Одной из наиболее распространенных технологий является кодовое разделение каналов (CDMA).

CDMA позволяет одновременную передачу нескольких сигналов по одной и той же частоте путем применения различных кодов для каждого сигнала. Это позволяет увеличить пропускную способность системы и обеспечить надежную передачу данных. Кроме того, CDMA обладает хорошей устойчивостью к помехам и шумам, что особенно важно в спутниковых системах, где сигналы могут подвергаться воздействию различных источников помех.

Таблица 2.2- Основные характеристики космических аппаратов и ретрансляторов системы Inmarsat

Тип спутника	Inmarsat-2	Inmarsat-3
Спутниковая платформа	Eurostar	Satcom4000
Размах панели с солнечными батареями, м	15,23	20
Масса КА, кг	1200	1900
Мощность СЭП, Вт	1200	1670 (общая) 1440 (L) + 115 (C)

Еще одной технологией передачи данных, используемой в спутниковых системах персональной связи, является множественный доступ с разделением времени (TDMA). В этой технологии каждый пользователь получает определенный интервал времени для передачи своих данных. Это позволяет эффективно использовать пропускную способность канала и обеспечить одновременную передачу данных от нескольких пользователей.

Еще одной важной технологией передачи данных в спутниковых системах персональной связи является модуляция. Модуляция позволяет преобразовать данные в формат, который может быть передан по каналу связи. Существуют различные методы модуляции, такие как амплитудная модуляция (AM), частотная модуляция (FM) и фазовая модуляция (PM). Каждый из этих методов имеет свои особенности и применяется в зависимости от требований к передаче данных.

Технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи включают различные компоненты и технологии, которые обеспечивают надежную и эффективную связь на больших расстояниях. Спутники, земные станции и пользовательские устройства являются основными компонентами системы, а технологии передачи данных, такие как CDMA, TDMA и модуляция,

обеспечивают высокую пропускную способность и надежность связи. Разработка спутниковых систем персональной связи требует комплексного подхода и учета различных факторов, таких как географические особенности, требования к пропускной способности и надежности связи. Однако, благодаря постоянному развитию технологий, спутниковые системы персональной связи становятся все более доступными и эффективными, что позволяет обеспечить связь в любой точке планеты.

2 Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи

2.1 Разработка спутниковых аппаратных модулей

Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является сложным и многогранным процессом, требующим высокой квалификации и специализированных знаний в области электроники, радиотехники и телекоммуникаций. В данном разделе рассмотрим основные аспекты этого процесса, включая выбор аппаратных модулей, их разработку и интеграцию в спутниковую систему.

Первоначальным этапом проектирования аппаратной части спутниковых систем персональной связи является определение требований к системе. Это включает в себя определение частотного диапазона, пропускной способности, дальности связи, количества пользователей и других параметров, которые должны быть учтены при разработке аппаратных модулей. На основе этих требований определяются основные характеристики и функциональные возможности спутниковой системы [18].

После определения требований происходит выбор аппаратных модулей, которые будут использоваться в системе. Важно учесть, что спутниковые системы персональной связи требуют специализированных модулей, способных работать в условиях космической среды. Такие модули должны быть устойчивы к радиационным воздействиям, иметь низкую массу и габариты, а также обладать высокой надежностью и энергоэффективностью [15].

Одним из ключевых модулей, используемых в спутниковых системах персональной связи, является радиомодуль. Радиомодуль отвечает за передачу и прием сигналов между спутником и землей, а также между спутниками в сети. Он должен обеспечивать высокую скорость передачи данных, надежность связи и минимальные задержки. Для этого часто применяются радиочастотные модули с высокой частотой работы и широкой полосой пропускания [34].

Еще одним важным модулем является модуль управления и навигации. Он отвечает за управление спутником, контроль его положения и ориентации, а также за выполнение различных функций, связанных с навигацией и ориентацией. Модуль управления и навигации должен быть надежным, точным и энергоэффективным, чтобы обеспечить стабильную работу спутника в космосе.

Одним из ключевых аспектов разработки аппаратных модулей для спутниковых систем персональной связи является их интеграция в общую систему. Интеграция включает в себя физическое подключение модулей к другим компонентам системы, настройку их параметров, а также проверку их работоспособности в составе системы. Для этого требуется специальное оборудование и программное обеспечение, позволяющие провести все необходимые проверки и испытания.

Кроме того, при разработке аппаратной части спутниковых систем персональной связи необходимо учитывать требования к энергопотреблению и теплоотдаче. В условиях космической среды энергия и тепло являются ценными ресурсами, поэтому модули должны быть максимально энергоэффективными и обеспечивать эффективное охлаждение. Для этого используются различные технологии и материалы, позволяющие снизить энергопотребление и обеспечить надежное охлаждение модулей.

Таким образом, проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является сложным и многогранным процессом, требующим учета множества факторов и особенностей. От выбора аппаратных модулей до их интеграции в систему, каждый этап требует внимания к деталям и высокой квалификации специалистов. Однако, справляясь с этими задачами, можно создать эффективную и надежную спутниковую систему персональной связи, способную обеспечить высококачественную связь и передачу данных в любой точке мира.

2.2 Интеграция аппаратной части спутниковых систем

Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является сложным и многоэтапным процессом, требующим учета множества факторов и особенностей. В данном разделе данной работы мы рассмотрим основные этапы проектирования и разработки аппаратной части спутниковых систем персональной связи, а также рассмотрим вопросы интеграции этой аппаратной части.

Таблица 2.3 – Сравнительные характеристики терминалов Inmarsat-C

Тип терминала	TT-3022D [60]	TNL-7001, Galaxy [62]
Изготовитель	Thrane&Thrane, Дания	Trimble Navigation, США
Размеры (Wx Lx H)	50x180x165	215x245x60
Масса приемопередатчика	1,3 кг	2,9кг
Масса антенны	0,75 кг	2 кг
Объем ЗУ	512 Кбайт	-
Диапазон частот	1525-1559 МГц 1660,5-1575,42 МГц	1530-1545 МГц 1626,5-1645,5 МГц
Шаг сетки частот	1,25/2,5/5 кГц	-
Источник питания	10-32 В	12-24 В (+30% -
Потребление: передача прием	81 Вт 4,8 Вт	105 Вт 12 Вт
Режим энергосбережения (Sleep mode)	1,14 Вт (15 мин) 570 мВт (30 мин) 280 мВт (1 час) 140 мВт (2 часа) 60 мВт (5 часов) 30 мВт (10 часов)	

Рабочие температуры	от -25° С до	от -25° С до +55°
Основные характеристики встроенного GPSприемника		
Число каналов	8	8
Период обновления	1 с	1 с
Навигационный	NMEA	NMEA 0183

Первым этапом проектирования аппаратной части спутниковых систем персональной связи является определение требований к системе. Это включает в себя определение функциональности системы, ее производительности, стандартов связи, радиочастотных характеристик и других параметров. Также необходимо учесть требования к надежности и безопасности системы [10].

На следующем этапе производится выбор архитектуры системы. Это включает в себя определение количества спутников, их орбитальных параметров, типов используемых антенн, систем управления и других компонентов. Также на этом этапе определяются требования к энергопотреблению и массе системы [36].

После этого производится проектирование аппаратной части системы. Это включает в себя разработку схем, печатных плат, антенн, блоков питания и других компонентов. Важным аспектом проектирования является учет электромагнитной совместимости и минимизация помех между компонентами системы [17].

После завершения проектирования производится изготовление прототипа системы. Это включает в себя изготовление и сборку компонентов, проведение тестов и настройку системы. Важно учесть, что на этом этапе могут возникнуть проблемы, связанные с несовместимостью компонентов или недостаточной производительностью системы.

После успешного прохождения этапа изготовления прототипа производится массовое производство аппаратной части системы. Это включает в себя определение требований к производственному процессу, выбор поставщиков компонентов, разработку технологической документации и тестирование готовых изделий. Важно учесть, что на этом этапе требуется соблюдение стандартов качества и надежности.

После завершения производства производится интеграция аппаратной части спутниковых систем персональной связи. Это включает в себя сборку и подключение компонентов системы, проведение тестов и настройку работы системы в целом. Важно учесть, что на этом этапе требуется учет особенностей каждого компонента и их взаимодействие друг с другом.

После успешной интеграции производится испытание и отладка системы. Это включает в себя проверку работоспособности системы, ее соответствия требованиям и стандартам, а также исправление возможных ошибок и проблем. Важно учесть, что на этом этапе требуется проведение различных видов испытаний, включая испытания на наземных станциях и испытания в реальных условиях.

После успешного завершения испытаний и отладки системы производится ее внедрение и эксплуатация. Это включает в себя установку системы на спутник, настройку и подключение к наземным станциям, проведение окончательных проверок и настройку работы системы в реальных условиях. Важно учесть, что на этом этапе требуется обеспечение надежной и безопасной работы системы, а также ее обслуживание и сопровождение.

Таким образом, проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является сложным и многоэтапным процессом, требующим учета множества факторов и особенностей. Важно учесть все этапы процесса, от определения требований до внедрения и эксплуатации системы. Только при правильном выполнении всех этапов можно достичь высокой производительности и надежности спутниковых систем персональной связи.

2.3 Тестирование и отладка аппаратной части спутниковых систем персональной связи

Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является важным этапом в создании таких систем. В данном разделе рассмотрим основные аспекты этого процесса, включая выбор компонентов, проектирование схем, разработку печатных плат, а также анализ и оптимизацию характеристик системы.

Первым шагом в разработке аппаратной части спутниковых систем персональной связи является выбор компонентов. Это включает в себя выбор радиоэлектронных компонентов, таких как микроконтроллеры, радиопередатчики и радиоприемники, а также другие элементы, необходимые для работы системы. При выборе компонентов необходимо учитывать их технические характеристики, стоимость, доступность на рынке, а также их совместимость с остальными элементами системы [35].

После выбора компонентов необходимо перейти к проектированию схемы аппаратной части системы. Это включает в себя разработку схемы взаимодействия компонентов, а также определение необходимых интерфейсов для связи между ними. При проектировании схемы необходимо учитывать требования к системе, такие как пропускная способность, дальность связи, энергопотребление и другие. Также необходимо учесть возможные помехи, которые могут возникнуть во время работы системы, и предусмотреть соответствующие защитные меры [16].

После проектирования схемы необходимо перейти к разработке печатной платы, на которой будут располагаться все компоненты системы. Разработка печатной платы включает в себя размещение компонентов на плате, проведение трассировки, а также определение размеров и формы платы. При разработке печатной платы необходимо учитывать требования к компактности системы,

электромагнитную совместимость компонентов, а также возможность монтажа и обслуживания платы [33].

После разработки печатной платы необходимо перейти к тестированию и отладке аппаратной части системы. Тестирование позволяет проверить работоспособность системы и выявить возможные ошибки или неисправности. Для тестирования аппаратной части системы можно использовать различные методы, такие как проверка электрических характеристик компонентов, измерение радиочастотных параметров, а также проведение функциональных тестов.

В процессе отладки аппаратной части системы необходимо выявить и устранить возможные ошибки или неисправности. Для этого можно использовать различные методы, такие как изменение параметров компонентов, модификация схемы, а также проведение дополнительных тестов. Отладка аппаратной части системы требует тщательного анализа и понимания ее работы, а также опыта в области радиоэлектроники.

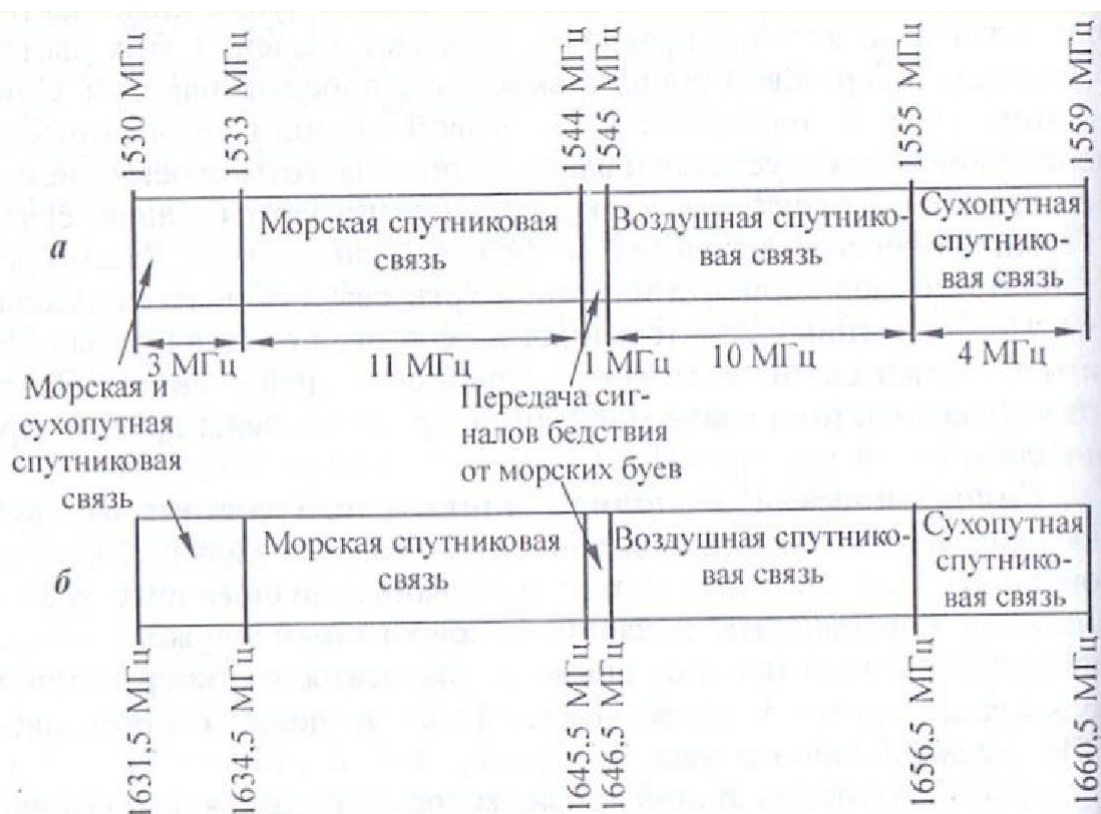


Рис. 5.25. Полосы частот ретранслятора КА:
а – на передачу; б – на прием

Рисунок 2.1 - Частоты

Важным аспектом разработки аппаратной части спутниковых систем персональной связи является анализ и оптимизация характеристик системы. Это включает в себя оценку пропускной способности системы, дальности связи, энергопотребления и других параметров. Анализ и оптимизация характеристик

системы позволяют улучшить ее производительность, снизить энергопотребление и повысить надежность работы.

В заключение, проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи является сложным и многогранным процессом. Он включает в себя выбор компонентов, проектирование схемы, разработку печатной платы, а также тестирование, отладку и оптимизацию системы. Каждый из этих этапов требует внимания к деталям, тщательного анализа и опыта в области радиоэлектроники. Только при правильном выполнении всех этих шагов можно создать эффективную и надежную аппаратную часть спутниковых систем персональной связи.

3 Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи

3.1 Проектирование и разработка программных модулей для спутниковых систем

Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является одной из ключевых задач в области современных телекоммуникаций. В данном разделе данной работы мы рассмотрим процесс проектирования и разработки программных модулей для спутниковых систем, а также остановимся на основных аспектах, связанных с данной тематикой.

Перед тем, как приступить к разработке программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи, необходимо провести предварительный анализ требований и определить основные функциональные и нефункциональные характеристики, которыми должна обладать система. Это включает в себя определение требований к пропускной способности, задержке, надежности и безопасности передачи данных, а также качеству обслуживания и возможностям масштабирования системы [22].

После определения требований необходимо приступить к проектированию архитектуры программного обеспечения. В данном этапе определяются основные компоненты системы, их взаимодействие и структура. Ключевыми компонентами спутниковых систем персональной связи являются клиентское приложение, серверное приложение и спутниковая сеть. Клиентское приложение отвечает за взаимодействие с пользователем и предоставление ему возможности использования спутниковой связи. Серверное приложение обеспечивает обработку запросов от клиентского приложения и управление спутниковой сетью. Спутниковая сеть представляет собой совокупность спутников и земных станций, обеспечивающих передачу данных между клиентскими приложениями [4].

При проектировании архитектуры программного обеспечения необходимо учесть особенности спутниковых систем персональной связи. Одной из них является наличие задержки в передаче данных, связанной с расстоянием между спутниками и земными станциями. Для учета этой задержки необходимо использовать специальные алгоритмы и протоколы передачи данных, а также предусмотреть буферизацию и кэширование данных на клиентской и серверной сторонах. Также следует учесть возможность потери пакетов данных в спутниковой сети и предусмотреть механизмы обнаружения и восстановления потерянных данных [24].

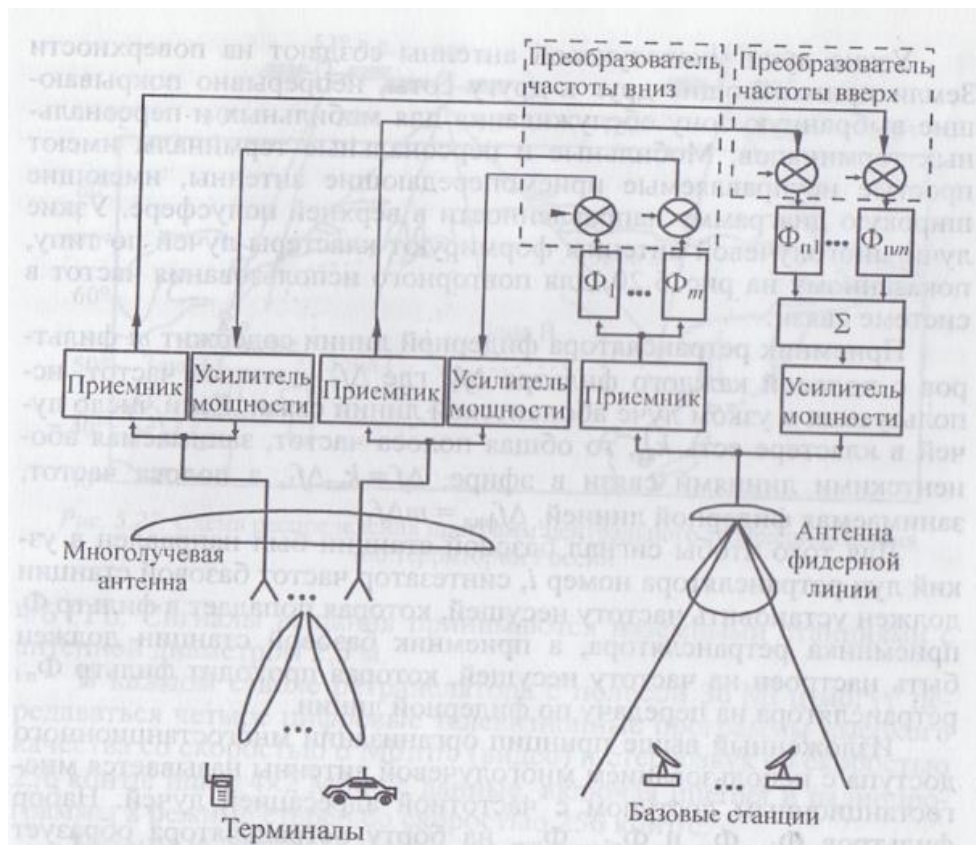


Рисунок 3.1 - функциональная схема ретранслятора с многолучевой антенной для абонентской радиолинии

После проектирования архитектуры необходимо приступить к разработке программных модулей. В процессе разработки следует придерживаться принципов модульности, масштабируемости и повторного использования кода. Для этого рекомендуется использовать объектно-ориентированный подход и разделить систему на независимые модули, каждый из которых отвечает за определенную функциональность. Также следует использовать стандартные библиотеки и фреймворки, которые позволяют упростить и ускорить процесс разработки.

Одним из ключевых модулей программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является модуль управления соединением. Он отвечает за установку и поддержание соединения между клиентским и серверным приложениями. Для этого используются различные протоколы, такие как TCP/IP и UDP. Модуль управления соединением также отвечает за обработку ошибок и восстановление соединения в случае его разрыва.

Еще одним важным модулем является модуль обработки данных. Он отвечает за обработку и анализ данных, полученных от спутников и земных станций. В данном модуле реализуются алгоритмы компрессии, шифрования и декодирования данных, а также алгоритмы обработки сигналов и фильтрации шума. Модуль обработки данных также отвечает за представление данных пользователю в удобном для него виде, например, в виде графиков или таблиц.

Кроме того, в программном обеспечении для спутниковых систем персональной связи присутствуют модули, отвечающие за управление спутниками и земными станциями, за обработку запросов от пользователей, за аутентификацию и авторизацию пользователей, а также за мониторинг и управление ресурсами системы. Все эти модули должны быть разработаны с учетом требований к производительности, надежности и безопасности.

В заключение можно отметить, что разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является сложной и ответственной задачей, требующей глубоких знаний в области телекоммуникаций, программирования и алгоритмов. Однако правильное проектирование и разработка программных модулей позволяют создать эффективную и надежную систему, способную обеспечить высококачественную персональную связь в любой точке планеты.

3.2 Интеграция программного обеспечения с аппаратной частью спутниковых систем

Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является одним из ключевых аспектов создания и функционирования таких систем. Программное обеспечение играет важную роль в управлении и контроле спутниковых систем, обеспечивая их эффективную работу и обеспечивая связь с конечными пользователями.

Одной из основных задач разработки программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является обеспечение надежной связи между спутником и земной станцией. Для этого необходимо разработать протоколы и алгоритмы, которые позволят передавать данные между спутником и земной станцией с минимальной задержкой и потерями. Важно учесть, что связь может осуществляться через различные каналы, такие как радио, оптические линии связи или спутниковые каналы связи [28].

Другой важной задачей является разработка алгоритмов для управления спутниковыми системами. Эти алгоритмы должны обеспечивать точное позиционирование спутника, определение его ориентации и управление двигателями для изменения орбиты. Также необходимы алгоритмы для управления энергопотреблением и обеспечения непрерывной работы системы [7].

Важным аспектом разработки программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является обеспечение безопасности передаваемых данных. Спутниковые системы персональной связи часто используются для передачи конфиденциальной информации, поэтому необходимо разработать механизмы шифрования и аутентификации данных. Также важно обеспечить защиту от внешних атак, таких как взлом системы или вмешательство в передачу данных [29].

Интеграция программного обеспечения с аппаратной частью спутниковых систем также является важным этапом разработки. Для этого необходимо разработать интерфейсы между программным и аппаратным обеспечением, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие между ними. Также необходимо провести тестирование и отладку программного обеспечения на аппаратной платформе спутниковой системы, чтобы убедиться в его правильной работе.

Одной из основных задач при интеграции программного и аппаратного обеспечения является обеспечение совместимости и стабильной работы системы. Важно учесть, что спутниковые системы персональной связи работают в условиях высоких нагрузок и экстремальных температур, поэтому программное обеспечение должно быть способно работать в таких условиях без сбоев и ошибок.

Таблица 3.1 – Сведения о радиооборудовании

Сведения о радиооборудовании	
Тип оборудования	RBS 3418 Ericsson
Кол-во станций, шт	1
Кол-во антенн, шт	3
Мощность передатчика, Вт	13
Частота передачи	935-960МГц
Коэф. усиления антенны, дБ	14,7
Тип антенны	KATHREIN 739684
Диаметр антенны, м	-
Потери в фидере, раз	0,5
Высота подвеса антенны от уровня земли, м	46
Азимут максимального излучения, град	20, 120, 240
Допустимая плотность потока энергии, мкВт/см ²	12

Также при интеграции программного и аппаратного обеспечения необходимо учесть требования к производительности и энергопотреблению системы. Спутниковые системы персональной связи должны быть способны обрабатывать большой объем данных и обеспечивать высокую скорость передачи информации. При этом необходимо минимизировать энергопотребление, чтобы обеспечить длительное время работы системы от батарей или солнечных батарей.

В заключение, разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является сложной и ответственной задачей. Она включает в себя разработку протоколов и алгоритмов для обеспечения связи, управления и безопасности системы. Также важным аспектом является

интеграция программного обеспечения с аппаратной частью системы. Все эти задачи требуют глубоких знаний в области программирования, алгоритмов, аппаратуры и безопасности.

3.3 Тестирование и отладка программного обеспечения спутниковых систем персональной связи

Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является важным и сложным этапом в создании таких систем. Это процесс, включающий в себя различные этапы и задачи, начиная от определения требований и проектирования до реализации, тестирования и отладки программного обеспечения.

Первым этапом разработки программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является определение требований. Это включает в себя анализ потребностей пользователей и определение основных функциональных и нефункциональных требований к системе. На этом этапе важно учесть такие факторы, как надежность, эффективность, безопасность и масштабируемость системы [1].

После определения требований следует этап проектирования программного обеспечения. На этом этапе разработчики определяют архитектуру системы, выбирают подходящие технологии и инструменты разработки. Они также разрабатывают детальные планы и спецификации, определяющие структуру и функциональность программного обеспечения [25].

После этапа проектирования начинается реализация программного обеспечения. Разработчики пишут код, используя выбранные технологии и инструменты. Они также проводят тестирование и отладку на этом этапе, чтобы обеспечить правильное функционирование программного обеспечения [14].

Тестирование программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи является критически важным этапом, который помогает выявить и исправить ошибки и недочеты в программном обеспечении. Оно включает в себя различные виды тестирования, такие как модульные тестирование, интеграционное тестирование, системное тестирование и приемочные тестирование.

Модульное тестирование проводится на уровне отдельных модулей программного обеспечения. Разработчики создают тестовые случаи, которые проверяют правильность работы каждого модуля. Они также могут использовать автоматизированные инструменты для выполнения тестов и анализа результатов.

Интеграционное тестирование проводится для проверки взаимодействия между различными модулями программного обеспечения. Разработчики создают тестовые случаи, которые проверяют правильность передачи данных и выполнение функций между модулями. Они также могут использовать

симуляторы и эмуляторы для воспроизведения реальных условий работы системы.

Системное тестирование проводится для проверки работы всей системы в целом. Разработчики создают тестовые случаи, которые проверяют правильность работы всех компонентов и функций системы. Они также могут использовать реальное оборудование и сетевые среды для воспроизведения реальных условий эксплуатации системы.

Приемочное тестирование проводится для проверки соответствия программного обеспечения требованиям пользователей и ожиданиям. Это может включать в себя тестирование функциональности, производительности, безопасности и надежности системы. Разработчики могут работать с заказчиками и пользователями, чтобы определить и провести соответствующие тесты.

После завершения тестирования и отладки программного обеспечения, разработчики готовят его к развертыванию и эксплуатации. Они также могут провести дополнительные тесты, чтобы убедиться в его надежности и эффективности. Разработчики также могут обеспечить документацию и поддержку для программного обеспечения.

В целом, разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи требует тщательного планирования, проектирования, реализации, тестирования и отладки. Это сложный процесс, который требует знания и опыта в области спутниковых технологий, связи и программирования. Однако, правильная разработка программного обеспечения является ключевым фактором для обеспечения надежности и эффективности спутниковых систем персональной связи.

4 Проблемы и перспективы развития спутниковых систем персональной связи

4.1 Текущие проблемы и ограничения спутниковых систем персональной связи

Проблемы и перспективы развития спутниковых систем персональной связи являются актуальной темой в современном мире. Спутниковые системы персональной связи представляют собой сеть спутников, которые обеспечивают связь между мобильными устройствами и обеспечивают доступ к широкому спектру услуг связи, включая голосовую связь, передачу данных и доступ в интернет. Они широко применяются в различных сферах, таких как телекоммуникации, навигация, экстренная связь и т.д.

Однако, несмотря на все преимущества спутниковых систем персональной связи, они также имеют свои проблемы и ограничения. Одной из основных проблем является высокая стоимость разработки и запуска спутниковых систем. Разработка и запуск спутника требуют огромных финансовых вложений, что делает их недоступными для многих стран и организаций. Кроме того, обслуживание и поддержка спутниковых систем также требуют значительных затрат [32].

Еще одной проблемой является ограниченная пропускная способность спутниковых систем. В связи с ограниченным спектром радиочастот, доступным для спутниковых систем, пропускная способность ограничена, что может привести к перегрузке сети и снижению качества связи. Кроме того, спутниковые системы испытывают задержки в передаче данных из-за большого расстояния между спутниками и землей, что может негативно сказываться на качестве голосовой связи и передаче данных в реальном времени [13].

Еще одной проблемой является ограниченное покрытие спутниковых систем. В зависимости от конфигурации спутников и их орбит, покрытие спутниковых систем может быть ограничено определенными географическими областями. Это может ограничивать доступ к спутниковым системам в отдаленных или плохо освоенных районах, что может быть проблемой для пользователей в таких местах [12].

Также стоит отметить проблему интерференции. Интерференция может возникать из-за различных причин, таких как атмосферные условия, электромагнитные помехи и т.д. Она может приводить к снижению качества связи и потере сигнала. Для решения этой проблемы необходимо разработать эффективные методы и технологии для устранения интерференции и повышения качества связи.

Ограничения спутниковых систем персональной связи также связаны с их техническими характеристиками. Например, спутниковые системы имеют ограниченную емкость аккумуляторов, что ограничивает время работы спутников. Кроме того, спутники имеют ограниченный объем памяти и

процессорную мощность, что может ограничивать возможности обработки данных и предоставления услуг.

Однако, несмотря на все эти проблемы и ограничения, спутниковые системы персональной связи имеют большой потенциал для развития. С развитием технологий и появлением новых инноваций, возможности спутниковых систем могут значительно увеличиться. Например, разработка более эффективных спутниковых антенн, улучшение алгоритмов сжатия данных и разработка новых методов управления сетью могут помочь преодолеть проблемы с пропускной способностью и покрытием.

Также стоит отметить, что спутниковые системы персональной связи могут играть важную роль в развитии отдаленных и малонаселенных районов. Благодаря своей глобальной охвату и возможности предоставления широкого спектра услуг связи, спутниковые системы могут обеспечить доступ к коммуникационным услугам в таких районах, где проведение проводной связи нерентабельно или невозможно.

В заключение, проблемы и ограничения спутниковых систем персональной связи являются сложными и многогранными. Однако, с развитием технологий и инноваций, эти проблемы могут быть преодолены. Спутниковые системы персональной связи имеют большой потенциал для развития и могут играть важную роль в обеспечении связи в отдаленных и малонаселенных районах.

4.2 Тенденции развития спутниковых систем персональной связи

В современном мире спутниковые системы персональной связи играют важную роль в обеспечении надежной и доступной связи для миллионов людей по всему миру. Однако, несмотря на все их преимущества, такие системы сталкиваются с рядом проблем, которые ограничивают их развитие и функциональность. В данном разделе мы рассмотрим основные проблемы и перспективы развития спутниковых систем персональной связи.

Одной из основных проблем является высокая стоимость разработки, запуска и обслуживания спутниковых систем персональной связи. Разработка и постройка спутника требует значительных финансовых вложений, а также высококвалифицированных специалистов. Кроме того, запуск спутника в космос также требует значительных затрат. Все это делает спутниковые системы персональной связи недоступными для многих стран и компаний, особенно в развивающихся регионах [20].

Еще одной проблемой является ограниченная пропускная способность спутниковых систем персональной связи. Каждый спутник имеет ограниченное количество доступных частотных каналов, которые могут использоваться для передачи данных. Это означает, что при большом количестве пользователей пропускная способность может быть недостаточной, что приводит к снижению качества связи и возможным перебоям в передаче данных [9].

Также, спутниковые системы персональной связи сталкиваются с проблемой задержки сигнала. Поскольку сигнал должен пройти долгий путь от спутника до земной станции и обратно, задержка может быть значительной. Это особенно заметно в случае использования спутниковых систем персональной связи для голосовой связи или видеоконференций, где даже небольшая задержка может существенно повлиять на качество связи [5].

Кроме того, спутниковые системы персональной связи сталкиваются с проблемой ограниченной области покрытия. Поскольку спутники находятся на орбите, они могут обеспечивать связь только в определенных географических районах. Это означает, что в отдаленных или малонаселенных районах связь может быть недоступной или нестабильной.

Однако, несмотря на эти проблемы, спутниковые системы персональной связи имеют значительный потенциал для развития и улучшения своих характеристик. Одной из перспектив развития является использование более продвинутых технологий и материалов при разработке и постройке спутников. Например, использование более эффективных солнечных батарей позволит увеличить энергоэффективность спутников и увеличить их срок службы. Также, использование новых материалов, таких как графен, может помочь уменьшить вес спутников и увеличить их грузоподъемность.

Еще одной перспективой развития является увеличение пропускной способности спутниковых систем персональной связи. Одним из способов достижения этого является использование более высоких частотных диапазонов, которые обеспечивают большую пропускную способность. Также, разработка более эффективных алгоритмов сжатия данных позволит увеличить количество передаваемой информации на единицу времени.

Кроме того, развитие спутниковых систем персональной связи может быть связано с улучшением технологий связи на земле. Например, использование более эффективных антенн и устройств приема-передачи данных позволит улучшить качество связи и увеличить область покрытия спутниковых систем персональной связи.

Также, перспективы развития спутниковых систем персональной связи связаны с улучшением качества обслуживания и доступности для пользователей. Например, разработка более надежных и устойчивых спутниковых систем позволит снизить вероятность перебоев в связи и улучшить ее стабильность. Также, развитие более гибких и адаптивных систем управления позволит более эффективно использовать ресурсы спутников и обеспечить более высокую доступность связи для пользователей.

В заключение, спутниковые системы персональной связи имеют свои проблемы, такие как высокая стоимость, ограниченная пропускная способность, задержка сигнала и ограниченная область покрытия. Однако, развитие новых технологий и материалов, улучшение технологий связи на земле, а также улучшение качества обслуживания и доступности для пользователей позволят преодолеть эти проблемы и обеспечить более эффективное и надежное функционирование спутниковых систем персональной связи. Спутниковые

системы персональной связи имеют значительный потенциал для удовлетворения растущего спроса на связь в мире и играют важную роль в обеспечении глобальной связи.

4.3 Перспективы применения спутниковых систем персональной связи в будущем

Спутниковые системы персональной связи (ССПС) представляют собой современные технологические решения, которые позволяют обеспечить широкий охват территории и обеспечить связь в любой точке планеты. Однако, несмотря на свои преимущества, ССПС сталкиваются с рядом проблем, которые могут затруднить их развитие и применение в будущем.

Одной из основных проблем является высокая стоимость создания и эксплуатации спутниковых систем персональной связи. Разработка и запуск спутников требуют огромных инвестиций, а также сложных инженерных решений. Кроме того, поддержка и обслуживание спутниковых систем также требуют значительных затрат. Все это делает ССПС недоступными для многих стран и организаций, особенно тех, которые находятся в развивающихся регионах [8].

Еще одной проблемой является ограниченная пропускная способность спутниковых систем персональной связи. Количество спутников, которые можно разместить на орбите, ограничено, и это ограничивает пропускную способность системы. В результате, при большом количестве пользователей, скорость и качество связи могут значительно снижаться. Это может быть особенно проблематично в условиях массовых мероприятий или чрезвычайных ситуаций, когда требуется быстрая и надежная связь для большого количества людей [27].

Также важной проблемой является ограниченное покрытие спутниковых систем персональной связи. Несмотря на то, что ССПС позволяют обеспечить связь в любой точке планеты, они все же не могут полностью покрыть всю территорию Земли. Некоторые регионы, такие как глубокие ущелья или густые леса, могут быть недоступными для спутниковой связи. Это может создавать проблемы для пользователей, которым требуется надежная связь в таких местах [30].

Однако, несмотря на эти проблемы, у спутниковых систем персональной связи есть значительные перспективы развития и применения в будущем. Прежде всего, развитие технологий и снижение стоимости создания и эксплуатации спутниковых систем позволит расширить доступность ССПС. Это будет способствовать развитию связи в отдаленных и малонаселенных регионах, где проведение проводной связи невозможно или нецелесообразно.

Кроме того, прогресс в области спутниковых технологий позволит увеличить пропускную способность спутниковых систем персональной связи. Разработка более эффективных антенн и улучшение алгоритмов обработки

сигналов позволят увеличить количество пользователей, которых может обслуживать система, а также повысить скорость и качество связи.

Также стоит отметить, что развитие спутниковых систем персональной связи может способствовать развитию других отраслей, таких как медицина и транспорт. Например, спутниковая связь может быть использована для мониторинга состояния пациентов в реальном времени или для обеспечения связи в автомобилях и самолетах. Это может повысить безопасность и эффективность этих систем.

В заключение, спутниковые системы персональной связи имеют свои проблемы, такие как высокая стоимость, ограниченная пропускная способность и покрытие. Однако, благодаря развитию технологий и снижению затрат, эти проблемы могут быть преодолены. ССПС имеют значительные перспективы развития и применения в будущем, что позволит расширить доступность связи и повысить ее качество. Кроме того, развитие ССПС может способствовать развитию других отраслей, что делает их еще более перспективными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении данной работы можно отметить, что разработка спутниковых систем персональной связи является актуальной и перспективной областью технического прогресса. В работе были рассмотрены различные аспекты этой темы, включая технические аспекты разработки, проектирование и разработку аппаратной и программной частей, а также проблемы и перспективы развития данной области.

Технические аспекты разработки спутниковых систем персональной связи включают в себя выбор орбиты спутника, разработку антенн и устройств для передачи и приема сигналов, а также разработку системы управления и контроля. Ключевым фактором в этих аспектах является обеспечение надежной и стабильной связи с пользователями на земле, а также обеспечение высокой пропускной способности и скорости передачи данных.

Проектирование и разработка аппаратной части спутниковых систем персональной связи включает в себя выбор и оптимизацию компонентов, таких как приемно-передающие устройства, усилители, фильтры и другие элементы. Важным аспектом является также обеспечение энергоэффективности и надежности работы аппаратуры, а также ее совместимости с другими системами и стандартами связи.

Разработка программного обеспечения для спутниковых систем персональной связи включает в себя создание специализированных алгоритмов и программ для управления и контроля работы системы, а также программ для обработки и передачи данных. Важным аспектом в этой области является обеспечение безопасности и защиты данных, а также разработка программного обеспечения, обеспечивающего высокую скорость и качество передачи данных.

Одной из основных проблем развития спутниковых систем персональной связи является высокая стоимость разработки и запуска спутников, а также сложность и длительность процесса разработки. Вместе с тем, существуют перспективы развития данной области, связанные с разработкой новых технологий и стандартов связи, а также снижением стоимости и повышением эффективности процесса разработки и эксплуатации спутниковых систем.

Таким образом, разработка спутниковых систем персональной связи является сложной и многогранным процессом, который требует комплексного подхода и учета различных аспектов, включая технические, аппаратные и программные аспекты. Вместе с тем, эта область имеет большой потенциал для развития и применения в различных сферах, включая телекоммуникации, навигацию, метеорологию и другие. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, чтобы обеспечить более эффективную и надежную связь для пользователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koltashev A. A. Main principles of communication and navigation satellites onboard software system testing and validation // *Siberian Aerospace Journal*. – 2010. – Т. 11. – №. 1. – С. 4-7. URL: <http://j-morphology.com/2712-8970/article/view/508507> (дата обращения: 05.05.2024).
2. Абламейко С. В., Саечников В. А., Спиридонов А. А. Спутниковые системы связи: пособие для студентов факультетов радиофизики и компьютерных технологий, мех.-мат. и геогр./СВ Абламейко, ВА Саечников, АА Спиридонов. – 2012. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/114395> (дата обращения: 05.05.2024).
3. Александров А. В., Королев Д. О. Перспективы развития низкоорбитальных систем подвижной персональной спутниковой связи // *АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ*. – 2018. – С. 14-22. URL: http://science-peace.ru/files/AVPRNO_2018.pdf#page=14 (дата обращения: 05.05.2024).
4. Андреев Г. И., Летунов В. В., Андреева Д. В. Модернизация спутниковой телесигнализации в ГАС РФ «Правосудие» // *Правовая информатика*. – 2017. – №. 2. – С. 28-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-sputnikovoy-telesignalizatsii-v-gas-rf-pravosudie> (дата обращения: 05.05.2024).
5. Архипкин В. Я. и др. Разработка системы на кристалле для абонентского спутникового терминала системы «Гонец-Д1М» // *Проблемы разработки перспективных микро-и наноэлектронных систем (МЭС)*. – 2021. – №. 4. – С. 93-98. URL: https://www.researchgate.net/profile/Mikhail-Sheblaev/publication/355218413_Designing_of_a_System_on_Chip_for_a_Satellite_Subscriber_Terminal_of_the_Gonets-D1M_System/links/621f60fb39529602315b0036/Designing-of-a-System-on-Chip-for-a-Satellite-Subscriber-Terminal-of-the-Gonets-D1M-System.pdf (дата обращения: 05.05.2024).
6. Астапенко Д. Ю. Системный анализ и синтез единого инфокоммуникационного поля на базе космических технологий : дис. – Моск. акад. рынка труда и инфор. тех., 2006. URL: https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01003304603.pdf (дата обращения: 05.05.2024).
7. Белов А. С. Технология SDR и перспективы ее применения в ЗССС // *Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов*. – 2021. – Т. 12. – С. 21-29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47288574> (дата обращения: 05.05.2024).
8. Бобылев В. В. и др. Мировой космический рынок продукции, технологий, услуг и коммерческая космическая деятельность России. – 2000. URL: <http://www.sms-corp.ru/images/publication/38.pdf> (дата обращения: 05.05.2024).

9. Быстров Р. П., Петров А. В., Соколов А. В. Миллиметровые волны в системах связи // Журнал радиоэлектроники. – 2000. – Т. 5. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/may00/5/text.html?14> (дата обращения: 05.05.2024).

10. Гришенцев А. Ю. Развитие и разработка методов и средств обеспечения систем автоматизированного проектирования распределённых геоинформационных систем : дис. – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29741342> (дата обращения: 05.05.2024).

11. Датьев И. О. Развитие инфотелекоммуникационных систем арктических территорий // Труды Кольского научного центра РАН. – 2014. – №. 5 (24). – С. 41-63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiie-infotelekkommunikatsionnyh-sistem-arkticheskikh-territoriy> (дата обращения: 05.05.2024).

12. Евтушенко М. А. Оценка эффективности систем спутниковой связи на GEO, МEO и LEO орбитах // Информатика: проблемы, методология, технологии. – 2016. – С. 138-143. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26612079> (дата обращения: 05.05.2024).

13. Климов Д. А. К вопросу о перспективах развития спутниковой сети связи на территории Российской Федерации на период до 2020 года // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. – 2011. – №. 9. – С. 90-92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-perspektivah-razvitiya-sputnikovoy-seti-svyazi-na-territorii-rossiyskoy-federatsii-na-period-do-2020-goda> (дата обращения: 05.05.2024).

14. Ковалев И. В., Баданина Ю. О. Программная поддержка испытаний крупногабаритных трансформируемых антенн и оценка параметров функционирования системы компенсации весовой составляющей // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2017. – Т. 18. – №. 1. – С. 132-139. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmная-podderzhka-ispytaniy-kрупnogabaritnyh-transformiruemyh-antenn-i-otsenka-parametrov-funktsionirovaniya-sistemy> (дата обращения: 05.05.2024).

15. Колобанова Н. С. Разработка маршрута проектирования электронных устройств (на примере навигационного модуля) : дис. – Сибирский федеральный университет, 2018. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/72202> (дата обращения: 05.05.2024).

16. Колташев А. А. Основные принципы системного тестирования и подтверждения бортового программного обеспечения спутников // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2010. – №. 1. – С. 4-7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-sistemnogo-testirovaniya-i-podtverzhdeniya-bortovogo-programmnogo-obespecheniya-sputnikov> (дата обращения: 05.05.2024).

17. Крутиков С. В. Распределенная система мониторинга состояния сложных технологических объектов. – 2018. URL:

http://dspace.bsu.edu.ru/bitstream/123456789/34509/1/Krutikov_Raspredeleennaya_18.pdf (дата обращения: 05.05.2024).

18. Куприянов А. О. и др. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОГО МУЛЬТИСИСТЕМНОГО ГНСС-ПРИЕМНИКА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ PPP И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – №. 1. – С. 93-98. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25724250> (дата обращения: 05.05.2024).

19. Макаренко С. И. Описательная модель системы спутниковой связи Iridium // Системы управления, связи и безопасности. – 2018. – №. 4. – С. 1-34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opisatel'naya-model-sistemy-sputnikovoy-svyazi-iridium> (дата обращения: 05.05.2024).

20. Мальцев Г. Н. Сетевые информационные технологии в современных спутниковых системах связи // Информационно-управляющие системы. – 2007. – №. 1. – С. 33-39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevye-informatsionnye-tehnologii-v-sovremennyh-sputnikovyyh-sistemah-svyazi> (дата обращения: 05.05.2024).

21. Митько А. В. Перспективы развития единой инфокоммуникационной системы Арктической зоны Российской Федерации // Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. – 2018. – Т. 1. – №. 5. – С. 58-68. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37371057> (дата обращения: 05.05.2024).

22. Насонов А. К. Разработка автономной системы навигации для безэкипажного катера. – 2019. URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/54091> (дата обращения: 05.05.2024).

23. Плотников Л. А. ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ СПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКИ «СФЕРА» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. – 2023. URL: <https://journal-ekss.ru/wp-content/uploads/2024/03/122-128.pdf> (дата обращения: 05.05.2024).

24. Подрябинников А. А. Синтез алгоритмов позиционирования приемника сотовой сети связи и система передачи координатно-зависимых данных на его основе : дис. – М. : [Моск. гос. ин-т электроники и математики], 2004. URL: https://static.freereferats.ru/_avtoreferats/01002626485.pdf?ver=9 (дата обращения: 05.05.2024).

25. Поляков Д. В. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РАЗРАБОТКИ И ВЕРИФИКАЦИИ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА // РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕРЕСАХ. – 2024. – С. 43. URL: <https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-563-RF.pdf#page=43> (дата обращения: 05.05.2024).

26. Романов А. А. и др. Концептуальные подходы к созданию перспективных космических систем // Механика, управление и информатика (см. в книгах). – 2011. – №. 5. – С. 92-104. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17295961> (дата обращения: 05.05.2024).

27. СОРОКИН А. С., КОЛОМОЕЦ В. С., ПОДЫМКИНА Н. А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее. – 2018. – С. 301-305. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36401831> (дата обращения: 05.05.2024).
28. Свириденко В., Смирнов П. Навигационно-коммуникационный комплекс для магистральной связи // Первая миля. – 2008. – Т. 8. – №. 5. – С. 34-41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17956976> (дата обращения: 05.05.2024).
29. Свириденко В., Смирнов П. навигационно-коммуникационный комплекс. URL: https://www.lastmile.su/files/article_pdf/2/article_2121_92.pdf (дата обращения: 05.05.2024).
30. Семочкина Н. А. Проблемы и перспективы экономического развития и подготовки кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2017. – №. 7. – С. 39-43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30006926> (дата обращения: 05.05.2024).
31. Слюсар В. Цифровые антенные решетки в мобильной спутниковой связи // Первая миля. – 2008. – Т. 8. – №. 5. – С. 16-21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17956972> (дата обращения: 05.05.2024).
32. Тестоедов Н. А., Выгонский Ю. Г., Кузовников А. В. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОЙ СПУТНКОВОЙ СВЯЗИ // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. – 2015. – С. 37-43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24920573> (дата обращения: 05.05.2024).
33. Феоктистов Г. В., Глухих В. И. Микроэлектромеханические акселерометры в системах инерциальной навигации // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2012. – №. 4. – С. 64-64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28201215> (дата обращения: 05.05.2024).
34. Шайнов Д. А. Разработка автоматизированного рабочего места оператора электрических испытаний космического аппарата связи : дис. – Сибирский федеральный университет, 2016. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/31157/merged.pdf?sequence> (дата обращения: 05.05.2024).
35. Шевченко П. А. СБИС декодера цифрового телевизионного сигнала. Технология разработки // Проблемы разработки перспективных микро-и нанoeлектронных систем (МЭС). – 2010. – №. 1. – С. 320-325. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15257446> (дата обращения: 05.05.2024).
36. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие. – 2010. URL: https://duikt.edu.ua/uploads/1_1497_33321230.pdf (дата обращения: 05.05.2024).

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу

Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

6В07121–Космическая техника и технологии

На тему: «Разработка спутниковых систем персональной связи»

В настоящей дипломной работе представлены 5 основных раздела, текст который изложен на 39 страницах, на которых имеется 6 рисунков.

Дипломная работа, на личную тему «Разработка спутниковых систем персональной связи» является важным и актуальным исследованием в области телекоммуникационных технологий. Работа направлена на создание инновационных решений, обеспечивающих надежную и доступную связь в глобальном масштабе.

В работе представлено новое решение, основанное на использовании волоконно-оптических датчиков для детектирования и анализа сейсмических волн. Предложенное устройство основана на измерении фазового сдвига синусоидальных сигналов, получаемых через трубку и оптический кабель. Из-за того, что в датчике нет механических и инерционных элементов, предлагаемый датчик полностью защищен от эффекта затухающих колебаний, которые могут оказать негативное влияние на оценку события.

Также рассмотрел особенности организации спутниковых систем персонального вызова. Для этого привел пример организации спутниковой системы связи с применением спутника INMARSAT

Работа написана последовательно, четко и ясно. Выполненная работа в полной мере отвечает поставленной цели. Оформление работы отвечает принятым стандартам.

Таким образом, дипломная работа студента Мухамедьярова Бейбарыса Мурзабекулы заслуживает оценки 90 %, а дипломник Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы присуждения академической степени «Бакалавр» 6В07121 по Образовательной программе «Космическая техника и технологии».

Научный руководитель:

К.Т.Н. ассоциированный профессор

Гангай Е.

« 30 »

2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

6B07121–Космическая техника и технологии

На тему: «Разработка спутниковых систем персональной связи»

Выполнено:

- а) графическая часть на ___ листах
- б) пояснительная записка на ___ страницах

Дипломная работа Мухамедьярова Бейбарыс Мурзабекулы, посвященная разработке спутниковых систем персональной связи, является важным вкладом в область телекоммуникационных технологий и отвечает современным требованиям.

Актуальность темы обусловлена растущей потребностью в обеспечении надежной и стабильной связи в любых точках земного шара, особенно в отдаленных и труднодоступных регионах. Спутниковые системы персональной связи играют ключевую роль в достижении этой цели, обеспечивая доступ к услугам связи там, где традиционные наземные сети неэффективны или отсутствуют.

Научная новизна работы заключается в предложении новых подходов к разработке и оптимизации спутниковых систем связи, которые включают в себя как технические, так и организационные аспекты. Практическое исследование инновационности выражается в возможности применения результатов для улучшения существующих систем и разработки новых решений, что приводит к увеличению качелей.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ.

Дипломная работа выполнена на оценку 90/А/ «отлично», а дипломант, Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы степени бакалавр специальности 6B07121–Космическая техника и технологии.

Рецензент:

Руководитель Лаборатории

ТОО «ИКТТ»

Исмаилов А.С.

« 07 » 06 2024 г.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагнаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

Тақырыбы: Разработка спутниковых систем персональной связи

Жетекшісі: Ерлан Таштай

1-ұқсастық коэффициенті (30): 5.6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.1

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

14.06.2024
Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка спутниковых систем персональной связи

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 5.6

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

14.06.2024
Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мухамедьяров Бейбарыс Мурзабекулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Разработка спутниковых систем персональной связи

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 5.6

Коэффициент Подобия 2: 2.1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

14.06.2024
Дата


проверяющий эксперт