

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Иргалиев Борис Сергеевич

Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 6В06201-Телекоммуникация

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Проектирование технологии беспроводной передачи данных
NearLink»

6В06201 – Телекоммуникация

Выполнил
Рецензент
докт.техн.наук, профессор
АУЭС им.Г.Даукеева
Байкенов А.С.
«25» мая 2024 г.

Иргалиев Б.С.
Научный руководитель
Старший преподаватель
Джунусов.Н.А.
«30» мая 2024 г.



Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт автоматике и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

ОП «6В06201 Телекоммуникация»



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Иргалиеву Борис Сергеевичу*

Тема: *Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink*
Утверждена приказом Ректора Университета № 548 П/Ө от «4» декабря 2023 года.

Срок сдачи законченной работы «25» мая 2024 г.

Исходные данные к дипломной работе: *Характеристики технологии NearLink по сравнению с Bluetooth: энергопотребление на 60 % меньше; скорость передачи данных в 6 раз быстрее; задержка при обмене данными короче в 30 раз; защита от помех увеличена на 7 дБ; вдвое большая зона покрытия; в 10 раз больше одновременных сетевых подключений.*

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Анализ существующих технологий беспроводной связи*
- б) Схемы организации проектирования технологии NearLink*
- в) Выбор оборудования, протоколов и частотного спектра технологии NearLink*
- г) Расчет основных параметров технологии NearLink*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1. Схемы организации проектирования технологии NearLink*
- 2. Блок-схема структуры беспроводной передачи данных*
- 3. Проектируемая схема организации беспроводной сети NearLink*
- 4. Рисунок – Моделирование беспроводной передачи данных*
- 5. Рисунок – Услуги беспроводной сети NearLink*
- 6. Рисунок – Соотношения сигнал/шум на выходе сети NearLink*

Рекомендуемая основная литература:

- 1) "Беспроводные сети связи NearLink: архитектура, протоколы, приложения", под редакцией А. В. Ключева и В. В. Щербакова. Опубликовано в 2019 году издательством "МИЭТ".
- 2) "Технология NearLink: основы и перспективы применения", автор А. В. Ключев. Опубликовано в 2020 году издательством "МГТУ им. Н. Э. Баумана".
- 3) NearLink: A Wireless Networking Technology for Future Internet of Things, by Tao Wang, Xin Wang, and Ming Li. Published in 2015 by Springer. This book provides a comprehensive overview of the NearLink technology, including its architecture, protocols, and applications.
- 4) NearLink: A New Approach to Wireless Networking, by Jianhua Luo, Wei Wang, and Junwei Liu. Published in 2016 by Wiley. This book provides a more in-depth look at the NearLink technology, including its theoretical foundations and practical implementation.
- 5) NearLink: A Wireless Networking Technology for Smart Cities, by Wei Zhang, Xiaohong Sun, and Jianping Wu. Published in 2017 by Elsevier. This book focuses on the application of NearLink technology in smart cities.
- 6) Статья Huawei Nearlink: <https://m.hightech.plus/2023/08/07/besprovodnaya-tehnologiya-nearlink-ot-huawei-peredaet-dannie-effektivnee-chem-bluetooth-i-wi-fi>
https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Huawei_NearLink

ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

| Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки представления научному руководителю и консультантам | Примечание |
|---|---|---|
| Анализ существующих технологий беспроводной связи | 1.02.2024 - 1.03.2024 | Отчет – не менее 5-10 стр и 2-3 слайда |
| Схемы организации проектирования технологии NearLink | 1.03.2024 - 25.03.2024 | Отчет – не менее 10-15 стр и 2-4 слайда |
| Выбор оборудования, протоколов и частотного спектра технологии NearLink | 25.03.2024 - 20.04.2024 | Отчет – не менее 5-10 стр и 2-3 слайда |
| Расчет основных параметров технологии NearLink | 20.04.2024 – 20.05.2024 | Отчет – не менее 5-10 стр и 3-5 слайдов |

Научный руководитель _____



Джунусов Н.А.



Задание принял к исполнению обучающийся _____




Иргалиев Б. С.

Дата «20» декабря 2023 г.

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 | Старший преподаватель Джунусов Н.А. | 02.05.2024 |  |
| Нормоконтролер | Старший преподаватель каф.ЭТиКТ, Доктор Ph.D. Досбаев Ж.М. | 05.05.2024 |  |

Научный руководитель  Джунусов Н.А.

Задание принял к исполнению обучающийся  Иргалиев Б. С.

Дата «20» декабря 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа «Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink» состоит из 51 страниц, 2 таблиц, 26 рисунков и иллюстраций, 6 источников литературы.

Цель работы: является оценка возможности установки технологии беспроводной связи NearLink на территории университета Satbayev University с целью обеспечения широкополосного высокоскоростного доступа в интернет.

Внедрение технологии NearLink даст возможность обеспечить скоростным интернетом и качественной телефонной связью и окажет большое влияние на его развитие беспроводной связи. Особое внимание уделяется адаптации технологии NearLink к местным условиям, включая выбор оптимальной связки оборудования. Технология NearLink превосходит уже существующие технологии Wi-Fi, Bluetooth.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс "NearLink сымсыз деректерді беру технологиясын жобалау" 51 беттерден, 2 кестелерден, 26 суреттер мен иллюстрациялардан, 6 әдебиет көздерінен тұрады.

Жұмыс мақсаты: интернетке кең жолақты жоғары жылдамдықты қолжетімділікті қамтамасыз ету мақсатында Satbayev University аумағында nearlink сымсыз байланыс технологиясын орнату мүмкіндігін бағалау.

NearLink технологиясын енгізу жылдам интернет пен сапалы телефон байланысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді және оның сымсыз байланысын дамытуға үлкен әсер етеді. NearLink технологиясын жергілікті жағдайларға бейімдеуге, соның ішінде жабдықтың оңтайлы байланысын таңдауға ерекше назар аударылады. NearLink технологиясы бұрыннан бері Wi-Fi, Bluetooth желілерінен асып түседі.

ANNOTATION

This thesis “Design of NearLink wireless data transmission technology” consists 52 of pages, 2 tables, 26 drawings and illustrations, 6 literature sources.

Purpose of the work: is to assess the possibility of installing NearLink wireless communication technology on the territory of Satbayev University in order to provide broadband high-speed Internet access.

The introduction of NearLink technology will make it possible to provide high-speed Internet and high-quality telephone communications and will have a great impact on the development of wireless communications. Particular attention is paid to adapting NearLink technology to local conditions, including choosing the optimal combination of equipment. NearLink technology is superior to existing Wi-Fi, Bluetooth.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | |
| 1. Анализ существующих технологий беспроводной связи | 9 |
| 1.1 Технология NearLink | 9 |
| 1.2 Технология Wi-Fi | 16 |
| 1.3 Технология Bluetooth | 18 |
| 1.4 NearLink, BlueTooth и Wi-Fi | 21 |
| 1.5 Формулировка основных задач проектирования технологии беспроводной передачи данных NearLink | 22 |
| 2. Схемы организации проектирования технологии NearLink | 24 |
| 2.1 Исследование предпроектной структуры второго этажа ГУК Satbayev University и особенности внедрения технологии NearLink | 24 |
| 2.2 Алгоритмы формирования структурной модели и определение необходимого числа точек доступа | 26 |
| 2.3 Расчет зоны покрытия и разработка схем подключения | 27 |
| 3. Выбор оборудования, протоколов и частотного спектра технологии NearLink | 29 |
| 3.1 Точки доступа | 29 |
| 3.2 Коммутатор | 30 |
| 3.3 Беспроводной контроллер | 31 |
| 3.4 Межсетевой экран: | 31 |
| 3.5 Протоколы и частотный спектр | 32 |
| 4. Расчет основных параметров технологии NearLink | 34 |
| 4.1 Математическая модель системы NearLink | 34 |
| 4.2 Операция вычисления математического ожидания | 34 |
| 4.3 Соотношения сигнал/шум на выходе сети NearLink | 35 |
| 4.4 Моделирование беспроводной передачи данных NearLink в среде MatLab SimuLink | 36 |
| 4.5 Расчёт основных параметров NearLink | 43 |
| Заключение | 47 |
| Список использованной литературы | 48 |
| Приложение | 49 |

ВВЕДЕНИЕ

Nearlink был представлен 4 августа 2023. Компания Huawei представила новое поколение технологии беспроводного соединения малого радиуса действия под названием «NearLink» на конференции разработчиков HDC 2023. Bluetooth и Wi-Fi являются типичными технологиями беспроводного соединения, но на мероприятии Huawei технологии Bluetooth и Wi-Fi трансформировались и объединились в Nearlink, символизируя сочетание преимуществ традиционных беспроводных технологий, таких как Bluetooth и Wi-Fi.

Когда появился Nearlink, Bluetooth и Wi-Fi мгновенно стали казаться менее привлекательными. Некоторые данные, которые доказывают, насколько NearLink быстрее чем Bluetooth и Wi-Fi. Дальности передачи, Bluetooth обычно охватывает около 10 метров, а Wi-Fi 6 — до 300 метров. В NearLink по данным Huawei, дальность действия вдвое больше, чем у традиционных технологий, и достигает 600 метров. Скорость передачи данных Nearlink составляет не менее 900 Мбит/с, а новейший Bluetooth 5.3 обеспечивает скорость 50 Мбит/с. Даже Wi-Fi 6 развивает скорость только до 600 Мбит/с. Задержка обычного Bluetooth составляет около 15–30 миллисекунд, а задержка Wi-Fi — около 100 миллисекунд. Задержка в NearLink составляет 20 микросекунд. Количество подключаемых устройств в Nearlink, он поддерживает до 4096 подключенных одновременно устройств и обрабатывает данные от 80 пользователей за миллисекунду. Для сравнения, Bluetooth поддерживает всего 8 устройств, а Wi-Fi — до 256.

С другой стороны, SLB, соответствующий Wi-Fi, работает в диапазоне 5 ГГц и обеспечивает высокоскоростную передачу данных. Он поддерживает многопользовательскую технологию MIMO (MU-MIMO), позволяющую нескольким устройствам одновременно передавать и получать данные. Это значительное преимущество перед традиционным Wi-Fi, который может испытывать перегрузки и снижать скорость при подключении нескольких устройств.

Еще одним аспектом Nearlink является уровень приложений, который предоставляет разработчикам открытую платформу для создания широкого спектра приложений. Компания Huawei представила комплект разработчика Nearlink (SDK), позволяющий разработчикам использовать потенциал этой новой технологии и создавать инновационные приложения, использующие ее возможности. Этот открытый подход поощряет сотрудничество и развитие динамичной экосистемы вокруг NEARlink.

Технология Nearlink SLB приходит на помощь благодаря низкой задержке, высокой точности и продуманным алгоритмам шифрования. Его можно использовать в таких областях, как передача автомобильного сигнала, автомобильные развлечения, информационная помощь и бортовая безопасность.

1 Анализ существующих технологий беспроводной связи

1.1 Технология NearLink

NearLink, который ранее назывался StarSpark, является новой технологией беспроводной связи, предназначенной для передачи данных на короткие расстояния. Он претерпел значительные обновления по сравнению с традиционными технологиями, такими как Bluetooth и Wi-Fi, включая ключевые технологии 5G, которые улучшают скорость, задержку, расстояние передачи, безопасность и надежность. Другими словами, NearLink представляет собой улучшенный вариант гибрида Wi-Fi + Bluetooth. NearLink состоит из трех уровней: базового уровня приложений, базового уровня обслуживания и базового уровня доступа. В рамках базового уровня приложений доступны различные приложения, которые обслуживают широкий спектр задач, таких как автомобильные, домашние, аудиовизуальные и т. д. Базовый уровень обслуживания включает в себя множество базовых функциональных блоков, которые обеспечивают поддержку функциональности приложений верхнего уровня, а также управление и обслуживание системы.

Показатели производительности StarLight превосходят показатели Bluetooth и Wi-Fi. Что касается задержки, StarLight может достигать 20 микросекунд, что является первым достижением технологии беспроводного соединения человека в 20 микросекунд. Что касается скорости передачи, StarLight может передавать данные со скоростью 2,5 Гбит/с в секунду, что более чем в 6 раз превышает скорость Bluetooth 5.2. С точки зрения стабильности StarLight выдерживает сильные помехи и на 7 дБ более чувствителен, чем Bluetooth; с точки зрения покрытия StarLight может поддерживать стабильное соединение на расстоянии более 200 метров, что более чем в 2 раза больше, чем у Bluetooth 5.2. раз выше, чем Bluetooth, с точки зрения терминала. С точки зрения количества сетей Star Flash может поддерживать соединение до 4096 устройств, что более чем в 10 раз превышает Bluetooth [1].

Характеристики технологии NearLink по сравнению с Bluetooth: энергопотребление на 60 % меньше; скорость передачи данных в 6 раз быстрее; задержка при обмене данными короче в 30 раз; защита от помех увеличена на 7 дБ; вдвое большая зона покрытия; в 10 раз больше одновременных сетевых подключений.

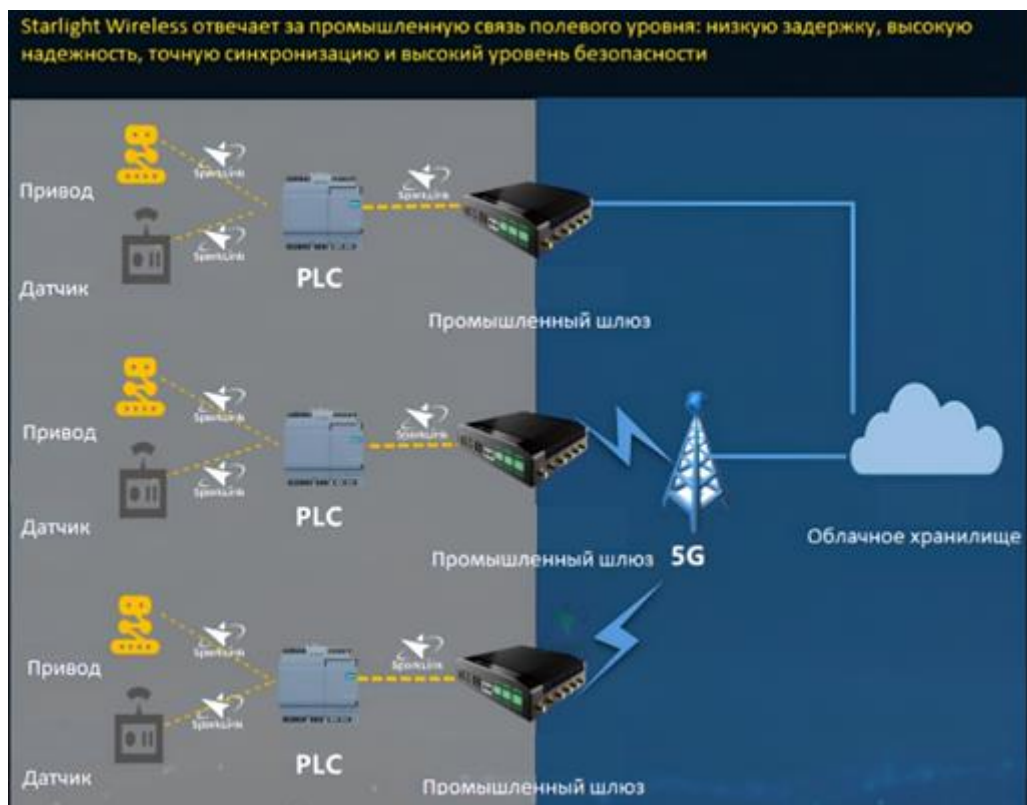


Рисунок 1.1 – Блок схема структуры беспроводной передачи данных NearLink

NearLink поддерживает два режима технологии доступа, включая режим «SparkLink Basic» (SLB) и режим «SparkLink Low Energy» (SLE).

Режим «Базовая технология доступа SLB» представляет собой сценарий высокоскоростного, высокопроизводительного и высокоточного приложения, такого как передача видео, обмен большими файлами, точное позиционирование и т. д. Скорость передачи данных может достигать 1,2

Гбит/с (что в 2 раза выше, чем у Wi-Fi), поддерживает задержку радиointерфейса 20 микросекунд и может обеспечить одновременный доступ 4096 пользователям.

Режим «SLE Low Power Access Technology» обеспечивает низкое энергопотребление, низкую задержку и высокую надежность сценариев применения, таких как беспроводные гарнитуры, мыши, ключи от машины и т. д. Скорость передачи данных может достигать 12 Мбит/с (что в 6 раз выше, чем у Bluetooth), поддерживает задержку двустороннего радиointерфейса 250 микросекунд, одновременно могут получить доступ 256 пользователей, а ток составляет менее 2 мА.



Новое поколение технологии беспроводного соединения
малого радиуса действия от StarLight-NearLink



Рисунок 1.2 – Услуги беспроводной сети NearLink

Уровень доступа NearLink особенно уникален. Он предоставляет два интерфейса связи: SLB (Standard Link Base) для базового доступа и SLE (Standard Link Energy) для доступа с низким энергопотреблением, что соответствует различным требованиям сетевых сценариев Wi-Fi и Bluetooth соответственно. Базовые технологии и показатели производительности различаются между двумя интерфейсами:

Преимущества NearLink

По сравнению с традиционными беспроводными соединениями Huawei Nearlink имеет следующие преимущества: энергопотребление на 60% ниже, скорость в 6 раз выше, задержка 1/30 и количество сетевых подключений в 10 раз выше.

Она будет внедрена в различные устройства, включая бытовую электронику, такую как телефоны, ноутбуки, умные часы, гаджеты для подключенного дома, электромобили и промышленное производственное оборудование, став частью операционной системы Huawei HarmonyOS 4. Он уже интегрирован в последний смартфон компании Mate 60. «Эта технология, — говорится в пресс-релизе, — объединяет коллективное сотрудничество более 300 ведущих предприятий и учреждений в стране и за рубежом».

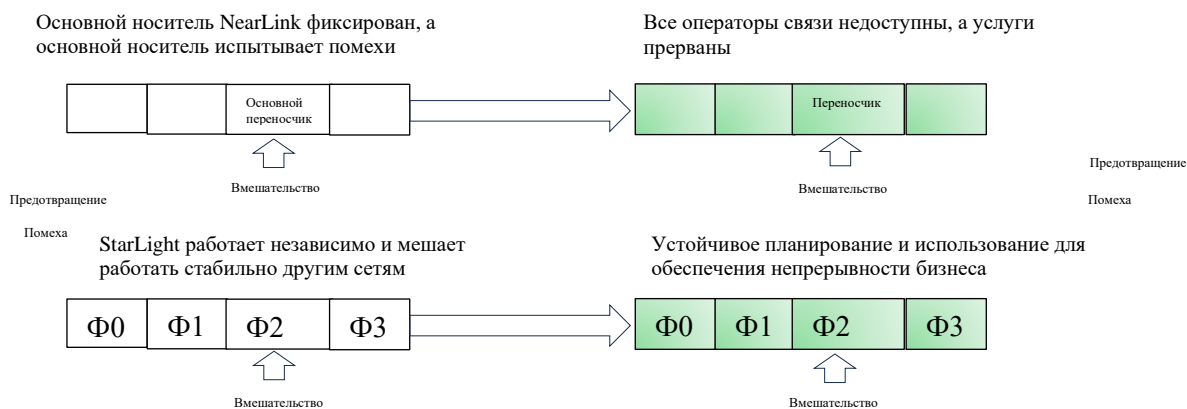


Рисунок 1.3 – FISA (быстрый перехват и предотвращение помех)

SLB, как и Wi-Fi, нацелен на высокую пропускную способность, большую емкость и высокую точность. SLB поддерживает работу с одной или несколькими несущими на нелицензируемой частоте 5 ГГц. Самая узкая полоса пропускания с одной несущей составляет 20 МГц с поддержкой 40/60/80/100/160/320 МГц и схем модуляции, включая QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM и 1024QAM. SLB включает в себя различные технологии, такие как сверхкороткие кадры, многоточечную синхронизацию, двунаправленную аутентификацию, быструю координацию помех, двунаправленное шифрование с аутентификацией и оптимизацию межуровневого планирования. Он объединяет значительное количество технологий 5G, включая поддержку асинхронного HARQ (гибридного автоматического запроса повторения), аналогичного 5G, дизайн планирования в частотной области, структуру кадра и т. д. для повышения производительности связи.

SLE, как и Bluetooth, ориентирован на низкое энергопотребление, низкую задержку и высокую надежность. SLE использует передачу с одной несущей на нелицензируемой частоте 2,4 ГГц, поддерживая полосы пропускания 1 МГц, 2 МГц и 4 МГц, а также схемы модуляции, включая GFSK, BPSK, QPSK и 8PSK.

SLE поддерживает надежную многоадресную рассылку «1 ко многим», интерактивность с малой задержкой 4 кГц, безопасное соединение, защиту конфиденциальности и другие функции. Он учитывает факторы энергосбережения при максимизации эффективности передачи. С точки зрения сетевых технологий NearLink аналогичен традиционным технологиям, работающим в конфигурациях «точка-точка» (P2P) или «точка-многоточка» (P2MP). Узлы NearLink делятся на узлы управления (узлы G, Grant) и терминальные узлы (узлы T, Terminal). Узлы G предоставляют услуги уровня доступа, такие как управление соединениями, распределение ресурсов и информационную безопасность узлам T в пределах их зоны действия. Один узел G вместе с подключенными узлами T образует коммуникационный домен.

Безопасность NearLink использует несколько механизмов безопасности для защиты безопасности и конфиденциальности. Например, он использует 128-

битный алгоритм шифрования AES для шифрования и дешифрования данных, предотвращая несанкционированный доступ или вмешательство. Он также использует двунаправленную аутентификацию и механизмы согласования ключей для обеспечения аутентификации устройства и генерации ключей. В целом очевидно, что NearLink превосходит Wi-Fi и Bluetooth по различным возможностям.

Таблица 1.1 – Производительность технологий SLE и SLB

| Индикатор SLB | Производительность | Индикатор SLE | Производительность |
|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| Пиковая скорость | Пиковая скорость G связи > 900 Мбит/с при одной несущей 20Мгц Пиковая скорость T связи >450 Мбит/с при одной несущей 20Мгц | Пиковая скорость | 4,6 Мбит/с (высококачественный звук без потерь) 8Мбит/с (данные) |
| Задержка радиointерфейса | <20мс | Задержка радиointерфейса | <125мс |
| Надёжность | >99.999% | Надёжность | >99.999% |
| Точность синхронизации | <1 мкс (точность синхронизации ± 30 нс) | Точность синхронизации | <1 мкс (точность синхронизации ± 30 нс) |
| Многопользовательская возможность | Поддержка доступа 4096 пользователей. Поддерживает одновременный доступ к 80 пользовательским данным в течении 1 миллисекунды | Многопользовательская возможность | Поддержка доступа 256 пользователей. |
| Антиинтерференцион на способность | Минимальный SINR-5 Дб | Антиинтерференцион на способность | Минимальный SINR-3 Дб |
| Безопасность | Высокий (двусторонняя аутентификация, гарантия согласования алгоритмов) | Безопасность | Высокий (двусторонняя аутентификация, гарантия согласования алгоритмов) |

Технология Starlight представляет новые технологии, такие как технология полярного кодирования 5G, централизованное планирование, сверхкороткие кадры и сращивание сигналов со скачкообразной перестройкой частоты для улучшения усиления чувствительности и защиты от помех. Создавая дифференцированную конкурентоспособность, мы можем решить некоторые болевые точки отрасли и приложений, которые не могут быть решены с помощью современных Bluetooth и Wi-Fi. У него есть три важные характеристики.



Рисунок 1.4 – Интеграция NearLink с технологией 5G

Интегрированная архитектура, один стандарт и несколько режимов. Уровень доступа StarLight имеет два режима: SLE (технология доступа с низким энергопотреблением) основана на Bluetooth и в основном обеспечивает сценарии с низким энергопотреблением, низкой задержкой и высокой надежностью, такие как беспроводные гарнитуры, мыши и беспроводные системы управления батареями (например, в автомобиле). ключи), сбор промышленных данных и т. д., он может поддерживать пиковую скорость 12 Мбит/с, задержку

двустороннего радиointерфейса 250 мкс, одновременный доступ 256 пользователей и ток менее 2 мА. SLB (Basic Access Technology)/MLE (Multiple Connection Enhancement) тестирует Wi-Fi и в основном используется для реализации бизнес-сценариев, представленных интеллектуальными терминалами, интеллектуальными автомобилями, беспроводной проекцией экрана, управлением движением промышленного оборудования и т. д. Его отличительной особенностью является низкая задержка, высокая надежность, точная синхронизация и высокая степень параллелизма и т. д., пиковая скорость G-link превышает 900 Мбит/с, задержка радиointерфейса 20 мкс, точность синхронизации в пределах 1 мкс, минимальное рабочее отношение сигнал/шум - 5 дБ, доступ к сети могут получить 4096 пользователей. в то же время. StarLight может объединить преимущества Bluetooth и Wi-Fi, интегрируя и унифицируя соответствующие базовые сервисы и приложения.

Технология более продвинута, стандарты более продвинуты, а опыт более выдающийся. По сравнению с традиционными технологиями, такими как Bluetooth и Wi-Fi, он имеет следующие шесть основных преимуществ: более низкое энергопотребление (всего 60% от Bluetooth), более высокая скорость передачи данных (скорость кода радиointерфейса в режиме SLE может достигать 12 Мбит/с, что более чем в 6 раз больше, чем у Bluetooth. MLE В режиме скорость передачи кода радиointерфейса может достигать 1,2 Гбит/с, что в два раза выше, чем у Wi-Fi, обеспечивая качество звука без потерь, высококачественную передачу и передачу файлов за секунды), более низкую передачу задержка (всего 1 мс, что составляет 1/30 от Bluetooth, 1/10 от Wi-Fi, что позволяет выполнять игровые операции на уровне миллисекунд и синхронизировать видеовызовы), более сильная защита от помех (на 7 дБ выше, чем у Bluetooth, на 10 дБ выше, чем у Wi-Fi). -Fi, никаких перебоев, задержек и т. д.), более широкое расстояние покрытия (в 2 раза выше, чем у Bluetooth) и большее количество терминальных сетевых подключений (в 10 раз выше, чем у Bluetooth, что позволяет обеспечить соединение большого количества устройств.

Являясь полнофункциональной оригинальной технологией связи нового поколения на коротких расстояниях, NearLink обладает превосходными техническими характеристиками, такими как низкая задержка, высокая надежность, высокая точность синхронизации, поддержка множественного одновременного выполнения, высокая информационная безопасность и низкое энергопотребление. Технология уровня доступа к воздушному интерфейсу является основой системы беспроводной связи Star Flash.

В соответствии с различными ролями уровня доступа StarLight оборудование StarLight делится на узлы G (грант) и узлы T (терминал). Каждый узел G может управлять определенным количеством узлов T. Узел G и узлы T, подключенные к нему, вместе образуют коммуникационную область. Кроме того, для удовлетворения потребностей связи в различных сценариях технология StarLight предоставляет два интерфейса беспроводной связи: SLB (SparkLink Basic, технология базового доступа StarLight) и SLE (SparkLink Low Energy, технология доступа StarLight с низким энергопотреблением).

Недостатки NearLink

Альянс NearLink, насчитывающий более 300 компаний, в основном состоит из китайских компаний, в то время как Альянс Bluetooth (более 36 000 компаний) и Альянс Wi-Fi (более 850 компаний) укрепили свои позиции в результате более чем двух десятилетий. Борьба с их доминированием создает значительные трудности для альянса NearLink.

Учитывая, что Huawei остается в черном списке санкций США, похоже, что NearLink вряд ли будет развернут на американских устройствах. Apple, со своей стороны, уже выпустила собственную сверхширокополосную технологию (UWB) в виде нового чипа U1 – хотя, по данным Apple Insider, основным преимуществом UWB перед Bluetooth является высокоточное отслеживание местоположения, а не массовая скорость и задержка. Улучшения [2].

1.2 Технология Wi-Fi

Беспроводная сеть на основе стандарта IEEE802.11, называемая Wi-Fi (Wireless Fidelity), позволяет подключать устройства без использования кабелей. Обычно схема Wi-Fi сети содержит не менее одной точки доступа (так называемый режим infrastructure) и не менее одного клиента. Также возможно подключение двух клиентов в режиме точка-точка, когда точка доступа не используется, а клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров «напрямую». Точка доступа передает свой идентификатор сети (SSID) с помощью специальных сигнальных пакетов на скорости 0.1 Мбит/с каждые 100 мс. Поэтому 0.1 Мбит/с — это наименьшая скорость передачи данных для Wi-Fi. Зная SSID-сети, клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа. При попадании в зону действия двух точек доступа с идентичными SSID приёмник может выбирать между ними на основании данных об уровне сигнала [3].

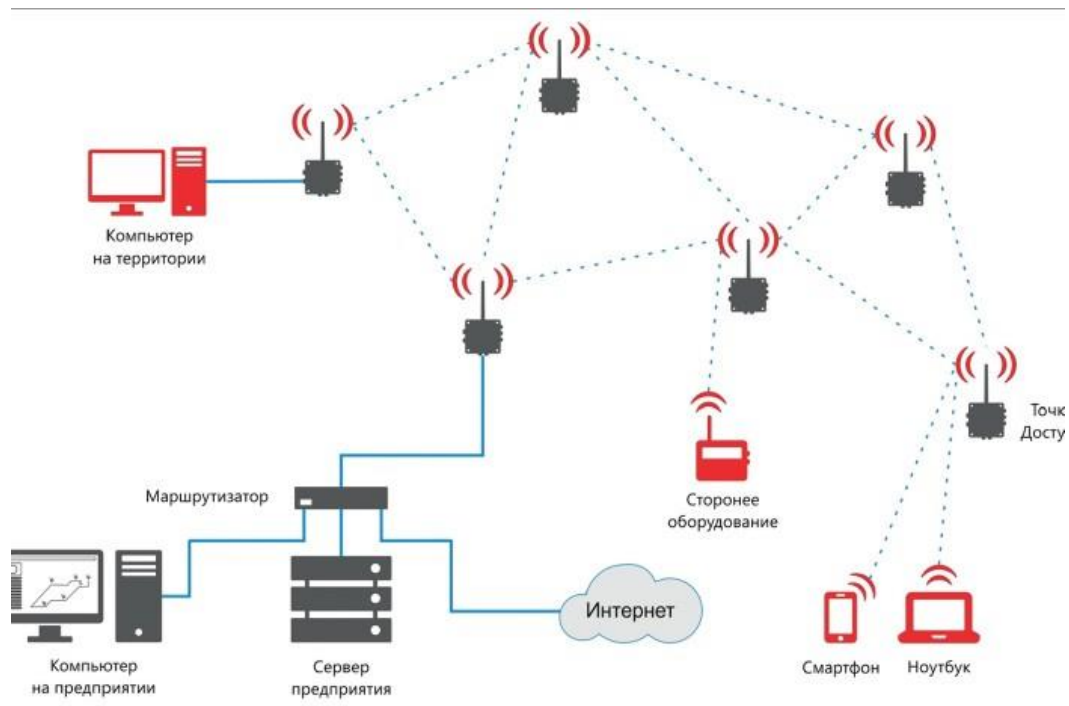


Рисунок 1.5 – Блок схема структуры беспроводной передачи данных Wi-Fi

Преимущества Wi-Fi

Точность Wi-Fi или беспроводной связи снижает затраты на развертывание и или расширение сети и дает возможность развертывать сеть без необходимости использования кабелей. Беспроводная сеть может быть предоставлена в местах, где невозможно проложить кабель, например, на открытом воздухе или в зданиях, представляющих историческую ценность. Wi-Fi также обеспечивает доступ к сети для мобильных устройств и широко распространен на рынке. Обязательная сертификация оборудования с логотипом Wi-Fi обеспечивает совместимость устройства. Большим преимуществом Wi-Fi является то, что нет необходимости подключать кабели. Маршрутизатор Wi-Fi может подключать несколько устройств одновременно, что делает его идеальным решением для помещений, где подключение невозможно или нецелесообразно, например, для памятников архитектуры. Wi-Fi также широко используется для соединения устройств в локальной сети или в глобальном Интернете. Сеть Wi-Fi легко настроить и подключить, что делает ее популярным выбором в офисах и других помещениях.

Недостатки Wi-Fi

Большинство европейских стран разрешают использование октябрьских дополнительных каналов Wi-Fi, что запрещено в Соединенных Штатах. Октября декабря в Японии есть дополнительные каналы в верхней части диапазона, в то время как в Испании низкочастотные каналы запрещены. В России, Беларуси и Италии требуется регистрация всех сетей Wi-Fi, работающих на открытом воздухе, или регистрация операторов Wi-Fi.

Потребление энергии стандартных устройств Wi-Fi выше, что уменьшает

время работы от батареи и повышает температуру устройств. Стандарт шифрования WEP уязвим и легко взламывается, в то время как многие старые точки доступа не поддерживают более современные протоколы шифрования WPA и WPA2.

Дальность действия Wi-Fi зависит от многих факторов, включая препятствия между устройствами и частоту сигнала. Наложение сигналов от разных точек доступа на одном канале может создать помехи.

Совместимость между устройствами разных производителей не всегда гарантирована, что может привести к ограничениям в соединении или ухудшению скорости. Плохая погода также может снизить производительность сети Wi-Fi.

Для уменьшения потерь сигнала в плохих погодных условиях часто используется дополнительная мощность передатчика. Перегрузка оборудования может произойти из-за передачи большого количества небольших пакетов данных или при использовании медиапоток в реальном времени, что может привести к непредсказуемому качеству связи [4].

1.3 Технология Bluetooth

Bluetooth - это технология беспроводной связи малого радиуса действия, базирующаяся на стандарте IEEE 802.15.1. Этот стандарт потребляет меньше энергии, чем Wi-Fi. Изначально Bluetooth был разработан для передачи данных между персональным компьютером и периферийными устройствами, такими как мыши, клавиатуры, принтеры, мобильные телефоны, гарнитуры, персональные цифровые помощники и т. д. В таких сценариях Bluetooth называется WPAN (беспроводная персональная сеть) [5].

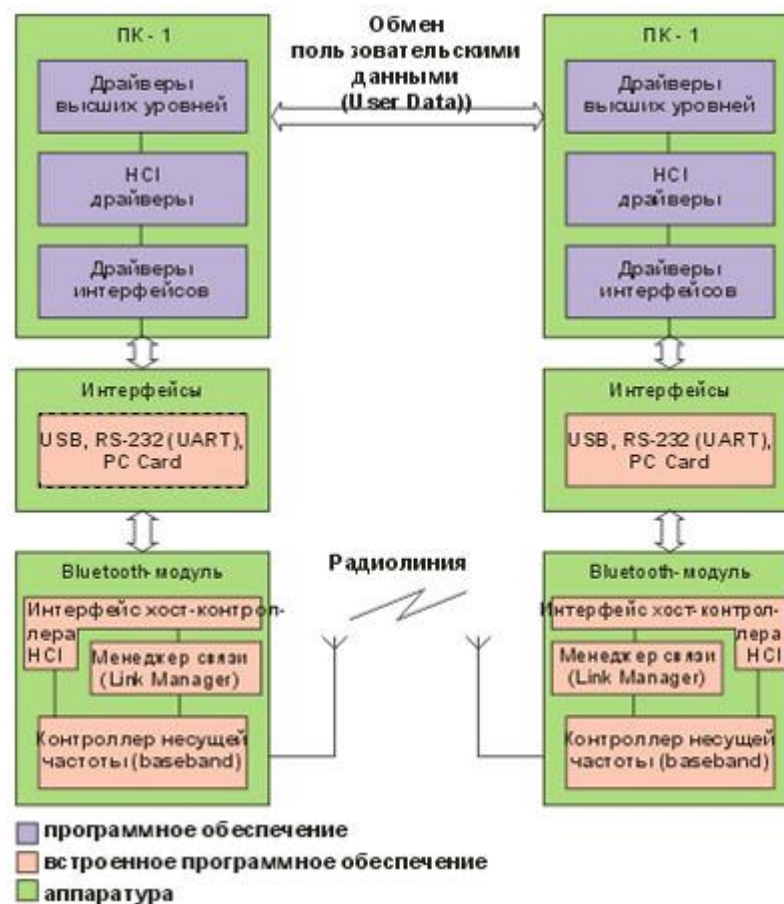


Рисунок 1.6 – Блок схема структуры Bluetooth передачи данных

Bluetooth использует звездообразную топологию сети, что позволяет простым сетям, состоящим из семи устройств, обмениваться данными с одной точкой доступа. Он работает в диапазоне 2,4 ГГц и модулируется с использованием расширенного спектра, применяя GFSK, DQPSK или 8DPSK для перестройки частоты. Базовая скорость передачи данных составляет 1 Мбит/с для GFSK, 2 Мбит/с для DQPSK и 3 Мбит/с для 8DPSK. Мощность передатчика может быть 0 дБм (1 мВт), 4 дБм (2,5 мВт) или 20 дБм (100 мВт), что влияет на расстояние передачи.

Bluetooth поддерживает как одноточечные, так и двухточечные (точечно-многоточечные) соединения. Устройство, использующее один канал, может создать пикосеть, в которой 1 устройство является основным устройством, а остальные подключены. Piconet имеет до 7 активных вспомогательных устройств, остальные находятся в "припаркованном" состоянии и синхронизируются с основным устройством. Эти пиконеты могут взаимодействовать и создавать "распределенную сеть" (scatternet), частью которой могут быть разные пиконеты устройств.

Преимущества Bluetooth

Беспроводное подключение: Bluetooth заменяет необходимость использования физических кабелей, обеспечивая удобство и избавляя от беспорядка при подключении устройств.

Универсальная совместимость: Bluetooth является общепринятым стандартом и широко используется в смартфонах, наушниках, динамиках, принтерах и т. д. Совместим с различными устройствами.

Низкое энергопотребление: Bluetooth оптимизирован для минимального энергопотребления, поэтому его можно использовать с устройствами с батарейным питанием, такими как беспроводные наушники и фитнес-трекеры.

Простота использования: Сопряжение устройств Bluetooth обычно простое и удобное, требует минимальной установки и настройки.

Малая дальность связи: Ограниченный радиус действия Bluetooth (обычно до 100 м и менее) повышает безопасность, снижая риск несанкционированного доступа на расстоянии.

Потоковое аудио: Bluetooth обычно используется для беспроводной передачи аудиопотоков, что позволяет пользователям подключать наушники, динамики и автомобильные аудиосистемы к смартфонам и другим устройствам.

Экономическая эффективность: Поскольку чипы и модули Bluetooth относительно доступны по цене, производители получают выгоду от интеграции Bluetooth в свои продукты.

Недостатки Bluetooth

Ограниченный радиус действия: Малая дальность связи Bluetooth может быть недостатком в сценариях, требующих более дальней связи.

Помехи: Bluetooth работает в переполненном диапазоне ISM 2,4 ГГц, что может вызывать помехи от других беспроводных устройств, таких как маршрутизаторы Wi-Fi, микроволновые печи и беспроводные телефоны.

Скорость передачи данных: Bluetooth может не быть лучшим выбором для высокоскоростной передачи данных, поскольку его скорость обычно ниже, чем у технологий, таких как Wi-Fi.

Проблемы с сопряжением: Пользователи могут столкнуться с проблемами с сопряжением или подключением устройств Bluetooth, особенно если устройства имеют неудачную конструкцию или устаревшее программное обеспечение.

Качество звука: Несмотря на улучшения качества в последние годы, качество звука по Bluetooth все еще может быть хуже, чем при проводном подключении, особенно в аудиосистемах высокого класса.

Проблемы безопасности: соединения Bluetooth могут быть уязвимы для взлома и несанкционированного доступа, если они не защищены должным образом, но последняя версия Bluetooth имеет расширенные функции безопасности.

Ограниченное количество подключаемых устройств: Bluetooth имеет ограничение на количество одновременно подключаемых устройств.

Разрядка аккумулятора: Несмотря на низкое энергопотребление, поддержание постоянного соединения Bluetooth все же может привести к быстрой разрядке аккумулятора на мобильных устройствах.

1.4 NearLink, Bluetooth и Wi-Fi

Таким образом, частота диапазона 2,4 ГГц используется как Bluetooth, так и Wi-Fi. Таким образом, может произойти сбой, повреждающий производительность обоих типов устройств, если устройство Bluetooth находится в диапазоне Wi-Fi и вы начинаете обмен данными.

Основной целью технологии Bluetooth является создание беспроводных связей, которые могут заменить проводные связи. Разработчик может использовать не только профиль последовательного порта (SPP), который обычно используется для установления соединения. Разработчики могут использовать несколько профилей на устройстве в рамках технологии Bluetooth:

- Профиль общего доступа;
- Профиль обнаружения службы (Профиль обнаружения службы);
- Профиль радиотелефона (профиль взаимодействия радиотелефона);
- Профиль внутренней связи (профиль внутренней связи);
- Профиль наушников (профиль беспроводных наушников для мобильного телефона);
- Профиль коммутируемой сети (профиль удаленного доступа);
- Факс (контактный профиль факса);
- Профиль доступа к локальной сети (профиль локальной сети);
- Глобальный обмен объектами (профиль обмена данными);
- Профиль нажатия объекта (профиль передачи данных);
- Профиль передачи файлов (профиль общего доступа к файлам);
- Синхронизировать профиль.

Каждый из этих профилей предназначен для определенного типа устройства и задачи, что обеспечивает гибкость технологии Bluetooth и широкий спектр вариантов использования [5].

Благодаря NearLink возможна скорость передачи данных до 10 Гбит/с и короткие расстояния до 100 метров. Он предлагает скорость передачи данных до 3 Мбит/с, скорость передачи данных до 10 Гбит/с и средний диапазон в помещении до 100 метров, отличаясь от низкого до среднего уровня Bluetooth или Wi-Fi.

В то время как Bluetooth и Wi-Fi быстры и просты в подключении, NearLink требует специальных устройств. Защита данных NearLink может быть менее надежной, чем у Bluetooth, но Wi-Fi и Bluetooth обеспечивают более высокую безопасность.

NearLink характеризуется высоким энергопотреблением, в отличие от низкого энергопотребления Bluetooth и среднего уровня энергопотребления Wi-Fi.

Таблица 1.2 Сравнение технологии NearLink с Bluetooth и Wi-Fi

| Характеристика | NearLink | Bluetooth | Wi-Fi |
|--------------------------|--|--|---|
| Скорость передачи данных | Высокая (до 10 Гбит/с) | Низкая до умеренная (до 3 Мбит/с) | Высокая (до 10 Гбит/с) |
| Дальность действия | Короткая (до 100 метров) | Короткая (до 10 метров) | Средняя (до 100 метров в помещении) |
| Помехи | Возможны, особенно при наличии препятствий | Низкие | Возможны, особенно при наличии множества устройств в одной сети |
| Сопряжение | Не всегда удобное, требует специальных устройств | Простое и быстрое | Простое и быстрое |
| Качество | Подвержено потерям данных при наличии помех | Хорошее | Хорошее |
| Защита данных | Может быть менее безопасной, чем Bluetooth | Более безопасная защита данных | Более безопасная защита данных |
| Частотный диапазон | 60 ГГц и выше | 2.4 ГГц и 5 ГГц | 2.4 ГГц и 5 ГГц |
| Разряд аккумулятора | - | Не требуется | - |
| Энергопотребление | Высокое | Низкое | Среднее |
| Совместимость | Может быть ограничена по устройствам | Широкая | Широкая |
| Использование | Используется в основном для передачи файлов | Используется для подключения различных устройств, таких как наушники, клавиатуры, мыши и т. д. | Используется для подключения к интернету и обмена данными между устройствами в сети |

1.5 Формулировка основных задач проектирования технологии беспроводной передачи данных NearLink

Определить возможность установки беспроводной связи технологии NearLink.

Изучение требований к NearLink:

Схема организации проектирования технологии для обеспечения высокоскоростного доступа в Интернет с использованием технологии NearLink на территории Satbayev University на втором этаже главного учебного корпуса.

Целью этого проекта является оценка возможности установки технологии беспроводной связи NearLink на территории университета Satbayev University с целью обеспечения широкополосного высокоскоростного доступа к Интернету.

Планируется провести анализ совместимости с существующей инфраструктурой университета и изучение требований к NearLink, особенно в отношении второго этажа главного учебного корпуса.

Предполагается, что проектное решение состоит из схемы организации проектирования технологии NearLink на конкретной территории, которая учитывает распределение точек доступа, необходимое сетевое оборудование и другие элементы.

Улучшение качества беспроводной связи с использованием новых технологий, таких как NearLink, является целью практического решения.

Для достижения поставленных целей необходимо:

Оценить оборудование и инфраструктуру, необходимые для реализации технологии NearLink на указанном участке, включая точки доступа, сетевое оборудование и другие компоненты.

Практическое решение – использование новых технологий для улучшения качества беспроводной связи.

2 Схемы организации проектирования технологии NearLink

2.1 Исследование предпроектной структуры второго этажа ГУК Satbayev University и особенности внедрения технологии NearLink

На втором этаже находятся 27 кабинетов с общей площадью 2361.96 м². Каждый маленький кабинет занимает 51.84 м², что означает длину и ширину 7.20 метров. Большие кабинеты на этаже 18 занимают 933.12 м² (18×51.84 м²). Большие аудитории занимают 103.68 квадратных метров, что составляет две длины кабинета (14.40 м) и ширину 7.20 м. Большие аудитории занимают 933.12 м² (9×103.68 м²). Кроме того, на этаже есть две большие аудитории, общая площадь которых составляет 207.36 м² (2×103.68 м²).

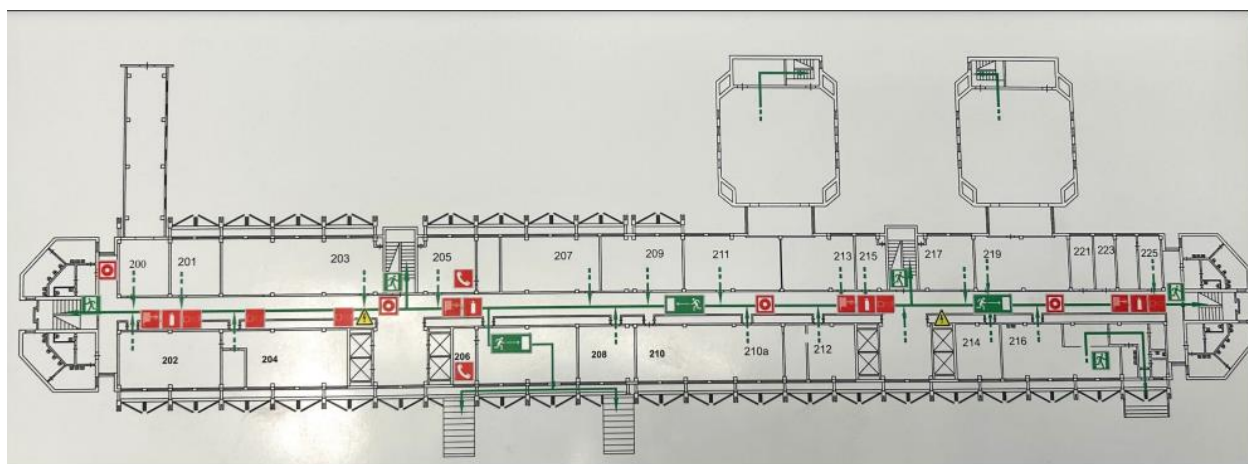


Рисунок 2.1 – Схематический план ГУК КазННТУ им. К.И. Сатпаева 2 этаж

Чтобы успешно внедрить технологию NearLink, нужно учесть особенности здания и требования пользователей. Важнейшим фактором является эффективное размещение точек доступа. Необходимо принимать во внимание плотность размещения кабинетов и цель при распределении точек доступа. Необходимо иметь больше пропускную способность для обслуживания массовых аудиторий и лекционных кабинетов. Поэтому, чтобы обеспечить равномерное покрытие, рекомендуется устанавливать точки доступа как в коридорах, так и в центральных зонах этажа.

Качество сигнала может значительно зависеть от архитектурных характеристик здания, таких как материал и толщина стен. В связи с этим, следует обеспечить наличие дополнительных точек доступа в местах с возможным ослаблением сигнала. Размещение точек доступа в местах с наибольшей аудиторией пользователей поможет уменьшить области с плохим качеством связи.

При внедрении технологии играют большую роль планирование и

проведение тестов. Для проверки качества сигнала в реальных условиях следует выполнить тестирование заранее. Чтобы обеспечить эффективность регулярного обновления и оптимизации конфигураций сети, важно учитывать мониторинговые данные и фидбэк от пользователей. За счет этого, наша возможность поддерживать высокий стандарт обслуживания и оперативно реагировать на все возникающие проблемы будет сохранена.

Обслуживание и поддержка сети играют также важную роль, оказывая значительное воздействие. Чтобы обеспечить надлежащую работоспособность сети, регулярно проводите техническое обслуживание на высоком уровне. Для того чтобы пользователи безопасно и удобно пользовались беспроводной сетью, требуется предоставить им оперативную помощь и эффективное решение всех возникающих проблем.

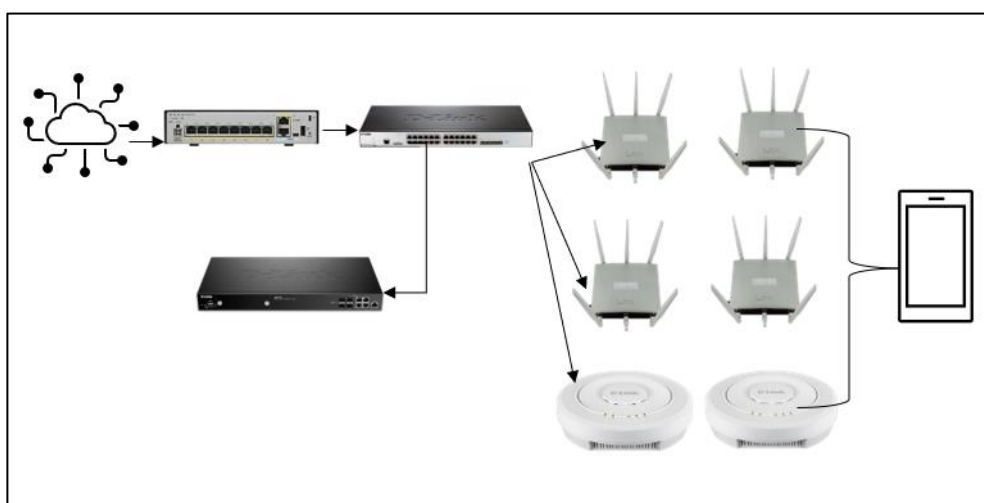


Рисунок 2.2 – Проектируемая схема организации беспроводной сети NearLink

Следовательно, для успешного внедрения технологии NearLink на втором этаже ГУК Satbayev University необходимо провести детальное планирование и учесть особенности здания с точки зрения архитектуры и функциональ. Второй этаж имеет приблизительную площадь около 2361. Всего площадь составляет 96 квадратных метров, из которых 27 занимают кабинеты. Площадь маленьких кабинетов составляет 51. Каждая площадь составляет 84 м², тогда как большие аудитории имеют размеры 103 м². 68 м². Чтобы удовлетворить потребности всех пользователей, можно достичь надежного и качественного покрытия беспроводной сети благодаря детальному подходу и использованию новейших технологий.

2.2 Алгоритмы формирования структурной модели и определение необходимого числа точек доступа

При составлении структурной модели и определении требуемого количества точек доступа важно учитывать множество факторов, таких как конфигурация помещения, плотность пользователей, наличие преград и другие. На основе предоставленных данных мы можем составить следующее руководство действий.

В коридоре имеется 12 точек доступа. Чтобы достичь однородного покрытия, следует равномерно разместить их вдоль коридора, учитывая возможные преграды типа стен или металлических конструкций.

Внутри кабинета следует разместить точки доступа в больших аудиториях. В зависимости от количества пользователей и требования к пропускной способности, эти точки доступа могут быть установлены как в центральной части помещения, так и в его углах для обеспечения наилучшего покрытия.

Необходимо также установить по две точки доступа на экстренных выходах, расположенных на лестничных площадках. Они обязаны осуществлять покрытие по всей лестнице и быть способными функционировать автономно при отключении основного электричества.

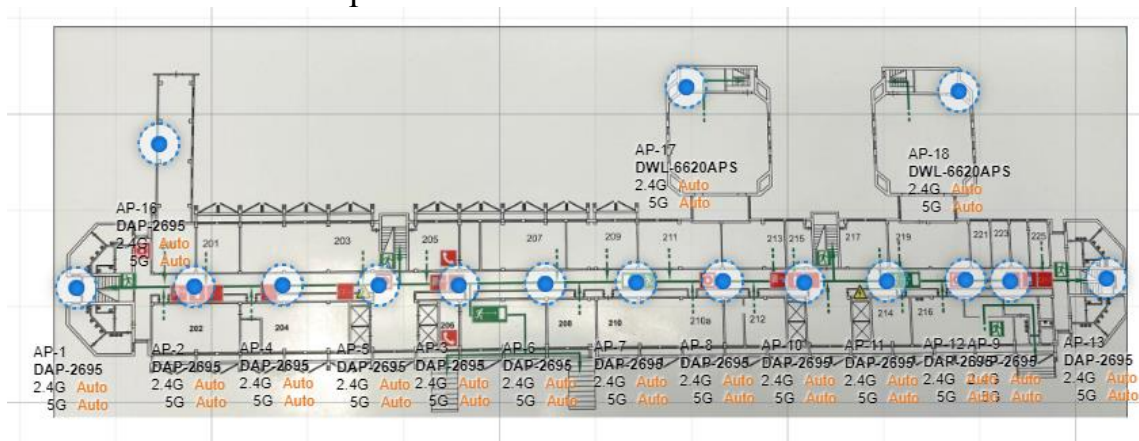


Рисунок 2.3 – Положение точек доступа на схематическом плане

Состав точек доступа и отличия между ними включают в себя не только аппаратную часть, такую как беспроводной маршрутизатор или точка доступа, антенны, порты для подключения к сети и питанию, программное обеспечение также включает функционал настройки параметров Wi-Fi, механизмов безопасности, а также возможность мониторинга и управления сетью. Более того, оно предоставляет различные варианты для каждой.

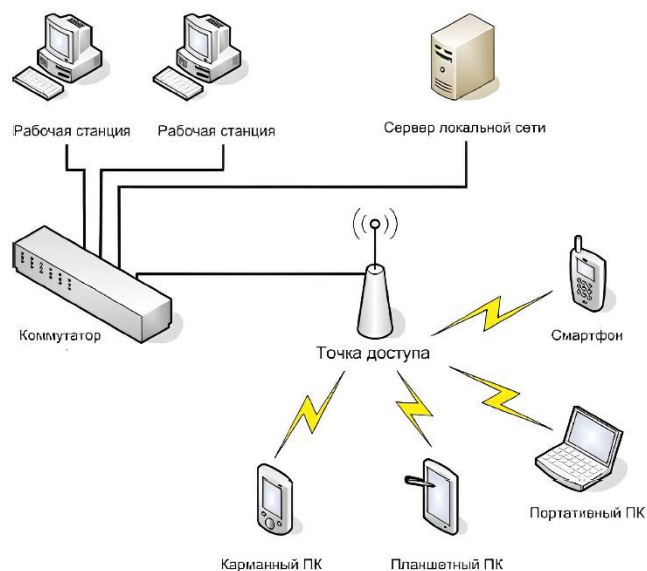


Рисунок 2.4 – Структура точки доступа

Алгоритм анализирует особенности помещений и потребности пользователей, чтобы определить наилучшее количество точек доступа и местоположение для них. Обеспечение надежного и качественного беспроводного покрытия в здании является значимым шагом.

2.3 Расчет зоны покрытия и разработка схем подключения

В качестве планировщика беспроводных сетей для разработки организационной схемы выбран Wi-Fi Planner PRO, который обладает комплексными возможностями визуализации покрытия беспроводной сети до ее ф При использовании Wi-Fi Planner PRO проектирование и построение сети становятся гораздо более удобными.

Таким образом, можно предположить, что установка 16 точек доступа на этаже будет гарантировать надежное соединение для всех сотрудников и студентов. При таком расположении точек доступа мы применяем специализированное ПО для анализа радиопокрытия на территории. В этой схеме красные зоны указывают на самое высокое качество сигнала, жёлтые — на среднее, а зеленые — на слабое.

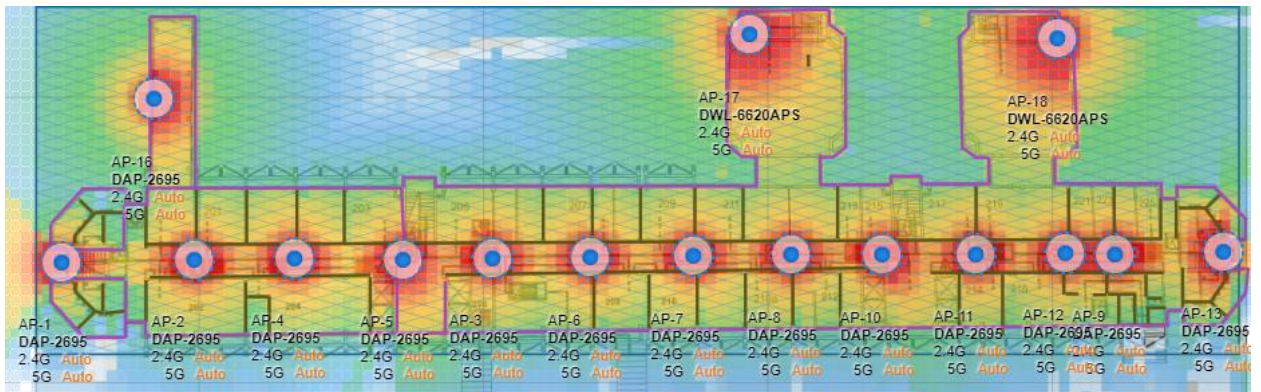


Рисунок 2.5 – Уровень сигнала на этаже на частоте 5 ГГц

Размещение точек доступа в коридоре выполнено таким образом, чтобы осуществлять полное покрытие смежных кабинетов и обеспечивать надежное соединение для пользователей, находящихся внутри помещений.

Зоны покрытия точек доступа в больших аудиториях и на лестничных площадках были установлены таким образом, чтобы охватить все помещение и обеспечивать высокую пропускную способность сигнала


Чтобы обеспечить максимальное покрытие и минимизировать возможные зоны сигнала, точки доступа размещены в оптимальных местах.

3 Выбор оборудования, протоколов и частотного спектра технологии NearLink

3.1 Точки доступа

Технология NearLink базируется на Wi-Fi - беспроводном стандарте передачи данных. Она применяет Wi-Fi стандарты, такие как 802.11ac или 802.11ax, обеспечивает надежное беспроводное подключение и высокую скорость передачи данных. С помощью этих стандартов можно достигнуть высокой скорости передачи данных и эффективно управлять большим количеством подключенных устройств. Для управления сетью будет использоваться коммутатор, подключенный к серверу.

Описание: DAP-2695 - это точка доступа, которая обеспечивает широкий охват и стабильное высокоскоростное беспроводное подключение.



| | |
|--------------|------------|
| Standard | a/b/g/n/ac |
| 2.4G | |
| Full Power | 25 dBm |
| Max Coverage | 157.83 м² |
| 5G | |
| Full Power | 21 dBm |
| Max Coverage | 76.86 м² |

DAP-2695 (Omni)

Рисунок 3.1 – Точка доступа DLink DAP-2695 (Omni)

Преимущество: Оптимальная производительность и надежность точки доступа DAP-2695 делает ее отличным решением для создания стабильного и быстрого беспроводного покрытия в вашем помещении.

Описание: DWL-6620APS - точка доступа с усиленной мощностью, необходимая для обеспечения надежного подключения даже в самых сложных условиях эксплуатации.


| | | |
|---|--------------|-----------------------|
|  | Standard | a/b/g/n/ac |
| | 2.4G | |
| | Full Power | 25 dBm |
| | Max Coverage | 157.83 m ² |
| | 5G | |
| | Full Power | 25 dBm |
| | Max Coverage | 112.81 m ² |
| DWL-6620APS (Omni) | | |

Рисунок 3.2 – Точка доступа DLink DWL-6620APS (Omni)

Преимущество: DWL-6620APS имеет прочную конструкцию, благодаря которой он способен работать надежно даже при высоком напряжении или в экстремальных погодных условиях.

3.2 Коммутатор

Описание: Коммутатор Dws-3160 обладает функциями контроля и наблюдения за беспроводной сетью, что позволяет осуществить ее централизованное управление и мониторинг. Dws-3160 – идеальное решение для создания сети в компаниях среднего и большого размера, а также у провайдеров услуг. Централизованное управление устройствами в беспроводных сетях осуществляется за счет коммутатора. В одном наборе коммутаторов D-Link возможно управление до 48 унифицированными точками беспроводного доступа и до 192 обычными точками доступа. [6]



Рисунок 3.3 – Коммутатор DWS-3160

Характеристики:

Порты: В комплекте имеется 20 портов Gigabit Ethernet, в том числе 4 комбинированных порта SFP;

Максимальная пропускная способность: 20 Гбит/с;

Поддержка уровней защиты: WPA, WPA2, WPA3.

Преимущество: Установив контроллер DWS-3160, вы сможете эффективно управлять вашей беспроводной инфраструктурой, обеспечивая стабильную работу и оптимизацию использования ресурсов сети. [5]

3.3 Беспроводной контроллер

Описание: DWC2000 это специальный контроллер, который разработан для управления точками доступа D-link по беспроводной сети. Управляйте сетевым оборудованием беспроводной локальной сети и до 1024 точками доступа в кластере контроллеров, установленных в различных местах, таких как учебные заведения, отели и предприятиях.

DWC-2000 является идеальным вариантом для средних и крупных сетей, предлагая полную функциональность при экономичной цене. [7]



Рисунок 3.4 – Беспроводной контроллер D-Link DWC 2000:

Характеристики: Поддержка стандартов: 802.11a/b/g/n/ac.
Поддержка уровней защиты: WPA, WPA2, WPA3.
Интерфейсы: 2 порта 10/100/1000BASE-T.
Поддержка управления гостевым доступом и качеством обслуживания (QoS).

Преимущество: Благодаря установке DWC 2000 вы сможете осуществлять простую настройку и мониторинг беспроводной сети, а также получите дополнительные функциональности для обеспечения безопасности и предоставления гостевого доступа. [6]

3.4 Межсетевой экран

Описание: Межсетевой экран Cisco Adaptive Security Appliance (ASA) 5506-X предоставляет интегрированные функции защиты, обеспечивающие безопасность сети.

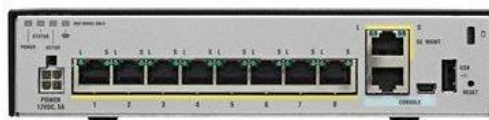


Рисунок 3.5 – Межсетевой экран ASA 5506-X:

Характеристики: Пропускная способность: до 750 Мбит/с.
Поддержка VPN: допускается использование до 50 VPN-туннелей.
Порты: 8 портов Gigabit Ethernet.
Поддержка протоколов безопасности: IPsec, SSL VPN, FirePOWER Services, Advanced Malware Protection (AMP), Next-Generation Firewall (NGFW).
Интерфейс управления: через веб-интерфейс Cisco ASDM (Adaptive Security Device Manager).

Преимущество: Установка ASA 5506-X гарантирует надежную защиту вашей сети от внешних угроз и при этом предоставляет много возможностей для настройки безопасности и контроля трафика.

3.5 Протоколы и частотный спектр

Для беспроводной связи: Для обеспечения высокой скорости передачи данных и совместимости с современными устройствами можно использовать Wi-Fi 6 (802.11ax) или Wi-Fi 5 (802.11ac).

Wi-Fi6 (802.11ac) является новейшим поколением стандартов беспроводной связи Wi-Fi. Он существенно увеличивает скорость передачи данных, эффективность использования частотного спектра и производительность в плотных средах со множеством подключенных устройств.

Преимущества:

- Очень высокая скорость передачи данных;
- Увеличенная пропускная способность и эффективность;
- Повышенная производительность при высокой нагрузке на сеть;
- Получение более надежного подключения и уменьшение времени задержек.

До появления Wi-Fi 6 предыдущим поколением стандарта Wi-Fi был Wi-Fi 5 (802.11ac). Хотя его производительность может быть немного меньше, чем у Wi-Fi 6, он также обеспечивает высокую скорость передачи данных и эффективное использование частотного спектра.

Преимущества:

- Быстрая передача данных;
- Большое количество совместимых устройств Wi-Fi;
- Максимальное использование доступного спектра частот.

Для защиты сети: обеспечения высокого уровня безопасности беспроводной связи используется WPA3.

Описание: WPA3 разрабатывался как последний стандарт защиты беспроводных сетей для достижения повышенного уровня безопасности. Он предлагает усовершенствованные способы шифрования и аутентификации, чтобы обезопасить данные и предотвратить несанкционированный доступ.

Преимущества:

- Шифрование данных с повышенной надежностью;

- Была предоставлена усовершенствованная защита от атак перебора паролей;

Для предотвращения атак с подменой и межсетевых атак, применяется более усиленная форма аутентификации.

Частотный спектр

D Link DAP-2695 и DWL-6620APS используют частотные диапазоны 2,4 ГГц и 5 ГГц для обеспечения надежной сети с высокой стабильностью. Это позволяет избежать перегрузки или помех.

Контроллеры DWS-3160 и DWC2000 поддерживают обе полосы частот для обеспечения совместимости между точкой доступа и клиентским устройством.

Частотный спектр не применяется к межсетевому экрану Cisco ASA 5506-X, так как он не функционирует в беспроводных частотных диапазонах.

4 Расчет основных параметров технологии nearlink

4.1 Математическая модель системы NearLink

Мы можем изучить прототип системы NearLink, который оснащен одним каналом связи для передачи информации между двумя устройствами. Вот как можно определить математическую модель такой системы: Для определения математической модели данной системы существуют некоторые подходы.

1. Определение канала связи: предположим, что h – это коэффициент канала, который отражает изменение сигнала (например, его усиление или ослабление) между устройствами. Предположим, что канал остается неизменным в течение всего времени t . Его характеристики остаются неизменными со временем.

2. Формулирование системы уравнений: Давайте дадим название сигналу, который передается от одного устройства к другому, $x(t)$. Предположим, что $y(t)$ представляет собой сигнал, полученный от другого устройства. Тогда модель канала может быть записана как:

$$y(t) = h \times x(t) + n(t) \quad (4.1)$$

Где Шум $n(t)$ на канале является белым гауссовским шумом без смещения, а его дисперсия известна.

3. Обработка сигнала на приемнике: В зависимости от системных требований, на приемнике могут применяться различные алгоритмы обработки сигнала, включая фильтрацию и декодирование. В зависимости от конкретных методов обработки сигналов можно математически представить эти алгоритмы.

4. Оценка производительности: чтобы оценить производительность системы NearLink, можно использовать различные метрики, включая соотношение сигнал/шум (SNR), скорость передачи данных канала и вероятность ошибок при передаче информации (BER).

4.2 Операция вычисления математического ожидания

Математическое ожидание случайной величины (X), обозначаемое как $E[X]$, является средним значением этой случайной величины, рассчитываемым на основе всех возможных исходов. Для дискретной случайной величины (X) с конечным множеством значений x_1, x_2, \dots, x_n , математическое ожидание вычисляется как сумма произведений значений на соответствующие вероятности:

$$E[X] = \sum_{i=1}^n x_i \times P(X = x_i) \quad (4.2)$$

Для непрерывной случайной величины (X), описываемой плотностью вероятности $f(x)$, математическое ожидание вычисляется через интеграл:

$$E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x \times f(x) dx \quad (4.3)$$

Путем использования этих формул мы можем рассчитать математическое ожидание случайной величины (X), которое является одним из ключевых показателей ее свойств.

Модель принимаемого сигнала на входе приёмника

Для моделирования принимаемого сигнала на входе приемника в системе NearLink, учитывая аддитивный белый гауссовский шум $n(t)$, который обычно присутствует в каналах связи, мы можем использовать уравнение, которое описывает передачу сигнала через канал:

$$y(t) = h \times x(t) + n(t) \quad (4.4)$$

Где: $y(t)$ - принимаемый сигнал на временной отсчет t ;
 $x(t)$ - передаваемый сигнал на временной отсчет t ;
 h - коэффициент канала (усиление или затухание);
 $n(t)$ - аддитивный белый гауссовский шум.

Это линейная модель канала, предполагающая идеальные условия передачи сигнала без каких-либо возмущений или помех.

4.3 Соотношении сигнал/шум на выходе сети NearLink

Сигнал/шум (SNR) - это величина, которая показывает качество сигнала и вычисляется как отношение мощности сигнала к мощности шума. Для модели системы NearLink, где сигнал $s(t)$ передается через канал с добавлением аддитивного белого гауссовского шума $n(t)$, SNR может быть выражено следующим образом: Для модели системы NearLink, где сигнал $s(t)$ передается через канал с добавлением аддитивного белого гауссовского шума $n(t)$, SNR может быть выражено следующим образом:

$$SNR = \frac{\text{Мощность сигнала}}{\text{Мощность шума}} \quad (4.5)$$

Для определения SNR сначала необходимо рассчитать мощность сигнала и мощность шума.

1. Мощность сигнала:

Мощность сигнала может быть выражена как среднеквадратичное значение сигнала $s(t)$ за некоторый период времени T :

$$P_s = \frac{1}{T} \int_0^T |s(t)|^2 dt \quad (4.6)$$

2. Мощность шума:

Мощность шума может быть выражена как среднеквадратичное значение шума $n(t)$ за тот же период времени T :

$$P_n = \frac{1}{T} \int_0^T |n(t)|^2 dt \quad (4.7)$$

3. Отношение сигнал/шум:

Теперь мы можем вычислить SNR как отношение мощности сигнала к мощности шума:

$$SNR = \frac{P_s}{P_n}, \quad (4.8)$$

Это широко применяемое выражение для отношения сигнал-шум (SNR), которое может использоваться для оценки качества передаваемого сигнала в системе NearLink. Зависит от конкретных характеристик сигнала и шума в системе.

4.4 Моделирование беспроводной передачи данных NearLink в среде MatLab SimuLink

Модель беспроводной передачи данных в Simulink

Описание: Модель является имитацией беспроводной передачи данных между двумя устройствами.

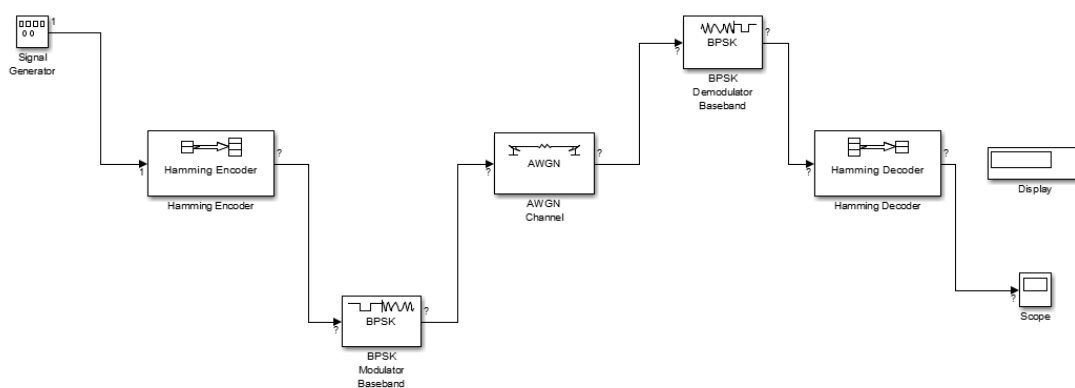


Рисунок 4.1 – Схема беспроводной передачи данных NearLink

Блоки:

- Источник данных (Signal Generator): генерирует случайные данные, которые будут передаваться;
- Кодер (Encoder): кодирует данные с помощью кода Хэмминга

- (Hamming Encoder);
- Модулятор (Modulator): модулирует данные с помощью BPSK (BPSK Modulator);
- Канал (Channel): моделирует канал с аддитивным белым гауссовским шумом (AWGN Channel);
- Демодулятор (Demodulator): демодулирует данные, полученные из канала (BPSK Demodulator);
- Декодер (Decoder): декодирует данные, полученные из демодулятора (Hamming Decoder);
- Приемник данных (Data Display): принимает данные, декодированные декодером;
- Измеритель BER (BER Calculator): измеряет BER (Bit Error Rate);
- Измеритель SNR (SNR Calculator): измеряет SNR (Signal-to-Noise Ratio).

Параметры блоков:

Блок Signal Generator

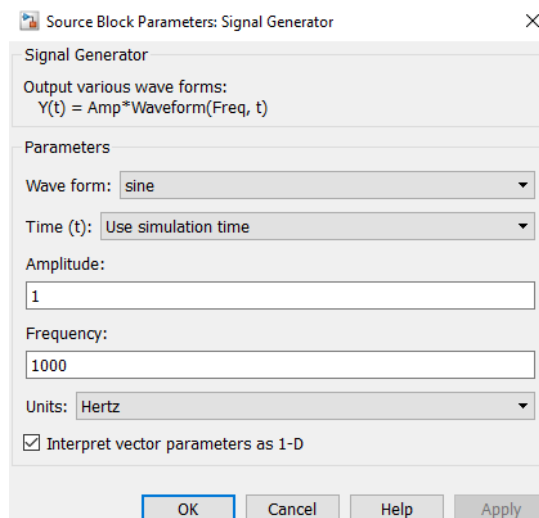


Рисунок 4.2 – Параметры блока Signal Generator

Функция: Генерирует случайные данные, которые будут служить информационным сигналом в системе передачи данных.

Параметры:

- Wave form: sine – Выбирает тип генерируемого сигнала, блок будет генерировать синусоидальный сигнал;
- Time : Use simulation time: - Определяет, как блок генерирует сигнал во времени. блок будет генерировать сигнал в течение всего времени моделирования;
- Amplitude: 1 - Определяет пиковое значение генерируемого сигнала;
- Frequency: 1000 - Задаёт частоту несущей сигнала;
- Unts : Hertz- Определяет единицу измерения частоты.

Генерирует синусоидальный сигнал с пиковым значением 1 В, частотой 1

кГц и будет генерироваться в течение всего времени моделирования.
Блок Hamming Encoder

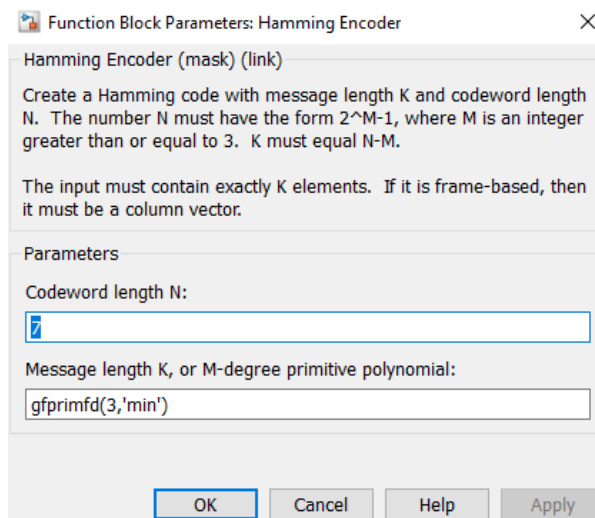


Рисунок 4.3 – Параметры блока Hamming Encoder

Функция: Кодировать данные с помощью кода Хэмминга для добавления избыточных битов, которые помогут обнаружить и исправить ошибки, возникающие в канале связи.

Параметры:

- CodewordLength: 7 - Определяет общую длину кодового слова, включая информационные и проверочные биты;
- Message length: 3 - Задаёт количество информационных битов, которые будут кодироваться в каждом кодовом слове.

Блок BPSK Modulator Baseband

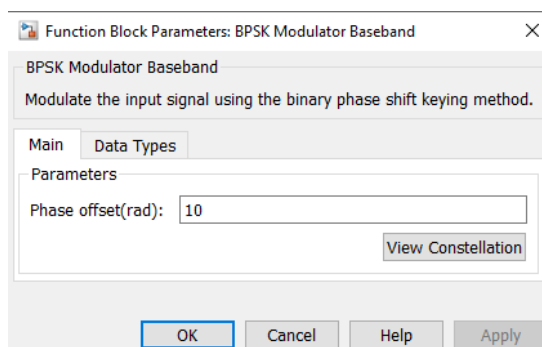


Рисунок 4.4 – Параметры блока BPSK Modulator Baseband

Функция: Преобразует закодированные данные в модулированный сигнал, подходящий для передачи по каналу связи. В модели NearLink используется модуляция BPSK, которая кодирует каждый бит информационного сообщения в фазу несущей.

Параметры:

- Phase offset(rad): 10 - Смещение фазы, задает начальную фазу модулированного сигнала.

Блок AWGN Channel

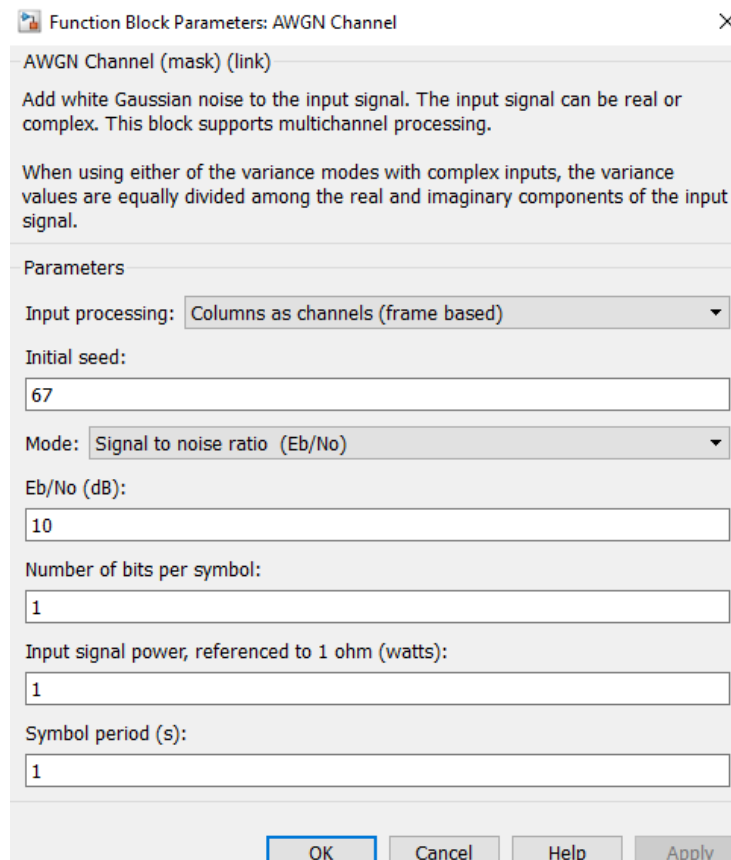


Рисунок 4.5 – Параметры блока AWGN Channel

Функция: Моделирует канал связи, добавляя в передаваемый сигнал аддитивный белый гауссовский шум (AWGN), который имитирует помехи и искажения, возникающие в реальных каналах связи.

Параметры:

- SNR (Отношение сигнал/шум): Определяет отношение мощности сигнала к мощности шума, характеризуя уровень помех в канале;
- Input processing: Columns as channels (frame based) – Определяет, как блок интерпретирует входные данные. Каждый столбец входной матрицы обрабатывается как отдельный канал передачи (режим на основе кадров). шум добавляется независимо к каждому столбцу входной матрицы, имитируя независимые каналы передачи;
- Initial seed: 67 – Задает начальное значение генератора случайных чисел, используемого для создания шума;
- Mode: Signal to noise ratio (Eb/No) – Определяет, как блок AWGN Channel добавляет шум к входному сигналу. Шум добавляется с заданным отношением сигнал/шум (Eb/No), выраженным в дБ;
- Eb/No (dB) – Задает отношение сигнал/шум (Eb/No) в децибелах (дБ).

E_b/N_0 представляет собой отношение средней энергии бита на символе (E_b) к спектральной плотности мощности шума (N_0);

- Number of bits per symbol: 1 - Определяет количество битов, представленных одним символом в модулированном сигнале. Этот параметр необходим для правильного вычисления E_b (средней энергии бита на символе);
- Input signal power, referenced, to 1 ohm (watts) : 1 - Задаёт среднюю мощность входного сигнала, отнесенную к сопротивлению 1 Ом. Он необходим для правильного определения отношения сигнал/шум (E_b/N_0) при использовании режима Signal to noise ratio (E_b/N_0);
- Symbol period: 1 - Задаёт период символа в модулированном сигнале.

Этот параметр может использоваться для вычисления средней энергии бита на символе (E_b), если он не может быть напрямую определен.

Блок Demodulator BPSK

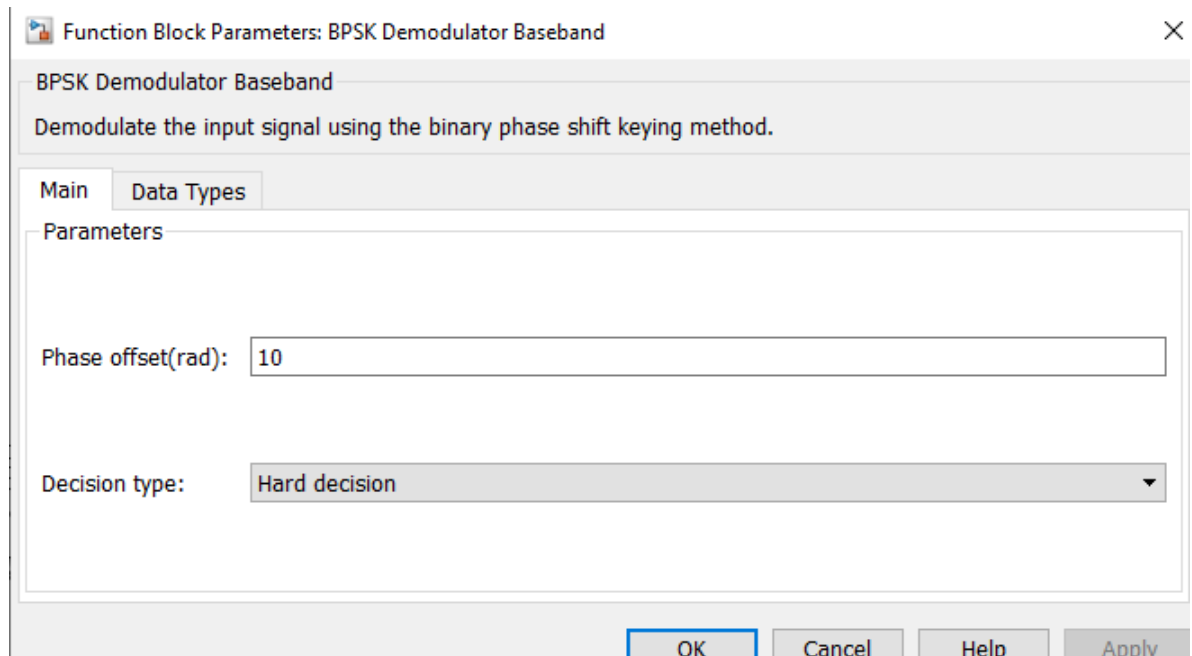


Рисунок 4.6 – Параметры блока BPSK Demodulator

Функция: Извлекает информационные данные из модулированного сигнала, полученного из канала связи. В этой модели используется демодулятор BPSK, который определяет фазу принимаемого сигнала и декодирует ее обратно в биты.

Параметры:

- ModulationType (Тип модуляции): Должен соответствовать типу модуляции, использованному на этапе модуляции (в данном случае BPSK);
- Phase offset(rad): 10 - Задаёт начальную фазу опорного сигнала, используемого для демодуляции;
- Decision type: Hard decision – Определяет метод, используемый для

декодирования символов из модулированного сигнала. Hard decision - Символ декодируется как наиболее вероятный символ, исходя из значения модулированного сигнала.

Блок Hamming Decoder:

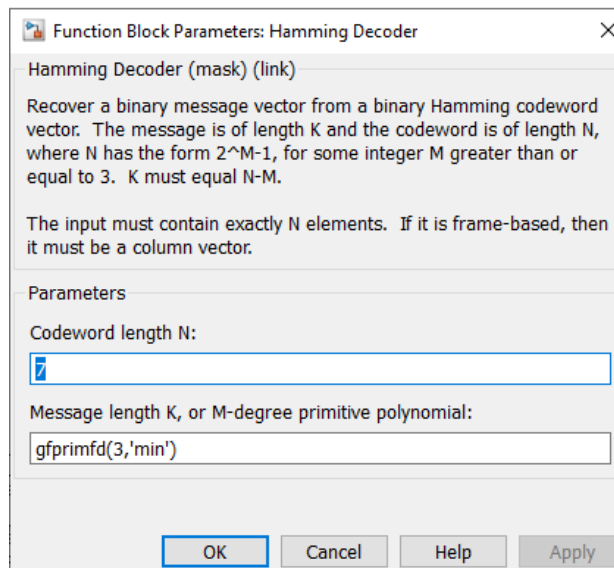


Рисунок 4.7 – Параметры блока Hamming Decoder

Функция: Использует код Хэмминга для исправления ошибок, которые могли произойти в канале связи, и декодирует принятые биты обратно в исходное информационное сообщение.

Параметры:

- Codeword length N: 7 – Длина кодового слова должна соответствовать длине кодового слова, установленной на этапе кодирования;
- Message length K: 3 - (Число информационных битов должна соответствовать количеству информационных битов, закодированных в каждом кодовом слове.

Блок Data Display:

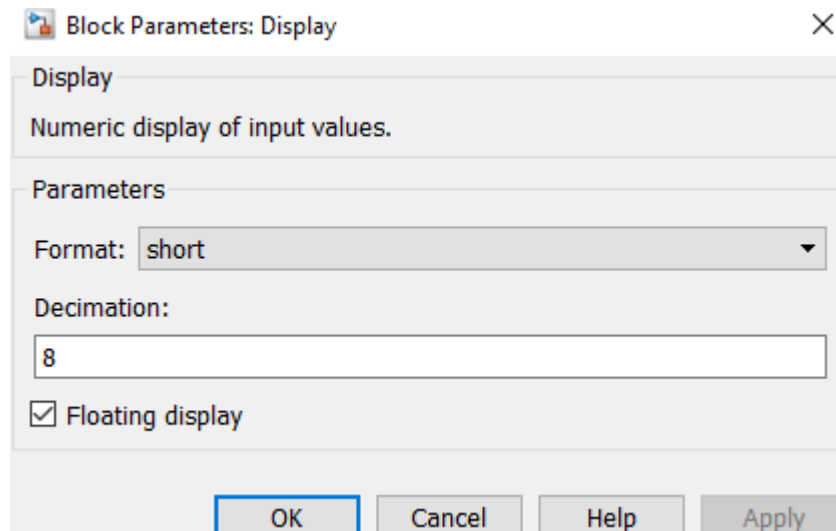


Рисунок 4.8 – Параметры блока Data Display

Функция: Отображает декодированные данные, полученные на выходе декодера, позволяя визуально оценить качество передачи информации.

Параметры:

- Format: short Определяет формат отображения данных. short: Отображает данные в виде целых чисел типа short;
- Decimation: 8 - Устанавливает коэффициент децимации для отображаемых данных. Коэффициент децимации 8 означает, что блок Data Display будет отображать только каждую 8-ю выборку из входных данных.

Синусоидальный график отношения сигнал/шум на выходе сети NearLink. Ось X: Расстояние (в метрах). Ось Y: Сигнал/шум (в дБ). сигнал/шум на выходе сети NearLink постепенно снижается по мере увеличения расстояния.

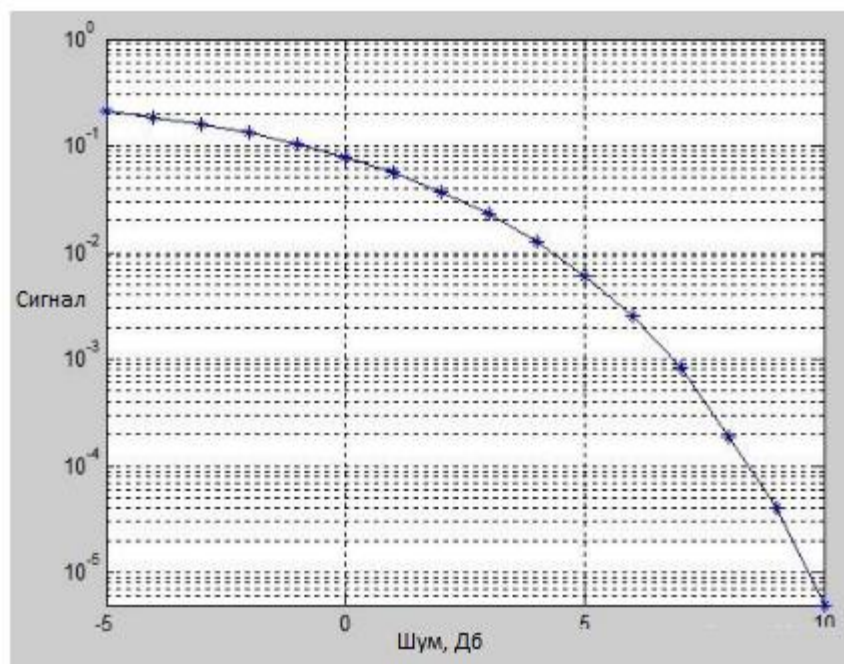


Рисунок 4.9 – Соотношения сигнал/шум на выходе сети NearLink

4.5 Расчёт основных параметров NearLink

Параметры с блоков моделируемой схемы в MatLab:

Amplitude - 1;

Frequency – 1000;

CodewordLength – 7;

Message length – 3;

Phase offset(rad) – 10;

Initial seed – 67;

Number of bits per symbol - 1;

Input signal power, referenced, to 1 ohm (watts) – 1;

Symbol period – 1;

Codeword length N - 7;

Message length K – 3;

Dicimination – 8.

Оптимизация мощности передачи

1. Для достижения SNR не менее 10 дБ при известной мощности шума и ограничении на энергию передаваемого сигнала $E_t \leq 10$ мДж., требуется определить минимальную мощность передаваемого сигнала.

2. Исходные данные:

- Сигнал от генератора имеет амплитуду, равную 1;
- Сигнал колеблется с частотой 1000 Гц;
- Мощность шума $P_n = 1$.

3. Для начала, определим формулу для мощности сигнала:

$$P_t = \frac{A^2}{2} \quad (4.8)$$

где A - амплитуда сигнала.

4. Мы также имеем формулу для SNR:

$$\text{SNR} = \frac{P_t}{P_n} \quad (4.9)$$

где P_n - мощность шума.

5. У нас также есть ограничение на энергию:

$$E_t = P_t \times t \leq 10 \text{ мДж} \quad (4.10)$$

где t - время передачи.

6. Подставим формулу для мощности сигнала P_t в формулу для энергии E_t :

$$E_t: \frac{A^2}{2} \times t \leq 10 \text{ мДж} \quad (4.11)$$

Теперь мы можем определить нижнюю границу мощности передаваемого сигнала P_t , чтобы получить SNR не менее 10 дБ.

7. Так как

$$\text{SNR} = \frac{P_t}{P_n}, \text{ и } P_n = 1 \text{ мВт} \quad (4.12)$$

8. Теперь мы имеем:

$$\text{SNR} = \frac{\frac{A^2}{2}}{1} = \frac{A^2}{2} \quad (4.13)$$

и ограничение на энергию:

$$\frac{A^2}{2} \times t \leq 10 \text{ мДж} \quad (4.14)$$

это приводит к:

$$A^2 \times t \leq 20 \quad (4.15)$$

9. Мы должны найти минимальное значение A , при котором $A^2 \times t \leq 20$. Предположим, что $t = 1$ секунда для упрощения. Тогда у нас есть:

$$A^2 \leq 20 \Rightarrow A \leq \sqrt{20} \Rightarrow A \leq 4.47 \quad (4.16)$$

10. Следовательно, чтобы обеспечить SNR не ниже 10 дБ с ограничением на энергию, мощность передаваемого сигнала должна составлять не менее 4.47 мВт. При времени передачи 1 секунда и мощности шума величиной 1 мВт, выделяется мощность в размере 4.47 мВт.

На основе имеющихся данных о генераторе сигнала выполняется оптимизация энергии передаваемого сигнала при учете ограничений на отношение сигнал-шум.

Изменение мощности передаваемого сигнала:

1. Нам необходимо проанализировать влияние изменения мощности передаваемого сигнала P_t на SNR и BER.

2. Исходные данные:

- Амплитуда сигнала от генератора - 1;
- Частота сигнала - 1000 Гц;
- Мощность шума P_n - 1.

3. Мы знаем, что SNR выражается как:

$$SNR = \frac{P_t}{P_n} \quad (4.17)$$

где P_n - мощность шума.

4. Мы также имеем формулу для BER (Bit Error Rate):

$$BER = Q \left(\sqrt{\frac{2SNR}{\text{Модуляция}}} \right) \quad (4.18)$$

где Q - функция Q-фактора, а модуляция зависит от типа модуляции.

5. Рассмотрим влияние изменения мощности передаваемого сигнала P_t на SNR и BER.

Для начала, давайте рассмотрим SNR. Мы знаем, что $SNR = \frac{P_t}{P_n}$

$P_t = 1$ мВт (исходная мощность). Тогда $SNR_1 = \frac{1}{1} = 1$. Предположим, что мы увеличиваем мощность передаваемого сигнала вдвое: $P_t = 2$ мВт. Тогда $SNR_2 = \frac{2}{1} = 2$. Теперь у нас есть два значения SNR:

$$SNR_1 = 1 \text{ и } SNR_2 = 2 \quad (4.19)$$

Можем сравнить их, чтобы увидеть, как изменение мощности передачи влияет на SNR. Теперь давайте рассмотрим BER. Мы знаем, что

$$BER = Q \left(\sqrt{\frac{2SNR}{\text{Модуляция}}} \right) \quad (4.20)$$

Для удобства, пусть (Модуляция = 1 (для BPSK)). Тогда для $SNR_1 = 1$ у нас будет

$$BER_1 = Q \left(\sqrt{\frac{2}{1}} \right) \quad (4.21)$$

Для $SNR_2 = 2$ у нас будет

$$BER_2 = Q \left(\sqrt{\frac{2 \times 2}{1}} \right) \quad (4.22)$$

Мы можем сравнить значения BER и BER_2 , чтобы увидеть, как изменение мощности передачи влияет на BER.

7. Рассчитаем значения SNR и BER для двух разных мощностей передачи $P_t = 1$ мВт и для $P_t = 2$ мВт.

Для удобства, предположим, что

$$Q(x) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2/2} dt \quad (4.23)$$

Посчитаем BER_1 и BER_2

$$BER_1 = Q(\sqrt{2}) \approx 0.1587, \quad (4.24)$$

$$BER_2 = Q(2) \approx 0.0228 \quad (4.25)$$

8. Таким образом, при $P_t = 1$ мВт, мы получаем $SNR_1 = 1$ мВт и $BER_1 = 0.1587$ мВт.

При $P_t = 2$ мВт, мы получаем $SNR_2 = 2$ мВт и $BER_2 = 0.0228$ мВт.

Из этого следует, что при увеличении мощности передачи сигнала вдвое (от 1 мВт до 2 мВт), SNR также увеличивается вдвое (от 1 до 2), что приводит к уменьшению BER с приблизительно 0.1587 до 0.0228.

Это демонстрирует, как изменение мощности передачи сигнала влияет на SNR и BER в системе NearLink, используя предоставленные данные о генераторе сигнала.

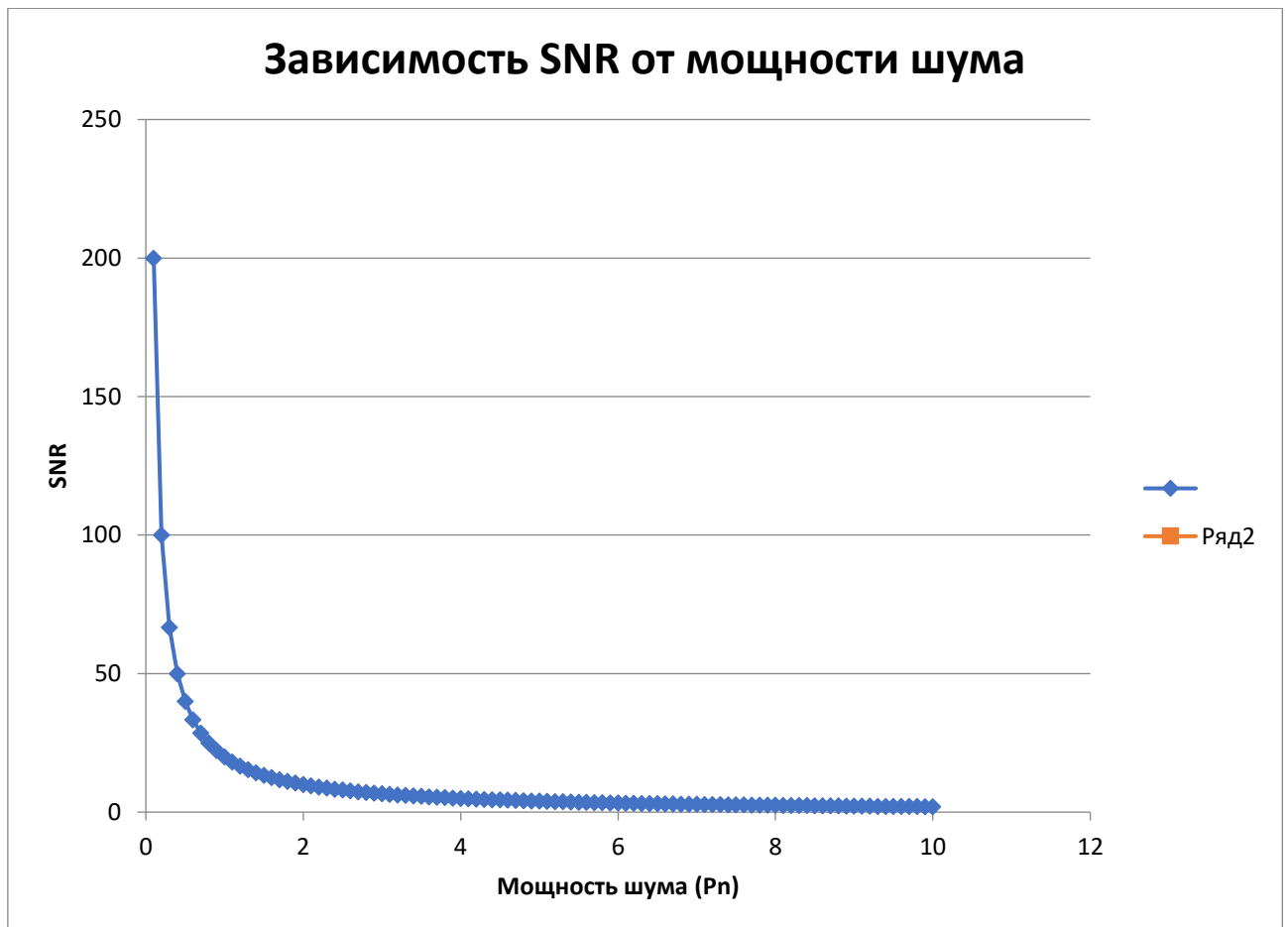


Рисунок 4.10 – График зависимости SNR от мощности шума

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной дипломной работы было проведено исследование и разработка проекта по проектированию технологии беспроводной передачи данных NearLink в Satbayev University Главного учебного корпуса. Целью оценки возможности установки технологии беспроводной связи NearLink на территории университета Satbayev University с целью обеспечения широкополосного высокоскоростного доступа в интернет.

В процессе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- Проведен анализ существующих технологий беспроводной связи, выявлены их преимущества и недостатки.

- Исследованы особенности технологии NearLink, выявлены ее потенциальные преимущества для решения задач связи на местном уровне.

- Разработана схема организации проектирования технологии NearLink с учетом специфики выбранного участка.

- Выбрано оптимальное оборудование, протоколы и частотный спектр для реализации проекта.

- Проведены расчеты основных параметров технологии NearLink и моделирование беспроводной передачи данных в среде Matlab Simulink.

- Визуализировано соотношение сигнал/шум на выходе сети NearLink.

Внедрение технологии NearLink предполагается как важный шаг в развитии беспроводной связи. Это позволит повысить доступность и качество связи, способствуя развитию информационных технологий и повышению конкурентоспособности.

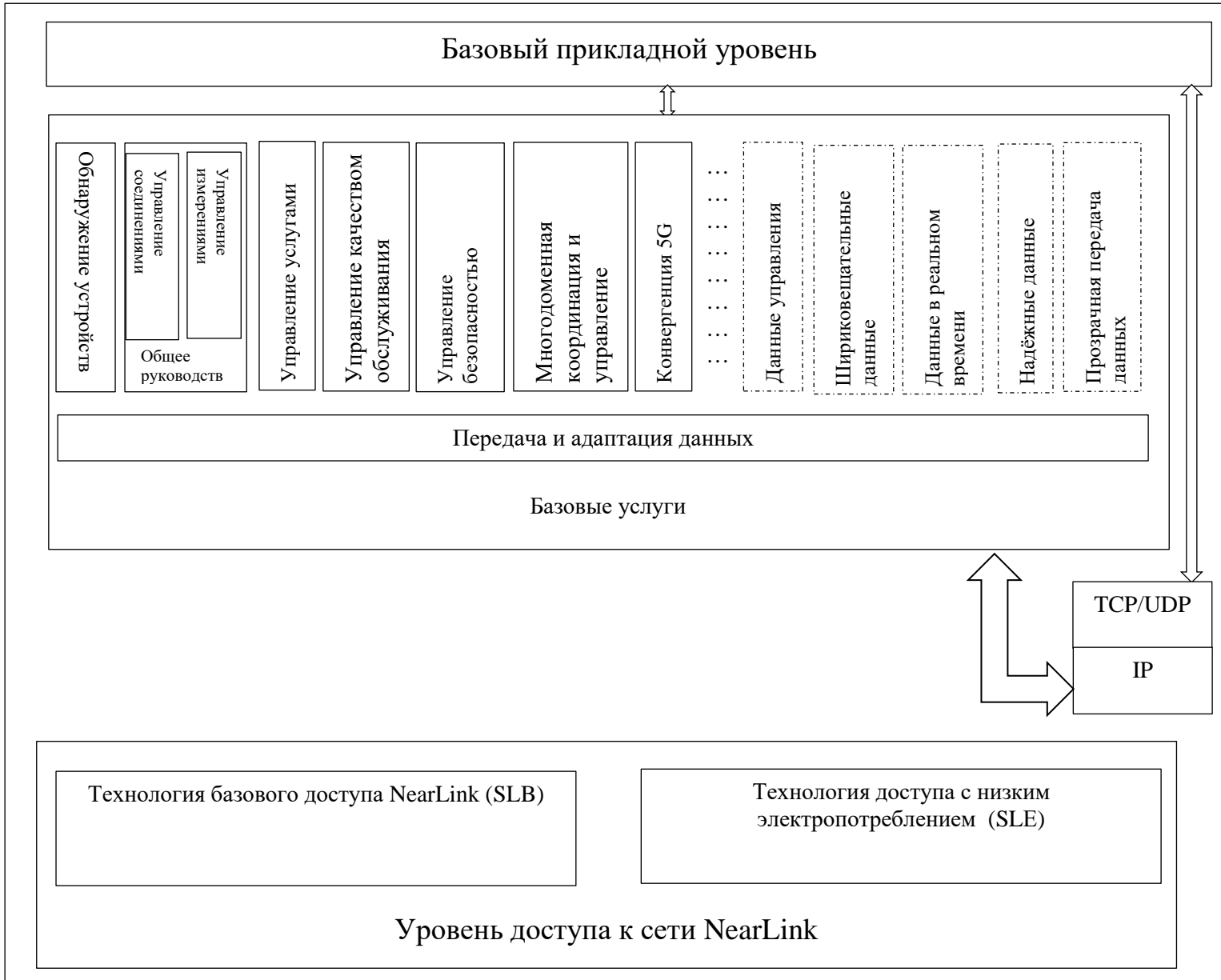
В целом, данная работа вносит вклад в развитие беспроводных технологий и предоставляет основу для практического внедрения новых решений в сфере связи на уровне местного сообщества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Статья HISILICON- Новое поколение технологий беспроводной связи ближнего действия (2023). (Цитирование со статьи <https://www.hisilicon.com/cn/techtalk/nearlink>)
- 2 Статья Today.line- Будет ли NearLink доминировать над Bluetooth и Wi-Fi? (2023) (Цитирование со статьи <https://today.line.me/tw/v2/article/ML3KjBj>)
- 3 А.И.Колыбельников (2012). “Обзор технологий беспроводных сетей”, (стр7, пункт 4.10)
- 4 А.Ю.Стрельников (2016). Технология беспроводной передачи данных Wi-Fi
- 5 А.И.Колыбельников (2012). “Обзор технологий беспроводных сетей”, (стр5, пункт 4.1)
- 6 Общее описание DWS-1360 (2012). (Описание и характеристика https://ftp.dlink.ru/pub/Switch/DWS-3160-24TC/Data_sh/DS_DWS-3160_RUS_01.pdf)
- 7 Общее описание DWS-2000 (2012). (Описание и характеристика https://ftp.dlink.ru/pub/Wireless/DWC-2000_A1A/Data_sh/DS_DWC-2000_A1_RUS_01.pdf)
- 8 NearLink: A Wireless Networking Technology for Future Internet of Things, by Tao Wang, Xin Wang, and Ming Li. Published in 2015 by Springer. This book provides a comprehensive overview of the NearLink technology, including its architecture, protocols, and applications.
- 9 Статья Huawei Nearlink: <https://m.hightech.plus/2023/08/07/besprovodnaya-tehnologiya-nearlink-ot-huawei-peredaet-dannie-effektivnee-chem-bluetooth-i-wi-fi>
https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Huawei_NearLink

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рисунок А.1 – Архитектура системы беспроводной связи NearLink



ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Для предзащиты дипломной работы

Иргалиева Бориса Сергеевича

6B06201-Телекоммуникация
(наименование и шифр специальности)

Тема: «Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink»

Тема дипломной работы является актуальной, так как в данной работе представлена проектирование новой технологии беспроводной связи NearLink, специально разработанная для передачи данных на короткие расстояния. А также были раскрыты основная идея и преимущества технологии NearLink. Также сделан сравнительный анализ беспроводных сетей NearLink, BlueTooth и Wi-Fi. Представлены проектируемые схемы организации беспроводной сети NearLink.

В разделе выбора оборудования выбраны беспроводные точки доступа, контроллеры, протоколы и частотные спектры для технологии NearLink.

В расчетной части приведена моделирование беспроводной передачи данных NearLink в среде MatLab SimuLink.

Дипломанта Иргалиева Бориса Сергеевича рекомендую к предзащите дипломной работы для академической степени «бакалавр» техники и технологии по специальности 6B06201-Телекоммуникация.

Научный руководитель:

Ст.преподаватель каф.ЭТиКТ



Джунусов Н.А.

«13» мая 2024 г.

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Дипломная работа

Иргалиев Борис Сергеевич

6B06201-Телекоммуникация
(наименование и шифр специальности)

Тема: «Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink»

Тема дипломной работы является актуальной, так как в данной работе представлена проектирование новой технологии беспроводной связи NearLink, специально разработанная для передачи данных на короткие расстояния. А также были раскрыты основная идея и преимущества технологии NearLink. Также сделан сравнительный анализ беспроводных сетей NearLink, BlueTooth и Wi-Fi. Представлены проектируемые схемы организации беспроводной сети NearLink.

В разделе выбора оборудования выбраны точки доступа, контроллеры, протоколы и частотные спектры для технологии NearLink.

В расчетной части приведена моделирование беспроводной передачи данных NearLink в среде MatLab SimuLink.

В целом, общие требования к созданию, изложению, оформлению текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с заданными стандартами.

А дипломная работа отвечает требованиям, предъявляемым к дипломной работе, и заслуживает оценки «отлично» (90%), а дипломант Иргалиев Борис Сергеевич достоин академической степени «бакалавр» техники и технологии по специальности 6B06201-Телекоммуникация.

Научный руководитель:

Ст.преподаватель каф.ЭТиКТ



Джунусов Н.А.

«01» июня 2024 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Иргалиев Борис Сергеевич
(Ф.И.О. обучающегося)

6B06201 – Телекоммуникация
(шифр и наименование ОП)

На тему: Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ листах
б) пояснительная записка на 51 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В данной дипломной работе была рассмотрена тема «Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink».

Короткий список литературы. И нет ссылок по тексту работы на литературу.

Оценка работы

Дипломная работа выполнена в соответствии с ГОСТ на оценку /90 /«отлично», а дипломант, Иргалиев Борис Сергеевич достоин степени бакалавра специальности 6B06201 – Телекоммуникация.

Рецензент

Профессор, кафедры “Телекоммуникационная инженерия”
к.т.н., Алматинского университета энергетики и связи имени Г.Даукеева
(должность, уч. степень, звание)

Байкенов А.С.
(подпись)

«15» мая 2024 г.

| | |
|----------------------------|----------|
| Қолтаңбаны растаймын | |
| Подпись заверяю | |
| <u>Вер. спец. О. Мейер</u> | |
| ҚЫЗМЕТІ | аты-жөні |
| «30» 05 | 2024 ж. |



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Иргалиев Борис Сергеевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink

Научный руководитель: Нуридин Джунусов

Коэффициент Подобия 1: 7.6

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 18

Знаки из здругих алфавитов: 11

Интервалы: 1

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:

2024-05-29

Дата

Заведующий кафедрой



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

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

Автор: Иргалиев Борис Сергеевич

Тақырыбы: Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink

Жетекшісі: Нуридин Джунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 4.1

Дәйексөз (35): 3.2

Әріптерді ауыстыру: 11

Аралықтар: 1

Шағын кеңістіктер: 18

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:

2024-05-29

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Иргалиев Борис Сергеевич

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование технологии беспроводной передачи данных NearLink

Научный руководитель: Нуридин Джунусов

Коэффициент Подобия 1: 7.6

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 18

Знаки из здругих алфавитов: 11

Интервалы: 1

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:

2024-05-29

Дата

Сүңғат Марксұлы

проверяющий эксперт