

**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Electronică și Telecomunicații
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere
Șefă departament :
conf. univ., dr. Tîrsu Valentina**

” _ ” _____ 2024

**Analiza modalităților și metodelor de îmbunătățire a
eficienței sistemului de comunicații celulare WCDMA**

**Анализ путей и методов повышения эффективности
системы сотовой связи WCDMA**

Teză de master

**Student:
Conducător:**

**Dermenji Vasili
Jdanov Vladimir
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2024

АННОТАЦИЯ

Автор: Dermenji Vasili

Тема: Анализ путей и методов повышения эффективности системы сотовой связи WCDMA

Структура работы: Введение, 3 Раздела, Заключение, Библиография, 8 изображений, 7 таблиц.

Ключевые слова: WCDMA, HSPA, MIMO, Репитер, G-Rake, BTS3202B.

Цель работы: Целью работы является анализ путей и методов повышения эффективности системы сотовой связи WCDMA

Задачи работы:

1. Изучение перспектив развития систем сотовой связи.
2. Анализ методов повышения эффективности системы сотовой связи WCDMA.
3. Расчет бюджета радиолиний системы WCDMA на базе микро базовой станции (BTS3902)

Полученные результаты: Проведённый анализ методов повышения эффективности системы сотовой связи WCDMA показал, что станция **BTS3202B** является оптимальным решением в плане повышения эффективности работы данной системы.

Результаты расчетов показывают соответствие полученных расчетных данных техническим характеристикам аппаратуры стандарта WCDMA

REZUMAT

Autor: Dermenji Vasili

Subiect: Analiza modalităților și metodelor de îmbunătățire a eficienței sistemului de comunicații celulare WCDMA

Structura muncii: Introducere, 3 Secțiuni, Concluzie, Bibliografie, 8 imagini, 7 tabele.

Cuvinte cheie: WCDMA HSPA, MIMO, Repeater, G-Rake, BTS3202B.

Scopul lucrării: Scopul lucrării este de a analiza modalități și metode de creștere a eficienței sistemului de comunicații celulare WCDMA

Obiectivele postului:

1. Studiul perspectivelor de dezvoltare a sistemelor de comunicații celulare.
2. Analiza metodelor de creștere a eficienței sistemului de comunicații celulare WCDMA.
3. Calculul bugetului de legătură radio al sistemului WCDMA pe baza unei micro stații de bază (BTS3902)

Rezultate: Analiza metodelor de creștere a eficienței sistemului de comunicații celulare WCDMA a arătat că stația BTS3202B este soluția optimă în ceea ce privește creșterea eficienței acestui sistem.

rezultate calculele spectacol corespondență primit date calculate la caracteristicile tehnice ale echipamentelor standard WCDMA

SUMMARY

Author: Dermenji Vasili

Subject: Analysis of ways and methods to improve the efficiency of the WCDMA cellular communication system

Work structure: Introduction, 3 Sections, Conclusion, Bibliography, 8 images, 7 tables.

Keywords: WCDMA HSPA, MIMO, Repeater, G-Rake, BTS3202B.

Goal of the work: The purpose of the work is to analyze ways and methods of increasing the efficiency of the WCDMA cellular communication system

Job objectives:

1. Study of the prospects for the development of cellular communication systems.
2. Analysis of methods for increasing the efficiency of the WCDMA cellular communication system.
3. Calculation of the radio link budget of the WCDMA system based on a micro base station (BTS3902)

Results: The analysis of methods for increasing the efficiency of the WCDMA cellular communication system showed that the BTS3202B station is the optimal solution in terms of increasing the efficiency of this system.

results calculations show correspondence received calculated data to the technical characteristics of WCDMA standard equipment

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ.....	15
1.1 Ранние поколения сотовой связи 1G , 2G , 3G.....	17
1.2 Четвертое поколение сотовой связи 4G	19
1.3 Стандарт сотовой связи WCDMA.....	22
1.4 Цель и задачи работы.....	30
2. ПУТИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СОТОВОЙ СВЯЗИ WCDMA.....	31
2.1 Оптимизация использования ресурсов.....	31
2.2 Внедрение технологий HSPA+.....	32
2.3 Улучшение антенной системы	33
2.4 Внедрение технологий MIMO.....	34
2.5 Оптимизация управления интерференцией	35
2.6 Внедрение новых технологий и стандартов	35
2.7 Репитер	36
2.8 G-RAKE-ПРИЕМНИК	38
2.9 МЕТОД РАЗНЕСЁННОГО ПРИЁМА.....	40
2.10 АДАПТИВНЫЙ МЕТОД МОДУЛЯЦИИ.....	43
2.11 ПИКО БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ BTS3202B.....	45
2.12 Микро базовая станция BTS3902E	48
3. РАСЧЕТ БЮДЖЕТА РАДИОЛИНИЙ WCDMA	51
3.1 Расчет абонентской емкости сети WCDMA	51
3.2 РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ПОТЕРЬ СЕТИ WCDMA	51
3.3 Расчет восходящей линии (UL) WCDMA	55
3.4 Расчет нисходящей радиолинии (DL) WCDMA.....	59
3.5 Результаты расчетов.....	59
Заключение.....	60
Библиография.....	61

Введение

Системы сотовой связи — это системы с многостанционным доступом. Их основные параметры зависят от технологии распределения имеющегося частотно-временного ресурса между отдельными каналами.

В настоящее время общепринято, говоря о мобильной связи, выделять три различных поколения систем. К первому поколению относятся аналоговые системы мобильной связи, которые построены по принципу частотного разделения каналов (FDMA) как, например NMT и AMPS. Такие системы предоставляли абоненту лишь основную услугу - передача речи. Системы первого поколения создавались только в масштабах одной страны, и очень часто их основные технические характеристики устанавливались по соглашению между национальным оператором связи и местной промышленностью без открытой публикации технических требований; системы первого поколения разных стран были несовместимы друг с другом, а сама мобильная связь воспринималась в то время лишь как диковинка и дополнение к традиционным сетям стационарной связи.

С ростом спроса на мобильную связь появилась необходимость создания региональной, а затем глобальной системы мобильной связи, которая помимо передачи речи могла бы предложить более привлекательный пакет услуг. Новое второе поколение систем строилось на основе технологий FDMA и временного разделения каналов (TDMA). Среди систем второго поколения как пример коммерческого успеха следует выделить систему стандарта GSM.

На сегодняшний день технологии FDMA и TDMA практически исчерпали свои возможности и не могут обеспечивать существенно большую пропускную способность. Третье поколение сотовых систем связи, использующее технологию кодового разделения каналов (CDMA), благодаря высокой спектральной эффективности, является радикальным решением проблемы дальнейшей эволюции сотовых систем связи.

Наиболее выраженной особенностью сотовых систем связи третьего поколения является использование абонентами более высоких скоростей передачи: скорость может достигать 384 Кбит/с при коммутации каналов и 2 Мбит/с при коммутации пакетов. Естественно, что более высокие скорости передачи способствуют внедрению многих новых услуг, например, видеотелефонии и быстрой загрузки данных.

Емкость системы с технологией CDMA ограничена несколькими факторами, основным из которых в отличие от систем FDMA и TDMA; является собственная интерференция для

последних ограничение обусловлено прежде всего шириной полосы частот. Любое уменьшение интерференции в системах CDMA напрямую превращается в увеличение емкости сети. Например, управление мощностью излучения передатчиков подвижных станций (ПС) может заметно увеличить емкость сети.

В последнее время в широкополосных системах CDMA (WCDMA) с целью дальнейшего повышения емкости системы во многих работах начаты исследования совместного управления мощностью излучения и скоростью передачи, или мощностью излучения и диаграммой направленности антенны, или мощностью излучения и видом модуляции и т.д.

В широкополосных системах CDMA (WCDMA) скорость передачи и мощность передатчика, назначаемые разным абонентам, могут динамически изменяться в зависимости от изменений параметров канала с целью увеличения суммарной скорости передачи сети. К настоящему времени предложены различные алгоритмы совместно назначения скорости передачи данных и мощности излучения в многоячеистых системах с технологией WCDMA с учетом мобильности абонента, при динамических изменениях нагрузки сети; обычно предполагается, что застройка является однородной, затенения — логарифмически нормальными, замирания — независимыми релеевскими, начальные положения абонентов — случайными, а траектории их движения — прямыми линиями на интервалах адаптации.

Актуальность темы.

Актуальность темы системы сотовой связи WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) сохраняется на протяжении многих лет и включает в себя несколько ключевых аспектов:

1. **Высокоскоростной доступ в интернет:** WCDMA предоставляет более высокие скорости передачи данных по сравнению с более ранними стандартами 2G. Это важно для современных пользователей мобильных устройств, так как они все больше требуют быстрого доступа в интернет, стриминга видео, использования приложений и облачных сервисов.
2. **Интернет вещей (IoT):** WCDMA имеет потенциал для подключения большого количества устройств в рамках Интернета вещей. Это актуально в контексте "умных городов", "умных домов", мониторинга здоровья и других областей, где требуется связь с большим количеством разнородных устройств.
3. **Службы экстренной связи:** WCDMA и его эволюционные стандарты, такие как HSPA (High-Speed Packet Access), предоставляют надежные возможности для служб экстренной связи и обеспечивают широкую доступность связи в критических ситуациях.

4. Глобальное покрытие: WCDMA был развернут в разных частях мира, и его актуальность поддерживается тем, что он остается одним из глобальных стандартов сотовой связи. Это обеспечивает совместимость и возможность роуминга для пользователей в разных странах.

5. Совместимость с новыми технологиями: Некоторые современные сети используют WCDMA как часть более широкой сети 3G/4G/5G. Это позволяет совмещать различные поколения сетей и обеспечивать бесперебойное соединение для пользователей.

6. Надежность и резервирование: WCDMA имеет механизмы для обеспечения надежности и резервирования, что важно для сетей, предоставляющих услуги, требующие высокой доступности, такие как финансовые операции, здравоохранение и т. д.

7. Поддержка голосовой связи: Несмотря на рост популярности IP-связи, голосовая связь по-прежнему остается важной частью сотовых сетей, и WCDMA обеспечивает качественное голосовое соединение.

Таким образом, WCDMA остается актуальным стандартом сотовой связи, предоставляющим высокие скорости передачи данных, надежность и поддержку разнообразных услуг, несмотря на появление более новых технологий, таких как 4G и 5G.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы по результатам исследований, дипломной работе в работе анализ методов повышения эффективности систем сотовой связи, исследованы организации каналов доступа WCDMA, результаты математически - статистических расчетов, позволяют сделать следующие выводы:

В основе данной работы лежат теоретические и практические анализы.

Выбран наиболее гибкий и оптимальный метод решения повышения эффективности систем стандарта WCDMA.

Атом Селл (BTS3902E) – это микро базовая станция являющейся современной разработкой компании Huawei, которая характеризуется небольшим размером, легким весом, функциональностью плагина, авто- конфигурацией, и никаких требований к месту установки оборудования, микро базовая станция BTS3902E является дешевым в приобретении и легким в развертывании, что делает его быстрым и недорогим решением для увеличения и улучшения качества покрытия радиосети сотовой связи.

Результаты расчетов показывают соответствие полученных расчетных данных техническим характеристикам аппаратуры стандарта WCDMA

Библиография

1. Morinaga, Norihiko Osaka Univ., Japan Nakagawa, Masao; Kohno, Ryuji. New concepts and technologies for achieving highly reliable and high-capacity multimedia wireless communications systems. [Communications Magazine, IEEE](#) **Volume: 35, Issue: 1 Page(s): 34**
2. Касаткин Н.Ф. Как улучшить покрытие сетей GSM/UMTS// Технологии средства связи №2, 2007. – 119 с.
3. Яновский Г.Г. Современные проблемы науки в области телекоммуникаций. Эволюция и конвергенция СПб: Триада, 2008. – 312 с.
4. Бабков В.Ю. и др. Системы связи с кодовым разделением каналов / Бабков В.Ю., Никитин А.Н., Сивере М.А. – СПб: Триада, 2003. – 293 с.
5. Вишневский В.М. и др. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. – М.: Техносфера, 2005. – 597 с.
6. RAN14.0 BTS3902E Product Description - <http://www.huawei.com>
7. RAN14.0 BTS3202B Product Description - <http://www.huawei.com>
8. Невдяев Л.М. Мобильная связь 3-го поколения / под ред. Горностаева Ю.М. – М.: ООО «Мобильные коммуникации», 2000. – 208 с.
9. Кузнецов М.А., Рыжков А.Е. Современные технологии и стандарты связи. – СПб: Линк, 2006. – 105 с.
10. Карташевский В. Г., Семенов С. Н., Фирстова Т. В. Сети подвижной связи. – Москва, 2001. – 296 с.
11. Самоделкина С.В., Ключковская Л.П. Мобильные многоканальные технологии стандарта GSM и услуги компаний сотовой связи. Сборник задач для магистрантов специальности 6М071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АУЭС, 2011. - 44 с.
12. Лещинская Э.М. Моделирование в телекоммуникациях. Методические указания к выполнению расчетно – графических работ для магистрантов специальности 6М071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. -Алматы: АУЭС, 2013. - 26 с.