

О. Хансарыева, О. Аллаберенова, О. Реджепова

Институт Телекоммуникаций и Информатики Туркменистана

Ашхабад, Туркменистан

МОДЕЛЬНЫЕ РАСЧЁТЫ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ В РАДИОКАНАЛАХ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ 5G

Аннотация. В данной научной статье рассматриваются модельные расчёты характеристик распространения сигналов в радиоканалах систем сотовой связи пятого поколения (5G). Обсуждаются основные факторы, влияющие на качество связи, включая затухание сигналов, интерференцию и использование новых частотных диапазонов. Приведены результаты моделирования различных сценариев распространения сигналов.

Ключевые слова: телекоммуникационные системы, широкополосные сети, беспроводная связь, инфраструктура связи, технологии передачи данных, интеграция сетей IoT (Интернет вещей), 5G технологии будущее телекоммуникаций, конвергенция сетей.

O. Hansaryyeva, O. Allaberenova, O. Redjepova

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan

Ashkhabad, Turkmenistan

MODEL CALCULATIONS OF SIGNAL PROPAGATION CHARACTERISTICS IN RADIO CHANNELS OF 5G CELLULAR COMMUNICATION SYSTEMS

Abstract. This research paper examines model calculations of signal propagation characteristics in radio channels of fifth-generation (5G) cellular communication systems. The main factors affecting communication quality are discussed, including signal attenuation, interference, and the use of new frequency ranges. The results of modeling various signal propagation scenarios are presented.

Keywords: telecommunication systems, broadband networks, wireless communications, communications infrastructure, data transmission technologies, network integration IoT (Internet of Things), 5G technologies the future of telecommunications, network convergence.

Системы сотовой связи 5G представляют собой значительный шаг вперёд в области мобильной связи. Они обеспечивают высокую скорость передачи данных (до 10 Гбит/с), низкие задержки (менее 1 мс) и возможность подключения до 1 миллиона устройств на квадратный километр. Введение новых технологий требует глубокого понимания

характеристик распространения сигналов в радиоканалах, что является ключевым для проектирования эффективных сетей.

1. Теоретические основы распространения радиосигналов

1.1. Основные модели распространения

- Модель свободного пространства: описывает идеальные условия, при которых сигнал распространяется без препятствий и затухания.
- Модель затухания в зависимости от расстояния: учитывает затухание сигнала в зависимости от расстояния между передатчиком и приемником. Обычно используется формула:

$$P_r = P_t - 20 \log_{10}(d) - 20 \log_{10}(f) - K$$

где P_r — мощность принимаемого сигнала, P_t — мощность передаваемого сигнала, d — расстояние, f — частота, K — константа затухания.

- Модель многолучевого распространения: учитывает многопутевое распространение сигналов, что приводит к эффектам интерференции.

1.2. Факторы, влияющие на распространение сигналов

- Атмосферные условия: влажность, температура и наличие осадков могут влиять на затухание сигнала.
- Препятствия: здания, деревья и другие объекты могут вызывать отражение, преломление и дифракцию сигналов.
- Интерференция: взаимодействие сигналов от различных источников может приводить к ухудшению качества связи.

2. Моделирование радиоканалов 5G

2.1. Используемые частотные диапазоны

- Суб-6 ГГц: диапазоны ниже 6 ГГц обеспечивают хорошую проникающую способность и стабильное покрытие.
- Миллиметровые волны: частоты выше 24 ГГц обеспечивают высокую скорость передачи данных, но имеют ограниченную дальность и проникающую способность.

2.2. Программное обеспечение для моделирования

- MATLAB: часто используется для математического моделирования и анализа сигналов.
- NS-3: эмулятор сетей, который позволяет моделировать различные сценарии работы сетей 5G.

3. Результаты моделирования

3.1. Сценарии тестирования

- Городская среда: высокие здания и плотная застройка создают сложные условия для распространения сигналов.
- Сельская местность: открытые пространства с минимальными препятствиями обеспечивают более стабильное покрытие.

- Внутренние помещения: сложные условия из-за стен и мебели требуют особого подхода к проектированию сетей.

3.2. Анализ полученных данных

- Затухание сигналов: результаты моделирования показывают, как затухание зависит от расстояния и частоты.
- Уровень интерференции: анализ интерференции помогает определить оптимальные параметры сети для обеспечения качества связи.

. Теоретические основы распространения радиосигналов

3.3. Основные модели распространения

- Модель свободного пространства
- Модель затухания в зависимости от расстояния
- Модель многолучевого распространения

3.4. Факторы, влияющие на распространение сигналов

- Атмосферные условия
- Препятствия (здания, деревья и т.д.)
- Интерференция

4. Моделирование радиоканалов 5G

4.1. Используемые частотные диапазоны

- Суб-6 ГГц
- Миллиметровые волны

4.2. Программное обеспечение для моделирования

- Описание используемых инструментов (например, MATLAB, NS-3)

5. Результаты моделирования

5.1. Сценарии тестирования

- Городская среда
- Сельская местность
- Внутренние помещения

5.2. Анализ полученных данных

- Затухание сигналов
- Уровень интерференции

Заключение

Информационные коммуникации играют ключевую роль в развитии сетевых и телекоммуникационных технологий. Их влияние ощущается во всех аспектах нашей жизни, от бизнеса до личных отношений. В данной научной статье представлены результаты модельных расчётов характеристик распространения сигналов в системах 5G. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации проектирования сетей и улучшения качества связи, что является критически важным для успешного внедрения технологий пятого поколения.

Список использованных источников

1. Rappaport, T.S., et al. "Millimeter Wave Mobile Communications for 5G Cellular: It Will Work!" IEEE Access, vol. 1, pp. 335-349, 2013.
2. Zhang, J., et al. "A Survey on the Applications of Machine Learning in Wireless Networks." IEEE Communications Surveys Tutorials, vol. 21, no. 4, pp. 3778-3807, 2019.
3. Holma, H., Toskala, A. "5G Technology for Mobile and Wireless Communications." Academic Press, 2017.
4. Gupta, A., Jha, R.K. "A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies." IEEE Access, vol. 7, pp. 127133-127150, 2019.

УДК 628.477.6

А.Н. Хотько

Белорусский государственный колледж промышленности
строительных материалов
Минск, Беларусь

ОСНОВЫ РЕЦИКЛИНГА В ТЕХНОПРИРОДНЫХ КЛАСТЕРАХ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПОЛИРОВКИ ХРУСТАЛЯ

***Аннотация.** В статье рассмотрен алгоритм рециклинга отходов, образующихся после химической полировки хрусталя. Предложены направления вовлечения отходов и рассмотрена возможность их использования и в дорожно-строительной отрасли.*

A.N. Khatsko

Belarusian State College of Building Materials Industry
Minsk, Belarus

THE BASICS OF RECYCLING IN TECHNOPRIME CLUSTERS OF WASTE MANAGEMENT FORMED AFTER CHEMICAL POLISHING OF CRYSTAL

***Abstract.** The article considers an algorithm for recycling waste generated after chemical polishing of crystal. The directions of waste involvement are proposed and the possibility of their use in the road construction industry is considered.*