

Методические материалы по выполнению лабораторной работы по дисциплине
“Введение в системы беспроводной связи”.

Лабораторная работа: **"Анализ модели многолучевого канала с Доплеровским
рассеянием"**

Цель работы:

Реализация модели канала с Доплеровским рассеянием без частотной селективности.

Исследование алгоритмов оценки канала на основе разработанной модели.

Теоретическое введение

В этом разделе студентам рекомендуется провести анализ следующих вопросов:

1. Возникновение Доплеровского рассеяния: описание, возникновение.
2. Интерференция сигналов .
3. Автокорреляционные функции.
4. Экстраполяция канала.

Оборудование

1. Персональный компьютер (ноутбук) с установленной средой разработки на языке Python (>3.8).

Выполнение работы

1. Реализовать на языке Python модель Джейкса в предположении отсутствия линии прямой видимости и средней энергии принимаемого сигнала, равной единице.
2. Убедиться, что для небольшого количества моделируемых путей распространения сигнала (до 10), автокорреляционная функция коэффициента ослабления сигнала в канале достаточно точно приближается функцией Бесселя.
3. Реализовать алгоритмы оценки состояния канала. Убедиться, что точность оценки будет снижаться с ростом интервала времени с момента последнего наблюдения.
4. Провести анализ точности измерений и вычислений.
5. Отчет по выполненной работе, включая исходные данные, анализ результатов и выводы, должен быть загружен в LMS Canvas.

Идентификатор документа, задачи / ID: 473705 v.1, 441646

 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program Фролов
Алексей Андреевич / Frolov Alexey Andreevich

Дата подписания / Date of signing 01.09.2026

Skoltech

Экспериментальные результаты

- таблицы: оценка частоты Доплера по принятым опорным сигналам для различных параметров модели Джейкса;
- графики: зависимость точности оценки канала от отношения сигнал-шум в беспроводном канале;
- описание: качественная оценка влияния доплеровского рассеяния на автокорреляционную функцию, качественное влияние наличия линии прямой видимости на доплеровское рассеяние;
- расчеты: численная оценка изменения автокорреляционной функции с уменьшением диапазона возможных углов прихода сигнала;
- отчет по выполненной работе.

Выводы

Выводы по проделанной работе должны быть основаны на анализе полученных экспериментальных результатов и их сопоставлении с сформулированными в начале работы целью и задачами.

Контрольные вопросы

1. Как эффект Доплера влияет на принимаемый сигнал в условиях многолучевого распространения?
2. Что представляет собой автокорреляционная функция и какое значение она имеет при оценке состояния канала?
3. Почему важно учитывать доплеровское рассеяние при проектировании беспроводных систем?

Литература

1. David Tse and Pramod Viswanath. 2005. Fundamentals of wireless communication. Cambridge University Press, USA.

Методические материалы по выполнению лабораторной работы по дисциплине
“Основы беспроводной связи”.

Лабораторная работа: **"Моделирование частотно-селективного канала с
эффектом Доплера"**

Цель работы

Реализовать модель частотно-селективного беспроводного канала.

Изучить влияние параметров модели на структуру принимаемого сигнала.

Теоретическое введение

В этом разделе студентам рекомендуется провести анализ следующих вопросов:

1. Многолучевое распространение сигнала.
2. Задержка сигнала во временной области.
3. Коэффициент ослабления сигнала.
4. Частотная селективность канала.
5. Импульсная характеристика канала.
6. Модель частотно-селективного канала.
7. Алгоритм оценки состояния канала.

Оборудование

1. Персональный компьютер (ноутбук) с установленной средой разработки на языке Python (>3.8).

Выполнение работы

1. выбрать параметры импульсной характеристики канала из спецификации 3GPP (TS 36.104 Annex B.2);
2. для каждого пути распространения реализовать коэффициент ослабления сигнала в виде модели Джейкса;
3. выбрать ширину используемого спектра 20 МГц, разрешающую; способность в частотной области, соответствующую ресурсному блоку LTE/NR;

Идентификатор документа, задачи / ID: 473705 v.1, 441646



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program Фролов
Алексей Андреевич / Frolov Alexey Andreevich

Дата подписания / Date of signing 01.09.2026

Skoltech

4. для каждого значения частоты вычислить величину набега фазы каждого луча;
5. вычислить величину ослабления сигнала в канале как функцию частоты (в пределах ширины используемого спектра) и времени;
6. реализовать алгоритм оценки канала на основе MMSE (Minimum Mean Squared Error);
7. провести анализ точности измерений и вычислений;
8. отчет по выполненной работе, включая исходные данные, анализ результатов и выводы, должен быть загружен в LMS Canvas.

Экспериментальные результаты

- таблицы: оценка протяженности импульсной характеристики канала по принятым опорным сигналам для различных параметров модели
- графики: зависимость точности оценки канала от отношения сигнал-шум в беспроводном канале
- описание: качественная оценка влияния протяженности импульсной характеристики канала на параметры частотной селективности
- расчеты: численная оценка изменения автокорреляционной функции коэффициента ослабления сигнала в частотной области
- отчет по выполненной работе

Выводы

Выводы по проделанной работе должны быть основаны на анализе полученных экспериментальных результатов и их сопоставлении с сформулированными в начале работы целью и задачами.

Контрольные вопросы

1. Как импульсная характеристика канала влияет на принимаемый сигнал в условиях многолучевого распространения?
2. Как нужно расположить опорные сигналы (максимальное расстояние по частоте и времени), чтобы имелась возможность интерполяции оценки канала между ними?
3. Почему важно учитывать импульсную характеристику канала при проектировании беспроводных систем?

Литература

Skoltech

1. David Tse and Pramod Viswanath. 2005. Fundamentals of wireless communication. Cambridge University Press, USA.