**Мухтаров Амир Амангельдыевич Разработка моделей и методов оптимального размещения базовых станций при проектировании беспроводных широкополосных сетей**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Мухтаров Амир Амангельдыевич

Введение

Глава 1. Синтез топологической структуры беспроводных

широкополосных сетей

1.1 Этапы проектирования БШС

1.2 Анализ современных беспроводных широкополосных технологий передачи данных

1.2.1 Архитектура сетей Wi-Fi

1.2.2 Архитектура сетей LTE

1.2.3 Архитектура сетей 5G NR

1.3 Определение параметров БШС, необходимых для решения

задач размещения БС

1.3.1 Энергетический потенциал канала связи

1.3.2 Модель потерь в свободном пространстве

1.3.3 Модель распространения SUI

1.3.4 Модель двухлучевого распространения

1.3.5 Модель Окамура-Хата

1.3.6 Расчет параметров БС, необходимых для формулировки

и решения задач оптимизации

1.4 Оценка характеристик производительности сети с помощью стохастических моделей массового обслуживания

1.4.1 Структура кадра Wi-Fi

1.4.2 Структура кадра LTE

1.4.3 Структура кадра 5G NR

1.4.4 Расчет межконцевой задержки

1.5 Выводы по главе

Глава 2. Размещение набора базовых станций беспроводной широкополосной сети для покрытия вдоль

протяженной магистрали

2.1 Актуальность внедрения БШС для телекоммуникационного

покрытия линейного участка

2.2 Математическая модель синтеза топологии сети для охвата линейного участка в виде задачи целочисленного линейного программирования

2.2.1 Постановка задачи

2.2.2 Модель целочисленного линейного программирования

2.3 Математическая модель синтеза топологии сети для охвата линейного участка в виде комбинаторной задачи в экстремальной форме

2.3.1 Постановка задачи

2.3.2 Дерево ветвлений для перебора элементов в множестве Г

2.3.3 Метод ветвей и границ для задачи размещения БС

2.3.4 Построения последовательности топологий для итерационной процедуры моделирования БШС

2.4 Выводы по главе

Глава 3. Размещение базовых станций беспроводной

широкополосной сети для обслуживания множества рассредоточенных объектов

3.1 Актуальность внедрения БШС для обслуживания рассредоточенных объектов

3.2 Математическая модель задачи проверки допустимого решения

при заданных местах размещения станций

3.2.1 Постановка задачи

3.2.2 Модель линейного программирования

3.3 Математическая модель оптимальной задачи выбора набора размещаемых БС и определения мест их размещения

3.3.1 Постановка задачи

3.3.2 Модель частично целочисленного линейного программирования

3.4 Выводы по главе

Глава 4. Программный комплекс и численные примеры решения задач представленных математических моделей

4.1 Программный комплекс расчета задачи размещения БС

4.2 Численный пример оптимального размещения базовых станций сети с линейной топологией в виде задачи целочисленного линейного программирования

4.3 Численный пример оптимального размещения базовых станций сети с линейной топологией в виде экстремальной задачи в комбинаторной форме

4.4 Метод ветвей и границ на примере задачи размещения двух базовых станций

4.5 Сравнения оценок «недопокрытия» для задачи 2, 3 и

4.6 Сравнительная оценка полученных модели ЦЛП и модели в комбинаторной форме, решаемой с помощью МВиГ

4.7 Выводы по главе

Заключение

Список сокращений и условных обозначений

Словарь терминов

Список литературы

Список рисунков

Список таблиц

Приложение А. Свидетельство о регистрации программы для

ЭВМ

Приложение Б. Акт о внедрении