

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:

Директор
А. В. Замятин



Оценочные материалы по дисциплине

Моделирование сетей связи 6G терагерцового диапазона частот

по направлению подготовки

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) подготовки:

Математика беспроводных сетей связи и интернета вещей

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Моисеева



Председатель УМК

С.П. Сущенко



Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как при исследовании самостоятельных тем, так и разработки по тематике организации.

ПК-3 Способен производить анализ особенностей функционирования инфокоммуникационных систем и предоставляемых на их основе услуг, оценивать качество предоставляемых услуг и формировать требования к показателям функционирования сервисов ИС в соответствии с запросами и отраслевыми нормами.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.2 Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений

ИПК-3.2 Оценивает значимость параметров и показателей, характеризующих потребительские свойства услуг, предоставляемых инфокоммуникационной системой

ИПК-3.3 Определяет показатели качества функционирования инфокоммуникационных систем на основе построенных математических и имитационных моделей

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- практические (расчетно-графические) работы;
- итоговый теоретический тест.

Типовые практические задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Практическая работа. Зона покрытия базовой станции и скорость канала (ИПК-1.2, ИПК-3.2, ИПК-3.3)

Задание 1. Используя модель распространения в виде

$$L_{dB}(y) = 32,4 + 10\zeta \log_{10}(y) + 20 \log_{10}(f_c),$$

где $\zeta = 2,1$ – константа распространения, y – трехмерное расстояние (в км) между базовой станцией (БС) и абонентским устройством (АУ), f_c – частота (в МГц), и предполагая, что при отношении сигнала к шуму (SNR) на АУ в $-9,4$ дБ устойчивое соединение отсутствует, определите максимальный радиус R покрытия БС.

Параметры для расчетов:

- Частота $f_c = 28$ ГГц
- Излучаемая мощность $P_t = 2$ Вт
- Усиления антенн на БС и АУ: $G_t = 10$, $G_u = 2$ раз
- Спектральная плотность шума $N_0 = 4,14 \cdot 10^{-21}$ Вт/Гц
- Полоса пропускания $B = 400$ МГц
- Интерференция отсутствует

Иллюстрация будет плюсом.

Задание 2. В условиях задания 1, используя теорему Шеннона, определите скорость (пропускную способность) на расстояниях $R/10$, $R/2$ и R . Постройте график изменения пропускной способности от трехмерного расстояния до БС для разных значений полосы пропускания. Объясните разницу.

Задание 3. В условиях задания 1, предположите, что принимаемый сигнал является случайной величиной со средним рассчитанным в задании 1 и дисперсией 3 дБ^2 (теневое замирание). Определите зону покрытия БС так, чтобы АУ на границе соты находилось в состоянии устойчивой связи не менее 95% времени.

Иллюстрация будет плюсом.

Задание 4. Объясните разницу в радиусах покрытия в задании 1 и задании 3. Какая из моделей является более реалистичной?

Среда для моделирования: на выбор студента

Практическая работа. Запросы на ресурсы (ИПК-1.2, ИПК-3.2, ИПК-3.3)

Определите размер запрашиваемых ресурсов АУ в первичных ресурсных блоках (размер блока – 1,44 МГц), которое находится на расстоянии $R/2$ от БС и требует для передачи 20 Мбит/с.

Подсказка: сначала найдите спектральную эффективность (формула Шэннона при $B = 1$, размерность бит/с/Гц) и далее определите количество ресурсных блоков.

Задание 2. Определите количество требуемых ресурсов для АУ, которое требует скорость 20 Мбит/с для расстояний от БС $R/10$ и R . Объясните разницу.

Задание 3. Предполагая, что полоса пропускания B доступная на БС изменяется от 20 до 400 МГц, постройте график максимального количества АУ, которые могут быть обслужены, если они все располагаются на расстоянии $R/10$, $R/2$ и R от БС. Объясните полученные результаты.

Среда для моделирования: на выбор студента

Итоговый теоретический тест (ИПК-1.2, ИПК-3.2, ИПК-3.3)

1. В каком диапазоне частот блокировка вызывает меньшее затухание сигнала?
 - а) Микроволновом
 - б) Миллиметровом
 - в) Терегерцовом
2. Зачем необходимо детектировать тип приложения на пользовательском устройстве?
 - а) Для оценки требуемой скорости
 - б) Для оценки текущего направления антенной решетки на пользовательском устройстве
 - в) Для оценки интервала между моментами запуска процедуры поиска луча
3. Зачем необходимы проактивные методы детектирования блокировки?
 - а) Для выбора режима поиска луча
 - б) Для изменения диаграммы направленности антенны
 - в) Для переключения на дублирующую базовую станцию

Ключи: 1 а), 2 в), 3 в).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на 70% вопросов.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Итоговая оценка по предмету (экзамен) выставляется следующим образом:

«отлично» – студент набрал не менее 80 первичных баллов, выполнил все расчетно-графические работы, нет неудовлетворительных оценок за тесты;

«хорошо» – студент набрал от 65 до 80 первичных баллов, выполнил все расчетно-графические работы, нет неудовлетворительных оценок за тесты;

«удовлетворительно» – студент набрал от 50 до 65 первичных баллов, выполнил все расчетно-графические работы, нет неудовлетворительных оценок за тесты;

«неудовлетворительно» – студент не сдал расчетно-графические работы, набрал менее 50 первичных баллов или сдал тест на «неудовлетворительно».

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке). Вопросы данного раздела показывают вклад дисциплины в образовательный результат образовательной программы. Объем заданий в данном разделе зависит как от количества формируемых индикаторов достижения компетенций, так и от объема дисциплины по учебному плану.

Тест (ИПК-1.2, ИПК-3.2, ИПК-3.3)

1. К чему приводит микромобильность?
 - а) Потеря направления на базовую станцию
 - б) Резкое увеличение скорости передачи
 - в) Уменьшение угла развертки основного лепестка антенны
2. Как ведет себя уровень принимаемого сигнала после процедуры поиска луча?
 - а) Остается неизменен
 - б) Уменьшается в среднем
 - в) Увеличивается в среднем
3. Какое вещество вносит дополнительные потери распространения в тергерцовом диапазоне частот?
 - а) Вода
 - б) Кислород
 - в) Озон

Ключи: 1 а), 2 б), 3 а).

Информация о разработчиках

Молчанов Дмитрий Александрович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики,

Лисовская Екатерина Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики.