

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Инфокоммуникационные технологии, системы связи и Интернет вещей**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 923-М-инд2)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 3 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия               | 18        | 18    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 72        | 72    | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 2         | 2     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 3       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение принципов построения современных систем мобильной связи, ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития. Приобретение необходимых теоретических и практических навыков построения беспроводных сетей и систем. Изучение принципов проектирования различных сетей и систем связи и на основе типовой аппаратуры.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение необходимых знаний по теоретическим основам и физическим принципам построения и функционирования систем мобильной связи.
2. Получение необходимых знаний и навыков по моделированию систем мобильной связи.
3. Получение необходимых навыков работы с технической документацией и стандартами современных систем мобильной связи.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.05.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| ПК-3. Способен проектировать объекты профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знает принципы построения и функционирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем и расчета их основных параметров   | Знает принципы построения и функционирования систем мобильной связи.                |
|  | ПК-3.2. Умеет выполнять расчеты и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием  | Умеет выполнять расчеты зоны покрытия систем мобильной связи                        |
|  | ПК-3.3. Владеет навыками выполнения расчетов и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | Владеет навыками выполнения расчетов пропускной способности систем мобильной связи. |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 3 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 36          | 36        |
| Лекционные занятия  | 18          | 18        |
| Практические занятия  | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 36          | 36        |
| Подготовка к зачету с оценкой   | 18          | 18        |
| Подготовка к тестированию   | 18          | 18        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 72          | 72        |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 2           | 2         |

**5. Структура и содержание дисциплины**

**5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности**

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины                            | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |              |               |              |                            |                         |
| 1 Введение  | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 2 Архитектура систем мобильной связи                          | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 3 Расчет радиопокрытия, частотно территориальное планирование | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 4 Критерии эффективности систем мобильной связи               | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 5 Технологии физического уровня 5G NR                         | 4            | 4             | 8            | 16                         | ПК-3                    |
| 6 Стек протоколов 5G NR                                       | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 7 Установление соединения, процедура случайного доступа.      | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| 8 Множественный доступ, распределение ресурсов.               | 2            | 2             | 4            | 8                          | ПК-3                    |
| Итого за семестр  | 18           | 18            | 36           | 72                         |                         |
| Итого   | 18           | 18            | 36           | 72                         |                         |

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины                            | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)  | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |   |                                      |                         |
| 1 Введение  | Развитие систем мобильной связи (1G - 5G), развитие сервисов систем мобильной связи, перспективные технологии систем мобильной связи. Принципы построения систем мобильной связи. | 2                                    | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2                                    |                         |
| 2 Архитектура систем мобильной связи                          | Архитектура сети мобильной связи, архитектура сети радиодоступа, основные интерфейсы базовой станции.   | 2                                    | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2                                    |                         |
| 3 Расчет радиопокрытия, частотно территориальное планирование | Проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС). Территориальное планирование. Кластер и его размерность, частотные группы кластера.  | 2                                    | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2                                    |                         |
| 4 Критерии эффективности систем мобильной связи               | Пропускная способность, задержка, надежность.   | 2                                    | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2                                    |                         |

|  |   |    |      |
|--|---|----|------|
| 5 Технологии физического уровня 5G NR                    | Характеристики системы связи 5G NR, структура кадра, сигналы и каналы 5G NR, сигнально-кодовые конструкции. | 4  | ПК-3 |
|  | Итого   | 4  |      |
| 6 Стек протоколов 5G NR                                  | Стек протоколов 5G NR, включая PHY, MAC, RLC, PDCP, RRC.  | 2  | ПК-3 |
|  | Итого   | 2  |      |
| 7 Установление соединения, процедура случайного доступа. | Процедура установления соединения, сигналы и каналы используемые при подключении абонентского оборудования, | 2  | ПК-3 |
|  | Итого   | 2  |      |
| 8 Множественный доступ, распределение ресурсов.          | Множественный доступ, распределение ресурсов, управление мощностью восходящего канала.                      | 2  | ПК-3 |
|  | Итого   | 2  |      |
| Итого за семестр   |   | 18 |      |
| Итого  |   | 18 |      |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины                            | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| <b>3 семестр</b>  |   |                 |                         |
| 1 Введение  | Общие сведения о диапазонах радиочастот систем мобильной связи                                      | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 2 Архитектура систем мобильной связи                          | Частотные планы стандарта GSM-2G. Внутрисистемная электромагнитная совместимость (ЭМС) первого вида | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 3 Расчет радиопокрытия, частотно территориальное планирование | Однородная сотовая структура систем мобильной связи   | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 4 Критерии эффективности систем мобильной связи               | Частотная группа и кластер сотовой структуры  | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2               |                         |
| 5 Технологии физического уровня 5G NR                         | Мешающее действие интерференционных помех. Внутрисистемная ЭМС второго вида                         | 4               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 6 Стек протоколов 5G NR                                       | Отношение сигнал-интерференция (SIR)  | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого   | 2               |                         |

|  |                                     |    |      |
|--|-------------------------------------|----|------|
| 7 Установление соединения, процедура случайного доступа. | Секторизация сот для увеличения SIR | 2  | ПК-3 |
|  | Итого                               | 2  |      |
| 8 Множественный доступ, распределение ресурсов.          | Метод множественного доступа OFDMA  | 2  | ПК-3 |
|  | Итого                               | 2  |      |
| Итого за семестр   |                                     | 18 |      |
| Итого  |                                     | 18 |      |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины                            | Виды самостоятельной работы   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|---|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| <b>3 семестр</b>  |                               |                 |                         |                 |
| 1 Введение  | Подготовка к зачету с оценкой | 2               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2               | ПК-3                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4               |                         |                 |
| 2 Архитектура систем мобильной связи                          | Подготовка к зачету с оценкой | 2               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2               | ПК-3                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4               |                         |                 |
| 3 Расчет радиопокрытия, частотно территориальное планирование | Подготовка к зачету с оценкой | 2               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2               | ПК-3                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4               |                         |                 |
| 4 Критерии эффективности систем мобильной связи               | Подготовка к зачету с оценкой | 2               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 2               | ПК-3                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 4               |                         |                 |
| 5 Технологии физического уровня 5G NR                         | Подготовка к зачету с оценкой | 4               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|   | Подготовка к тестированию     | 4               | ПК-3                    | Тестирование    |
|   | Итого                         | 8               |                         |                 |

|  |                               |    |      |                 |
|--|-------------------------------|----|------|-----------------|
| 6 Стек протоколов 5G NR                                  | Подготовка к зачету с оценкой | 2  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-3 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 4  |      |                 |
| 7 Установление соединения, процедура случайного доступа. | Подготовка к зачету с оценкой | 2  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-3 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 4  |      |                 |
| 8 Множественный доступ, распределение ресурсов.          | Подготовка к зачету с оценкой | 2  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|  | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-3 | Тестирование    |
|  | Итого                         | 4  |      |                 |
| Итого за семестр   |                               | 36 |      |                 |
| Итого  |                               | 36 |      |                 |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           | Формы контроля                |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Сам. раб. |                               |
| ПК-3                    | +                         | +          | +         | Зачёт с оценкой, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>3 семестр</b>         |  |   |   |                  |
| Зачёт с оценкой          | 16   | 16  | 17  | 49               |
| Тестирование             | 17   | 17  | 17  | 51               |
| Итого максимум за период | 33   | 33  | 34  | 100              |
| Нарастающим итогом       | 33   | 66  | 100   | 100              |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |

|   |   |
|---|---|
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК         | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 – 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 – 74  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152245>.

2. Системы радиосвязи и радиодоступа: Учебное пособие / Р. Р. Абенев, А. А. Гельцер, Е. В. Рогожников, Д. А. Покаместов, Я. В. Крюков - 2018. 104 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9811>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Рыжков, А. Е. Процедуры в сетях мобильной связи : учебно-методическое пособие / А. Е. Рыжков, А. С. Федоров. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. — 53 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/279221>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мобильная радиосвязь: частотно-территориальное планирование и внутрисистемная электромагнитная совместимость: Учебное наглядное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических направлений / С. В. Мелихов - 2023. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10374>.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**



- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

### **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

#### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебно-научная лаборатория систем связи: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 230/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Анализатор спектра DSA832E. Rigol 8 шт.

Генератор стандартных функций и сигналов DG5071.Rigol 11 шт.

Осциллограф цифровой MSO5104.Rigol 14 шт.

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

Монитор 27" 14 шт.

Системный блок AMD Ryzn 7 14 шт.

Стол рабочий CP-14-7 в сборке 1 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- Visual Studio;

#### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;

- Google Chrome.

#### **8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

#### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                            | Формируемые компетенции | Формы контроля  | Оценочные материалы (ОМ)               |
|---|-------------------------|-----------------|--|
| 1 Введение  | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Архитектура систем мобильной связи                          | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Расчет радиопокрытия, частотно территориальное планирование | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Критерии эффективности систем мобильной связи               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 5 Технологии физического уровня 5G NR                         | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|   |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

|  |      |                 |  |
|--|------|-----------------|--|
| 6 Стек протоколов 5G NR                                  | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 7 Установление соединения, процедура случайного доступа. | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 8 Множественный доступ, распределение ресурсов.          | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|  |      | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания   | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|--------|---|
|--------|---|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Укажите правильную последовательность подключений оборудования базовой станции:
  - a. Ru – Du - Cu,
  - b. Cu – Ru - Du,
  - c. Du – Ru – Cu
  - d. Ru - Cu - Du
  
2. За обработку физ уровня базовой станции 5G NR по Split 8 отвечает:
  - a. Ru,
  - b. Du,
  - c. Cu,
  - d. IP Core.
  
3. Частотно-селективные замирания характерны для:
  - a. Узкополосных сигналов,
  - b. Широкополосных сигналов,
  - c. Для обоих,
  
4. Полоса канала NB-IoT составляет :
  - a. 500 кГц
  - b. 5 МГц
  - c. 180 кГц
  - d. 1 МГц,
  
5. В синхроблок 5G NR входит канал:
  - a) PRACH
  - b) PBCH
  - c) PDSCH
  - d) PDCCH
  
6. DMRS в 5G NR это
  - a) опорный сигнал
  - b) сигнал синхронизации
  - c) канал для передачи пользовательских данных

- d) канал для передачи служебных данных
7. В модуляции QAM 16 одному отсчету на выходе модулятора соответствует:
- 2 бита,
  - 8 бит,
  - 4 бита.
  - 1 бит.
8. Полоса сигнала увеличивается при:
- Уменьшении частоты сэмплирования ЦАП,
  - Увеличения частоты сэмплирования ЦАП,
  - Повышении разрядности ЦАП
  - Уменьшении разрядности ЦАП
9. КAM модуляция основана на:
- Изменении частоты,
  - Изменении фазы,
  - Изменении амплитуды и фазы,
  - Изменении амплитуды.
10. Формирующий фильтр при использовании его для BPSK модуляции вносит искажения в сигнал:
- Во временной области,
  - В частотной области,
  - И во временной и в частотной,
  - Не вносит искажений.
11. Полоса OFDM сигнала определяется :
- Количеством OFDM символов,
  - Размером циклического префикса,
  - Частотой дискретизации,
  - Количеством поднесущих в спектре,

### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Архитектура систем мобильной связи.
2. Установление соединения.
3. Архитектура базовой станции.
4. Сигналы и каналы 5G NR.
5. Структура кадра 5G NR.

### **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для

индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ    | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.Г. Лоцилов      | Согласовано,<br>55af61de-b8ed-4780-<br>9ba6-8adedc18f4ec |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|  |                 |  |
|--|-----------------|--|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева                               | Е.В. Рогожников | Согласовано,<br>89e0aaec-be8a-4f7b-<br>bd1a-f43585db8135 |
| Заместитель директора по образованию, каф.<br>Передовая инженерная школа "Электронное<br>приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | Ю.В. Шульгина   | Согласовано,<br>ea49db22-c3de-481e-<br>88a5-479145e4aa44 |

### РАЗРАБОТАНО:

|  |                 |  |
|--|-----------------|--|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева | Е.В. Рогожников | Разработано,<br>89e0aaec-be8a-4f7b-<br>bd1a-f43585db8135 |
|--|-----------------|--|