

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

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

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 2024 года

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 функционирования систем связи с использованием многоантенных систем и пространственно-временного кодирования а также пространственного мультиплексирования. Приобретение необходимых теоретических и практических навыков формирования и обработки сигналов систем связи с использованием многоантенных систем и пространственно-временного кодирования а также пространственного мультиплексирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение необходимых знаний по теоретическим основам и физическим принципам построения многоантенных систем беспроводной связи.

2. Получение необходимых знаний и навыков по моделированию алгоритмов формирования и обработки сигналов для многоантенных систем беспроводной связи.

3. Получение необходимых навыков работы с технической документацией и стандартами современных систем радиосвязи и радиодоступа.

## 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-4. Способен использовать методы исследования и управления процессом разработки и создания объектов профессиональной деятельности | ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований   | Знает методы проведения экспериментальных исследований для оценки помехоустойчивости системы связи с использованием технологии ММО.                |
|   | ПК-4.2. Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения | Умеет делать выводы о пропускной способности системы связи с использованием технологии ММО в результате проведения экспериментальных исследований. |
|   | ПК-4.3. Владеет навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения  | Владеет навыками подготовки заявок на изобретения, в частности способы формирования и обработки сигналов систем 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                          | 4  | 2  | 8  | 14 | ПК-4 |
| 2 Технология MIMO                   | 4  | 4  | 8  | 16 | ПК-4 |
| 3 Технология Multiuser MIMO         | 4  | 4  | 8  | 16 | ПК-4 |
| 4 Цифровое диаграммобразование      | 2  | 4  | 8  | 14 | ПК-4 |
| 5 Технология Multiuser Massive MIMO | 4  | 4  | 4  | 12 | ПК-4 |
| 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                          | Базовые сведения о алгоритмах формирования и обработки сигналов в системах беспроводной связи и интернета вещей. Знакомство с средой моделирования. Тренды развития технологий  | 4                                    | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4                                    |                         |
| 2 Технология MIMO                   | Алгоритмы формирования и обработки сигналов MIMO. Пространственно-временное кодирование, пространственное мультиплексирование, прекодирование, оценка канала.                   | 4                                    | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4                                    |                         |
| 3 Технология Multiuser MIMO         | Алгоритмы формирования и обработки сигналов multiuser MIMO. Пространственно-временное кодирование, пространственное мультиплексирование, прекодирование, оценка канала.         | 4                                    | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4                                    |                         |
| 4 Цифровое диаграммобразование      | Аналоговое, цифровое и гибридное формирование луча. Сравнение и отличительные особенности.  | 2                                    | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 2                                    |                         |
| 5 Технология Multiuser Massive MIMO | Алгоритмы формирования и обработки сигналов multiuser massive MIMO. Пространственно-временное кодирование, пространственное мультиплексирование, прекодирование, оценка канала. | 4                                    | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4                                    |                         |
| 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                          | Начало работы с Octave  | 2               | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 2               |                         |
| 2 Технология MIMO                   | Формирование модели системы беспроводной связи для конфигурации single user MIMO.       | 4               | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4               |                         |
| 3 Технология Multiuser MIMO         | Формирование модели системы беспроводной связи для конфигурации multi user MIMO.        | 4               | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4               |                         |
| 4 Цифровое диаграммообразование     | Цифровое диаграммообразование для многоантенных систем связи                            | 4               | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4               |                         |
| 5 Технология Multiuser Massive MIMO | Формирование модели системы беспроводной связи для конфигурации Multiuser massive MIMO. | 4               | ПК-4                    |
|                                     | Итого   | 4               |                         |
| 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 | 4               | ПК-4                    | Зачёт с оценкой |
|                                    | Подготовка к тестированию     | 4               | ПК-4                    | Тестирование    |
|                                    | Итого                         | 8               |                         |                 |

|                                     |                               |    |      |                 |
|-------------------------------------|-------------------------------|----|------|-----------------|
| 2 Технология MIMO                   | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|                                     | Подготовка к тестированию     | 4  | ПК-4 | Тестирование    |
|                                     | Итого                         | 8  |      |                 |
| 3 Технология Multiuser MIMO         | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|                                     | Подготовка к тестированию     | 4  | ПК-4 | Тестирование    |
|                                     | Итого                         | 8  |      |                 |
| 4 Цифровое диаграммобразование      | Подготовка к зачету с оценкой | 4  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|                                     | Подготовка к тестированию     | 4  | ПК-4 | Тестирование    |
|                                     | Итого                         | 8  |      |                 |
| 5 Технология Multiuser Massive MIMO | Подготовка к зачету с оценкой | 2  | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
|                                     | Подготовка к тестированию     | 2  | ПК-4 | 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-4                    | +                         | +          | +         | 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          | 18   | 18  | 19  | 55               |
| Тестирование             | 15   | 15  | 15  | 45               |
| 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. 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>.

2. Моделирование беспроводных систем связи: Учебное пособие / А. С. Вершинин - 2014. 231 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3911>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Ключко, В. К. Математические методы пространственно-временной обработки сигналов в радио- и оптико-электронных системах : монография / В. К. Ключко. — Рязань : РГРТУ, 2020. — 164 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168290>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Пространственная обработка сигналов: Методические указания для выполнения практических работ и самостоятельной работы / Е. В. Рогожников, С. М. Мухамадиев - 2024. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10911>.

#### 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;

#### **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-4                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                     |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Технология MIMO                   | ПК-4                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                     |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Технология Multiuser MIMO         | ПК-4                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                     |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Цифровое диаграммобразование      | ПК-4                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                     |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 5 Технология Multiuser Massive MIMO | ПК-4                    | 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. Длительность циклического префикса выбирается исходя из: а. Количества OFDM символов в кадре, б. Времени когерентности канала связи, с. Полосы когерентности канала связи, d. Максимальной задержке отраженного луча относительно прямого в канале РРВ.
2. Кодирование Аламоути используется для а. Повышения спектральной эффективности, б. Повышения скорости передачи данных, с. Повышения помехозащищенности, d. Уменьшения искажений в канале связи, е. Повышения энергетической эффективности.
3. Пространственно-временное кодирование используется для а. Повышения спектральной эффективности, б. Повышения скорости передачи данных, с. Повышения помехозащищенности, d. Уменьшения искажений в канале связи, е. Повышения энергетической эффективности.
4. Пространственное мультиплексирование используется для а. Повышения спектральной эффективности, б. Увеличения дальности связи, с. Повышения помехозащищенности, d. Уменьшения искажений в канале связи,
5. Матрица Адамара не может иметь размерность: а.  $9 \times 7$  б.  $8 \times 8$  с.  $4 \times 4$  d.  $1024 \times 1024$
6. Ширина спектра BPSK сигнала зависит от: а. Длительности символа модуляции, б. Несущей частоты, с. Мощности передатчика. d. Отношения сигнал/шум.
7. Полоса OFDM сигнала определяется : а. Количеством OFDM символов, б. Размером циклического префикса, с. Частотой дискретизации, d. Количеством поднесущих в символе,
8. Частотно-селективные замирания характерны для: а. Узкополосных сигналов, б. Широкополосных сигналов, с. Для обоих, d. Сигналов использующих частотную модуляцию
9. Ошибка оценки передаточной функции канала не зависит от: а. Количества пилотных поднесущих, б. Интервала между пилотными поднесущими, с. Отношения сигнал/шум, d. Вида используемой модуляции.
10. Когерентный прием сигнала подразумевает: а. Фазовую синхронизацию , б. Символьную синхронизацию, с. Кадровую синхронизацию, d. Все вышеперечисленное.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Пропускная способность MIMO системы.
2. Технология MIMO.
3. Технология MU MIMO.
4. Технология MU Massive MIMO.
5. Оценка канала в MIMO системах.

## 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 № 3 от «18» 11 2023 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 |
|--|-----------------|--|