

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента по учебной работе

Ким М.Ю.

«29» 10 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЕ СВЧ МОДУЛИ

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 2026 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             | 108       | 108   | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

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

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ким М.Ю.  
Должность: Директор департамента по учебной работе  
Дата подписания: 29.10.2025  
Уникальный программный ключ:  
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85697

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка магистров в области разработки твердотельных приемопередающих устройств СВЧ диапазона с использованием современных методик исследования и проектирования СВЧ-диапазона.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение необходимых знаний по типовым структурным схемам приемопередающих модулей.

2. Получение необходимых знаний по методам расчёта параметров и характеристик приемопередающих устройств микроволнового диапазона, по основам их проектирования.

3. Получение знаний по методам измерения основных характеристик приемопередающих модулей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.04.01.

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 использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знает современные подходы к исследованию и разработке объектов профессиональной деятельности                                                                   | Знать методики проектирования типовых схем различных видов приемопередающих модулей СВЧ диапазона.  |
|                                                                                                                 | ПК-3.2. Умеет проводить исследования и разработку с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности | Уметь пользоваться справочными данными при проектировании твердотельных приемопередающих устройств. |
|                                                                                                                 | ПК-3.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности                                                                        | Владеть навыками работы со средствами автоматизированного проектирования устройств СВЧ.             |

#### 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 4 зачетных единиц, 144 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> | 108         | 108       |
| Подготовка к зачету с оценкой                                                                                         | 60          | 60        |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 48          | 48        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 4           | 4         |

#### 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 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | 2  | 4  | 20  | 26  | ПК-3 |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули.                           | 4  | -  | 22  | 26  | ПК-3 |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули.                          | 4  | 6  | 22  | 32  | ПК-3 |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей.                  | 4  | -  | 22  | 26  | ПК-3 |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей.               | 4  | 8  | 22  | 34  | ПК-3 |
| Итого за семестр                                                       | 18 | 18 | 108 | 144 |      |
| Итого                                                                  | 18 | 18 | 108 | 144 |      |

## 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 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Изучение методов анализа приемопередающих устройств. Основные параметры и характеристики СВЧ модулей. Современная элементная база СВЧ диапазона. Методы синтеза приемопередающих устройств.                  | 2                                    | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                                                                                                                                                                        | 2                                    |                         |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули.                           | Типовые структурные схемы одноканальных твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. Параметры и характеристики основных функциональных узлов приемопередающих модулей и их влияние на параметры устройства.  | 4                                    | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                                                                                                                                                                        | 4                                    |                         |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули.                          | Типовые структурные схемы многоканальных твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. Параметры и характеристики основных функциональных узлов приемопередающих модулей и их влияние на параметры устройства. | 4                                    | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                                                                                                                                                                        | 4                                    |                         |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей.                  | Контрольно-измерительная аппаратура для измерения параметров приемопередающих СВЧ модулей. Методы и алгоритмы измерения параметров СВЧ модулей.                                                              | 4                                    | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                                                                                                                                                                        | 4                                    |                         |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                          |    |      |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Способы и примеры применения твердотельных приемопередающих модулей СВЧ диапазона в системах связи. Современные стандарты систем передачи данных. Применение приемопередающих СВЧ модулей в радиолокации | 4  | ПК-3 |
|                                                          | 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 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Особенности проектирования устройств СВЧ-диапазона          | 4               | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                       | 4               |                         |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули.                          | Проектирование двухканального делителя-сумматора Вилкинсона | 6               | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                       | 6               |                         |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей.               | Моделирование СВЧ усилителей мощности                       | 8               | ПК-3                    |
|                                                                        | Итого                                                       | 8               |                         |
| 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 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Подготовка к зачету с оценкой | 12              | ПК-3                    | Зачёт с оценкой |
|                                                                        | Подготовка к тестированию     | 8               | ПК-3                    | Тестирование    |
|                                                                        | Итого                         | 20              |                         |                 |

|                                                          |                               |     |      |                 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|------|-----------------|
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули.             | Подготовка к зачету с оценкой | 12  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|                                                          | Подготовка к тестированию     | 10  | ПК-3 | Тестирование    |
|                                                          | Итого                         | 22  |      |                 |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули.            | Подготовка к зачету с оценкой | 12  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|                                                          | Подготовка к тестированию     | 10  | ПК-3 | Тестирование    |
|                                                          | Итого                         | 22  |      |                 |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей.    | Подготовка к зачету с оценкой | 12  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|                                                          | Подготовка к тестированию     | 10  | ПК-3 | Тестирование    |
|                                                          | Итого                         | 22  |      |                 |
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | Подготовка к зачету с оценкой | 12  | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
|                                                          | Подготовка к тестированию     | 10  | ПК-3 | Тестирование    |
|                                                          | Итого                         | 22  |      |                 |
| Итого за семестр                                         |                               | 108 |      |                 |
| Итого                                                    |                               | 108 |      |                 |

### 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          | 0                                              | 0                                           | 60                                                        | 60               |
| Тестирование             | 10                                             | 10                                          | 20                                                        | 40               |
| Итого максимум за период | 10                                             | 10                                          | 80                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом       | 10                                             | 20                                          | 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. Устройства приема и обработки сигналов: Конспект лекций / Э. В. Семенов - 2019. 124 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8989>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко, В. П. Денисов - 2012. 334 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1664>.

2. Проектирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2018 — Часть 1 — 2018. — 79 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/181402>.

3. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

2. Девятков, Г. Н. Проектирование микроволновых функциональных узлов : учебно-методическое пособие / Г. Н. Девятков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 87 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152169>.

#### 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 микроволновых устройств и антенн: 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, 225/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 16 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

Монитор 27" 20 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 12 шт.

Системный блок 1 8 шт.

Системный блок 2 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Comsol 6.1.0.282;

- GNU Radio;

- PTC Mathcad 14;

- Qucs;

#### **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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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 Основы анализа и синтеза твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                                        |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 2 Одноканальные приемопередающие СВЧ модули.                           | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                                        |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 3 Многоканальные приемопередающие СВЧ модули.                          | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                                        |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |
| 4 Методы контроля и измерения параметров СВЧ модулей.                  | ПК-3                    | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
|                                                                        |                         | Тестирование    | Примерный перечень тестовых заданий    |

|                                                          |      |                 |                                        |
|----------------------------------------------------------|------|-----------------|----------------------------------------|
| 5 Применение твердотельных приемопередающих СВЧ модулей. | 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

- Выберите верное определение коэффициента шума?
  - коэффициент, описывающий уменьшение соотношения сигнал/шум на выходе относительно входного
  - безразмерная величина, равная отношению мощности полезного сигнала к мощности
  - мощность шума, приведённая к полосе в 1 Гц
  - отношение входной мощности к выходной первого каскада
- Выберите верное определение точки односторонней компрессии?
  - мощность, при которой коэффициент передачи устройства уменьшается на 1 дБ
  - мощность, при которой коэффициент передачи устройства увеличивается на 1 дБ
  - мощность, при которой коэффициент передачи устройства становится равным 1 дБ
  - мощность, при которой коэффициент передачи устройства не превышает 1 дБ
- Какое входное сопротивление имеют приемопередающие модули СВЧ диапазона?
  - 75 Ом
  - 50 Ом
  - 600 Ом
  - 120 Ом
- Выберите верное определение точки интермодуляции третьего порядка?
  - гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, равна величине основного сигнала.
  - гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, на 3 дБ выше величины основного сигнала.
  - гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, на 3 дБ ниже величины основного сигнала.
  - гипотетическая точка на амплитудной характеристике устройства, в которой величина интермодуляционных продуктов третьего порядка на выходе устройства, на 2 дБ выше величины основного сигнала.
- В каких единицах измеряется фазовый шум генератора?
  - дБ/Гц
  - дБн/Гц
  - дБм/Гц
  - дБ/МГц
- Как влияют потери во входных цепях приемного тракта на его коэффициент шума?
  - с увеличением потерь коэффициент шума увеличивается
  - с увеличением потерь коэффициент шума уменьшается
  - не влияет
  - с увеличением потерь коэффициент шума увеличивается до точки компрессии и уменьшается после
- Какой недостаток имеет супергетеродинный способ приема сигнала?
  - побочные каналы приёма
  - низкая чувствительность

- в) низкая избирательность
- г) низкая добротность
- 8. Как влияет развязка между приемным и передающим каналами на динамический диапазон модуля?
  - а) с увеличением развязки динамический диапазон увеличивается
  - б) с увеличением развязки динамический диапазон уменьшается
  - в) не влияет
  - г) с увеличением развязки динамический диапазон увеличивается до точки компрессии и уменьшается после
- 9. При помощи каких устройств можно разделить приёмный и передающий каналы в модуле?
  - а) циркулятор
  - б) диплексер
  - в) направленный ответвитель
  - г) фильтр
- 10. Как влияет согласование антенны и выхода передатчика на параметры выходной мощности?
  - а) при ухудшении согласования выходная мощность возрастает
  - б) при ухудшении согласования выходная мощность уменьшается
  - в) не влияет
  - г) входная мощность увеличивается при расстройке согласования антенны и выхода передатчика

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

1. Основные параметры и характеристики СВЧ модулей.
2. Основные параметры СВЧ усилителей и их влияние на характеристики модулей.
3. Основные параметры СВЧ усилителей и их влияние на характеристики модулей.
4. Основные параметры СВЧ фильтров и их влияние на характеристики модулей.
5. Влияние характеристик антенны на параметры СВЧ модуля.
6. Структурная схема одноканального приемопередающего модуля, работающего на одну антенну. Основные параметры и характеристики.
7. Влияние развязки между приемными и передающими каналами на параметры системы передачи данных.
8. Фазовый шум генератора и его влияние на характеристики приемопередающего модуля.
9. Типовые структурные схемы приемопередающих модулей системы с ФАР.
10. Типовые структурные схемы приемопередающих модулей системы с АФАР.

### **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 «21» 10 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ    | А.С. Перин        | Согласовано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.С. Перин        | Согласовано,<br>a0f1668d-d020-4ff4-<br>9a8a-4ff4e15b36fe |
| Начальник учебного управления      | Г.А. Цой          | Согласовано,<br>8a5745e4-63a0-4946-<br>bbb0-ce4977ac113e |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                                                                                                                                            |                   |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заместитель директора по образованию, каф.<br>Передовая инженерная школа "Электронное<br>приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | А.В. Жечева       | Согласовано,<br>10222954-0bcd-4026-<br>99f7-5b18919a1928 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа<br>"Электронное приборостроение и системы связи" им.<br>А.В. Кобзева                               | В.Ю. Цибулькикова | Согласовано,<br>bbc9013e-1509-4582-<br>b986-4eb4b832138c |

### РАЗРАБОТАНО:

|                    |               |                                                          |
|--------------------|---------------|----------------------------------------------------------|
| Доцент, каф. РСС   | А.А. Трубачев | Разработано,<br>489cea5c-57ea-4da2-<br>8c9a-b5b34721ece3 |
| Ассистент, каф. ТУ | Т.М. Акаева   | Разработано,<br>aab4d872-53d6-43a4-<br>9e4d-38750c25c163 |