

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

**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СВЧ ДИАПАЗОНА**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, наноэлектроника и микросистемная техника**

Форма обучения: **очная**

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

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

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 2 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 аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 2       |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Дать представление о быстро развивающейся отрасли знаний - интегральных схемах СВЧ-диапазона, активно используемых в системах телекоммуникации и радиолокации.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование общего представления об интегральных схемах СВЧ диапазона (ИС СВЧ).
2. обзор основных видов приборов и устройств, изготавливаемых на основе СВЧ ИС, технологии их изготовления и области применения.
3. ознакомление с основными подходами к разработке СВЧ ИС.

## 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.02.03.

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 основные модели жизненного цикла проекта элементов и устройств электроники и нанoeлектроники, его этапы и фазы, их характеристики и особенности применения | Способен назвать основные этапы проектирования СВЧ интегральной схемы и разрабатываемую на этих этапах конструкторскую документацию.   |
|  | ПК-3.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности  | Способен составить техническое задание на проектирование фрагментов СВЧ интегральной схемы: шлейфа, делителя СВЧ-мощности, согласующей цепи; способен указать технологические операции, влияющие на параметры элементов СВЧ интегральных схем. |
|  | ПК-3.3. Владеет навыками работы в области проектной деятельности и реализации проектов   | Способен выполнить типовое практическое задание по согласованию технического задания на СВЧ-устройство.  |

## 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  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 2 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 тестированию   | 6           | 6         |
| Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию   | 1           | 1         |
| Выполнение индивидуального задания  | 4           | 4         |
| Подготовка к защите отчета по практическому занятию   | 8           | 8         |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару)  | 13          | 13        |
| Подготовка к зачету с оценкой   | 4           | 4         |
| <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>2 семестр</b>                              |              |               |              |                            |                         |
| 1 Основы СВЧ-техники                          | 8            | 8             | 16           | 32                         | ПК-3                    |
| 2 Задача согласования                         | 2            | 4             | 6            | 12                         | ПК-3                    |
| 3 Электродинамическое моделирование СВЧ-цепей | 2            | 2             | 7            | 11                         | ПК-3                    |
| 4 Активные и пассивные элементы СВЧ ИС        | 6            | 4             | 7            | 17                         | 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>2 семестр</b>                   |  |                                      |                         |

|   |   |    |      |
|---|---|----|------|
| 1 Основы СВЧ-техники                          | Вводная лекция                            | 2  | ПК-3 |
|   | Линии передачи                            | 2  | ПК-3 |
|   | Устройства на отрезках линий передачи     | 2  | ПК-3 |
|   | Диаграмма Вольперта-Смита                 | 2  | ПК-3 |
|   | Итого                                     | 8  |      |
| 2 Задача согласования                         | Задача согласования                       | 2  | ПК-3 |
|   | Итого                                     | 2  |      |
| 3 Электродинамическое моделирование СВЧ-цепей | Основы электродинамического моделирования | 2  | ПК-3 |
|   | Итого                                     | 2  |      |
| 4 Активные и пассивные элементы СВЧ ИС        | Параметры СВЧ-транзистора                 | 2  | ПК-3 |
|   | Элементы СВЧ интегральных схем            | 4  | ПК-3 |
|   | Итого                                     | 6  |      |
| 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>2 семестр</b>                              |  |                 |                         |
| 1 Основы СВЧ-техники                          | Вводное практическое занятие. Основы программы Qucs    | 2               | ПК-3                    |
|   | Моделирование линии передачи                           | 2               | ПК-3                    |
|   | Моделирование устройств на отрезках линий передач      | 2               | ПК-3                    |
|   | Диаграмма Вольперта-Смита                              | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого  | 8               |                         |
| 2 Задача согласования                         | Методика аналитического решения задачи на согласование | 2               | ПК-3                    |
|   | Решение задачи на согласование                         | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 3 Электродинамическое моделирование СВЧ-цепей | Электродинамическое моделирование типовых СВЧ-цепей    | 2               | ПК-3                    |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 4 Активные и пассивные элементы СВЧ ИС        | Определение параметров СВЧ-транзистора                 | 4               | ПК-3                    |
|   | 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>2 семестр</b>                   |   |                 |                         |   |
| 1 Основы СВЧ-техники               | Подготовка к тестированию                             | 2               | ПК-3                    | Тестирование                              |
|                                    | Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию | 1               | ПК-3                    | Защита отчета по индивидуальному заданию  |
|                                    | Выполнение индивидуального задания                    | 4               | ПК-3                    | Индивидуальное задание                    |
|                                    | Подготовка к защите отчета по практическому занятию   | 2               | ПК-3                    | Защита отчета по практическому занятию    |
|                                    | Написание отчета по практическому занятию (семинару)  | 6               | ПК-3                    | Отчет по практическому занятию (семинару) |
|                                    | Подготовка к зачету с оценкой                         | 1               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой                           |
|                                    | Итого   |                 | 16                      |   |
| 2 Задача согласования              | Подготовка к тестированию                             | 1               | ПК-3                    | Тестирование                              |
|                                    | Подготовка к защите отчета по практическому занятию   | 2               | ПК-3                    | Защита отчета по практическому занятию    |
|                                    | Написание отчета по практическому занятию (семинару)  | 2               | ПК-3                    | Отчет по практическому занятию (семинару) |
|                                    | Подготовка к зачету с оценкой                         | 1               | ПК-3                    | Зачёт с оценкой                           |
|                                    | Итого   |                 | 6                       |   |

|  |  |    |      |   |
|--|--|----|------|---|
| 3<br>Электродинамическое моделирование СВЧ-цепей | Подготовка к тестированию                            | 1  | ПК-3 | Тестирование                              |
|  | Подготовка к защите отчета по практическому занятию  | 2  | ПК-3 | Защита отчета по практическому занятию    |
|  | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 3  | ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
|  | Подготовка к зачету с оценкой                        | 1  | ПК-3 | Зачёт с оценкой                           |
|  | Итого  | 7  |      |   |
| 4 Активные и пассивные элементы СВЧ ИС           | Подготовка к тестированию                            | 2  | ПК-3 | Тестирование                              |
|  | Подготовка к защите отчета по практическому занятию  | 2  | ПК-3 | Защита отчета по практическому занятию    |
|  | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 2  | ПК-3 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
|  | Подготовка к зачету с оценкой                        | 1  | ПК-3 | Зачёт с оценкой                           |
|  | Итого  | 7  |      |   |
| Итого за семестр                                 |  | 36 |      |   |
| Итого  |  | 36 |      |   |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности 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, Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по практическому занятию, Индивидуальное задание, Отчет по практическому занятию (семинару), 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>2 семестр</b>                          |  |   |   |                  |
| Зачёт с оценкой                           | 0  | 0   | 20  | 20               |
| Защита отчета по практическому занятию    | 12   | 12  | 8   | 32               |
| Защита отчета по индивидуальному заданию  | 5  | 0   | 0   | 5                |
| Индивидуальное задание                    | 5  | 0   | 0   | 5                |
| Тестирование                              | 2  | 2   | 2   | 6                |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 12   | 12  | 8   | 32               |
| Итого максимум за период                  | 36   | 26  | 38  | 100              |
| Нарастающим итогом                        | 36   | 62  | 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. Сальников, А. С. Моделирование и проектирование СВЧ монолитных интегральных схем: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и само-стоятельной работе для обучающихся Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева [Электронный ресурс] / А. С. Сальников, И. М. Добуш. — Томск: ТУСУР, 2023. — 63 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10583> [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10583>.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (У.п.), ТУСУР, 2018.- 66 стр. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: [https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/17ce41a6146/f/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2\\_%D0%98%D0%A1%D0%A1%D0%92%D0%A7%D0%94\\_%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5\\_2018.pdf](https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/17ce41a6146/f/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%98%D0%A1%D0%A1%D0%92%D0%A7%D0%94_%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_2018.pdf).

2. Данилин В.Н. Аналоговые полупроводниковые интегральные схемы СВЧ / Валентин Николаевич Данилин, А.И. Кушниренко, Гарри Васильевич Петров. - М. : Радио и связь, 1985. - 192 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.).

3. Фильтры и цепи СВЧ / пер. с англ. Л. В. Алексеев, А. Е. Знаменский, В. С. Поляков. - М.: Связь, 1976. - 246 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).

4. Фуско. В. СВЧ цепи: Анализ и автоматизированное проектирование / В. Фуско // Пер с англ., ред. пер. В. И. Вольман. - М.: Радио и связь, 1990. - 287 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.).

## 7.3. Учебно-методические пособия

### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сальников, А. С. Моделирование и проектирование СВЧ монолитных интегральных схем: учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева [Электронный ресурс] / А. С. Сальников, И. М. Добуш. — Томск: ТУСУР, 2023. — 63 с. — Режим доступа: [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10583>.

### 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

1. 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



Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 124 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (13 шт.);
- Проектор Benq;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- Microsoft Windows 7;
- PDF-XChange Viewer;

### **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 Основы СВЧ-техники                          | ПК-3                    | Зачёт с оценкой                           | Перечень вопросов для зачета с оценкой                        |
|   |                         | Защита отчета по практическому занятию    | Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий   |
|   |                         | Защита отчета по индивидуальному заданию  | Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий |
|   |                         | Индивидуальное задание                    | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий           |
|   |                         | Тестирование                              | Примерный перечень тестовых заданий                           |
|   |                         | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий                                     |
| 2 Задача согласования                         | ПК-3                    | Зачёт с оценкой                           | Перечень вопросов для зачета с оценкой                        |
|   |                         | Защита отчета по практическому занятию    | Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий   |
|   |                         | Тестирование                              | Примерный перечень тестовых заданий                           |
|   |                         | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий                                     |
| 3 Электродинамическое моделирование СВЧ-цепей | ПК-3                    | Зачёт с оценкой                           | Перечень вопросов для зачета с оценкой                        |
|   |                         | Защита отчета по практическому занятию    | Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий   |
|   |                         | Тестирование                              | Примерный перечень тестовых заданий                           |
|   |                         | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий                                     |

|  |      |   |   |
|--|------|---|---|
| 4 Активные и пассивные элементы СВЧ ИС | ПК-3 | Зачёт с оценкой                           | Перечень вопросов для зачета с оценкой                      |
|  |      | Защита отчета по практическому занятию    | Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий |
|  |      | Тестирование                              | Примерный перечень тестовых заданий                         |
|  |      | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий                                   |

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. Линия передачи - это сеть параметров \_\_\_\_\_ .
  - а) сосредоточенный
  - б) распределены
  - в) активный
  - г) ни один из упомянутых
2. Для распространения поперечной электромагнитной волны нам нужно минимум:
  - а) 1 проводник
  - б) 2 проводника
  - в) 3 проводника
  - г) куча проводников
3. Чтобы моделировать линию передачи бесконечно малой длины  $\Delta z$ , сосредоточенный элемент, который не используется:
  - а) резистор
  - б) индуктор
  - в) конденсатор
  - г) транзистор
4. Характеристический импеданс линии передачи:
  - а) импеданс  $Z$  линии передачи
  - б) импеданс, который является постоянным в любой точке линии передачи
  - в) взаимно пропускание линии передачи
  - г) ни один из упомянутых
5. Постоянная распространения  $\gamma$  равна:
  - а) реальная стоимость
  - б) ни один из упомянутых
  - в) мнимое значение
  - г) комплексное значение
6. Константа затухания  $\alpha$  означает:
  - а) действительная часть постоянной распространения
  - б) потери, вызванные линией передачи
  - в) ни один из упомянутых
  - г) все упомянутые
7. Постоянная распространения  $\gamma$  определяется следующим образом:
  - а)  $\alpha + j\beta$
  - б)  $\alpha - j\beta$
  - в)  $\alpha / j\beta$
  - г)  $\alpha \cdot j\beta$
8. Связь между матрицами напряжения, тока и импеданса микроволновой сети:
  - а)  $[V] = [Z] [I]$ .
  - б)  $[Z] = [V] [I]$ .

- в)  $[I] = [Z] [V]$ .  
 г)  $[V] = [Z] - [I]$ .
9. Матрицы пропускания и импеданса сети микроволн связаны как:  
 а)  $[Y] = [Z] - 1$ .  
 б)  $[Y] = [Z]$ .  
 в)  $[V] = [Z] [Z] - 1$ .  
 г)  $[Z] = [V] [V] - 1$
10. Диаграмма Смита основана на полярном графике:  
 а) Реакция  
 б) Напряжение  
 в) Текущие  
 г) Коэффициент отражения напряжения

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Опишите Диаграмму Вольперта-Смита.
2. Перечислите основные параметры линии передачи.
3. Опишите шумовые параметры СВЧ-транзистора.
4. Дайте определение параметров рассеяния.
5. Какие виды электродинамического моделирования существуют. Назовите их особенности.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Дайте определение волнового сопротивления ЛП.
2. Как вы рассчитали погонное затухание  $\alpha$ .
3. Дайте определение электрической длины ЛП.
4. Какие виды линий передачи есть в программе Qucs?
5. Как волновое сопротивление и постоянная распространения изменяется с частотой?

### 9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Зачем нужны параметры четырехполюсника.
2. Дайте определение Y-параметров четырехполюсника.
3. Дайте определение S-параметров.
4. Как аналитически рассчитать Z-параметры T-образной цепи?
5. Как в программе Qucs рассчитать Y и S-параметры четырехполюсника?

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Рассчитайте все параметры четырехполюсника и проверьте расчета в программе Qucs.

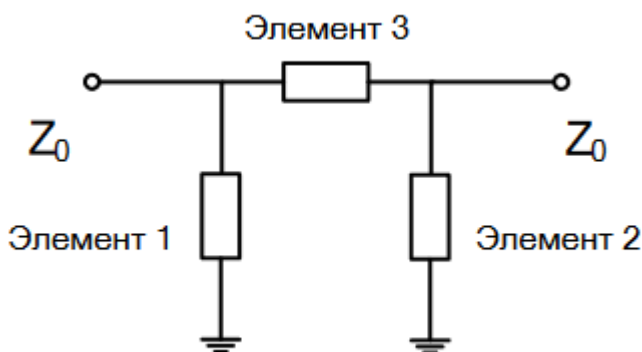


Рисунок 1.6 – Структура цепи 2

1.  $C1=5$  пФ;  $C2=5$  пФ;  $L3=1$  нГн
2.  $C1=5$  пФ;  $C2=10$  пФ;  $L3=1$  нГн
3.  $L1=1$  нГн  $L2=1$  нГн  $C3=5$  пФ
4.  $C1=5$  пФ  $C2=5$  пФ  $C3=5$  пФ
5.  $R1=100$  Ом  $R2=100$  Ом  $L3=1$  нГн

### 9.1.6. Темы практических занятий

1. Вводное практическое занятие. Основы программы Qucs
2. Моделирование линии передачи
3. Моделирование устройств на отрезках линий передач
4. Диаграмма Вольперта-Смита
5. Решение задачи на согласование
6. Электродинамическое моделирование типовых СВЧ-цепей
7. Определение параметров СВЧ-транзистора

## 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<br>общемедицинским<br>показаниям | Тесты, письменные<br>самостоятельные работы, вопросы<br>к зачету, контрольные работы,<br>устные ответы | Преимущественно проверка<br>методами, определяющимися<br>исходя из состояния<br>обучающегося на момент<br>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 № 2 от «20» 10 2022 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 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|  |               |  |
|--|---------------|--|
| Доцент, каф. КУДР  | И.В. Кулинич  | Согласовано,<br>d2a0f42b-ed8d-43b9-<br>8776-2e1f79c72b0a |
| 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. ФЭ | А.С. Сальников | Разработано,<br>b16db6f2-4688-45a6-<br>92fa-85b2000b4944 |
|-----------------|----------------|--|