**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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ СВЧ МИС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 74 | 74 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 2 |

Томск

Согласована на портале № 61571

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Получение знаний о методах моделирования и проектировании гетероструктурных СВЧ МИС, включая современные подходы к автоматизированному проектированию.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Получение знаний о текущем уровне состояния исследований и производства СВЧ МИС.
2. Изучение основных видов проектирования гетероструктурных СВЧ МИС и их элементов.
3. Получение навыков проектирования основных типовых СВЧ МИС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.08.
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 |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-5. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники | ПКР-5.1. Знает структуру и основные этапы разработки технического задания | Способен назвать основные этапы проектирования СВЧ интегральной схемы и разрабатываемую на этих этапах конструкторскую документацию. |
| | ПКР-5.2. Умеет составлять техническое задание на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники | Способен составить техническое задание на проектирование СВЧ интегральных схем: фильтра, малошумящего усилителя, ступенчатого аттенюатора; способен указать технологические операции, влияющие на параметры элементов СВЧ интегральных схем. |
| | ПКР-5.3. Владеет практическими навыками согласования технического задания | Способен выполнить типовое практическое задание по согласованию технического задания на СВЧ-устройство. |

Согласована на портале № 61571

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-13. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов | ПКР-13.1. Знает методы и оборудование при выполнении экспериментальных работ | Может назвать основные способы исследования СВЧ монолитных интегральных схем |
| | ПКР-13.2. Умеет планировать экспериментальные работы с применением современных средств и методов | Способен спланировать численные и натурные эксперименты по исследованию СВЧ монолитных интегральных схем фильтра, усилителя, аттенюатора. |
| | ПКР-13.3. Владеет навыками организации и постановки экспериментальных работ | Способен применять специфические методы обработки данных СВЧ-измерений (де-эмбеддинг). |
| ПКР-14. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения | ПКР-14.1. Знает предмет и проблематику областей научных исследований | Способен провести обзор существующих технологий, сделать вывод о применимости их для изготовления СВЧ монолитных интегральных схем определенных классов. |
| | ПКР-14.2. Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам исследований | Способен определить основные технические характеристики СВЧ-изделий по известным параметрам рассеяния. |
| | ПКР-14.3. Владеет методиками теоретического и экспериментального анализа для решения практических задач в предметной области | Владеет методиками расчета типовых СВЧ монолитных интегральных схем (малошумящего усилителя, фильтра низких частот, ступенчатого аттенюатора). |
| ПКС-2. Способен самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых интегральных схем, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур | ПКС-2.1. Знаеет современные системы моделирования и проектирования СВЧ-устройств и МИС СВЧ | Способен назвать основные САПР для проектирования СВЧ МИС, их функциональные особенности. |
| | ПКС-2.2. Умеет оценивать технические и экономические риски при выборе технологических процессов изготовления МИС СВЧ | Способен оценить достижимость параметров СВЧ-усилителя по известным параметрам СВЧ-транзистора. |
| | ПКС-2.3. Владеет навыками моделирования наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ | Способен рассчитать модель пассивного элемента по известным параметрам рассеяния; способен использовать модели СВЧ-транзисторов в форматах spice. |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,**

Согласована на портале № 61571

**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 |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 34 | 34 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 74 | 74 |
| Подготовка к тестированию | 18 | 18 |
| Выполнение индивидуального задания | 18 | 18 |
| Написание отчета по индивидуальному заданию | 6 | 6 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 8 | 8 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 16 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 8 | 8 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 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 | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | |
| 1 Введение | 4 | - | 2 | 6 | ПКР-14, ПКР-5 |
| 2 Моделирование элементов СВЧ МИС | 2 | - | 26 | 28 | ПКС-2 |
| 3 Проектирование определенных классов СВЧ МИС | 8 | 12 | 32 | 52 | ПКР-5, ПКР-13, ПКР-14 |
| 4 Общие вопросы проектирования СВЧ МИС | 4 | 4 | 14 | 22 | ПКР-5, ПКР-13, ПКР-14 |
| Итого за семестр | 18 | 16 | 74 | 108 | |
| Итого | 18 | 16 | 74 | 108 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |

Согласована на портале № 61571

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | Проектирование СВЧ МИС: основные сведения | 2 | ПКР-14 |
| | САПР СВЧ МИС | 2 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Моделирование элементов СВЧ МИС | Модели элементов СВЧ МИС | 2 | ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Проектирование определенных классов СВЧ МИС | СВЧ-фильтры | 2 | ПКР-5, ПКР-13 |
| | СВЧ-усилители | 4 | ПКР-5, ПКР-13 |
| | Управляющие устройства | 2 | ПКР-5, ПКР-13 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Общие вопросы проектирования СВЧ МИС | Радиотехнические системы | 2 | ПКР-5, ПКР-13 |
| | Проектирование топологии СВЧ МИС | 2 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 3 Проектирование определенных классов СВЧ МИС | Проектирование фильтра | 4 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Проектирование усилителя | 4 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Управляющие устройства | 4 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Итого | 12 | |
| 4 Общие вопросы проектирования СВЧ МИС | Проектирование радиосистемы | 4 | ПКР-5, ПКР-14 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 61571

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-5, ПКР-14 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Моделирование элементов СВЧ МИС | Выполнение индивидуального задания | 18 | ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Написание отчета по индивидуальному заданию | 6 | ПКС-2 | Отчет по индивидуальному заданию |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 26 | | |
| 3 Проектирование определенных классов СВЧ МИС | Подготовка к тестированию | 8 | ПКР-5, ПКР-14 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 6 | ПКР-5, ПКР-14 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ПКР-5, ПКР-14 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 6 | ПКР-5, ПКР-14 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 32 | | |
| 4 Общие вопросы проектирования СВЧ МИС | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-5, ПКР-14 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 2 | ПКР-5, ПКР-14 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКР-5, ПКР-14 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 2 | ПКР-5, ПКР-14 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 74 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 110 | | |

### 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. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 61571

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ПКР-5 | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКР-13 | + | | | Тестирование, Экзамен |
| ПКР-14 | + | + | + | Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКС-2 | + | | + | Индивидуальное задание, Отчет по индивидуальному заданию, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 0 | 10 | 10 | 20 |
| Индивидуальное задание | 8 | 8 | 0 | 16 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 2 | 2 | 0 | 4 |
| Лабораторная работа | 0 | 5 | 5 | 10 |
| Тестирование | 4 | 4 | 2 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 0 | 5 | 5 | 10 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 14 | 34 | 22 | 100 |
| Нарастающим итогом | 14 | 48 | 70 | 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) |

Согласована на портале № 61571

| | | |
|---|---|---|
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Сальников А.С., Добуш И.М. Моделирование и проектирование СВЧ монолитных интегральных схем : учебное пособие и указ. по выполн. лабораторных работ. – Томск: ТУСУР, 2018. – 63 с. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/1963f0749546/f/Сальников_МиПМИС_УП_иЛабы.pdf.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Алехин и др., ред. Г. И. Веселов. - М. : Высшая школа, 1988. - 279 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).
2. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха // пер. с англ., ред. пер. В.Г. Шейнкман. - М. : Радио и связь, 1987. - 428 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.).
3. Климачев И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, В. А. Иовдальский // ред. А.Н. Королев. - М. : Техносфера, 2006. - 351 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).
4. 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.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сальников А.С., Добуш И.М. Моделирование и проектирование СВЧ монолитных интегральных схем : учебное пособие и указ. по выполн. лабораторных работ. – Томск: ТУСУР, 2018. – 63 с. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/1963f0749546/f/Сальников_МиПМИС_УП_иЛабы.pdf.

#### 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

Согласована на портале № 61571

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 лабораторных работ

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, 201 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.

Согласована на портале № 61571

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 | ПКР-14, ПКР-5 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Моделирование элементов СВЧ МИС | ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Отчет по индивидуальному заданию | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Проектирование определенных классов СВЧ МИС | ПКР-5, ПКР-13, ПКР-14 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 61571

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Общие вопросы проектирования СВЧ МИС | ПКР-5, ПКР-13, ПКР-14 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (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 |
|---|---|

Согласована на портале № 61571

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне **ориентирования**, 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 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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. Какое утверждение не относится к распределенным элементам:
   а) размеры элемента более λ/10
   б) параметры элемента равномерно распределены по его длине
   в) электрическое поле сосредоточено внутри элемента
   г) электрическое поле вдоль элемента неоднородно
2. Какой элемент из приведенного списка лишний, с точки зрения классификации элементов:
   а) тонкопленочный резистор
   б) спиральная катушка индуктивности
   в) диод с барьером Шоттки
   г) тонкопленочный резистор
3. Какой эффект не проявляется в катушках индуктивности:
   а) вихревые токи в подложке
   б) скин-эффект
   в) эффект близости
   г) эффект Эрли
4. Какой из упомянутых видов моделей является наиболее медленным:
   а) физико-технологические
   б) электромагнитные модели
   в) модели в виде ЭС
   г) поведенческие модели
5. В каком виде структура элемента не играет никакой роли, поэтому их называют ещё бесструктурными?
   а) физико-технологические
   б) электромагнитные модели
   в) модели в виде ЭС
   г) поведенческие модели
6. Какие эффекты не могут быть описаны с помощью малосигнальных моделей транзисторов:
   а) СВЧ параметры (матрица рассеяния)
   б) влияние уровня сигнала на характеристики прибора

Согласована на портале № 61571

в) шумовые параметры
г) влияние температуры на транзистор

7. Для распространения поперечной электромагнитной волны нам нужно минимум:
   а) 1 проводник
   б) 2 проводника
   в) 3 проводника
   г) куча проводников
8. Чтобы моделировать линию передачи бесконечно малой длины Δz, сосредоточенный элемент, который не используется, является:
   а) резистор
   б) индуктор
   в) конденсатор
   г) транзистор
9. 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
10. Константа распространения γ равна:
    а) реальная стоимость
    б) ни один из упомянутых
    в) мнимое значение
    г) комплексное значение

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Пассивные линейные элементы СВЧ МИС (технология, топология элемента, модель)
2. Мощностные параметры СВЧ - транзистора
3. Проектирование усилителя: этапы и подходы.
4. Малошумящие усилители. Виды, назначение, подходы к проектированию
5. Библиотеки элементов САПР: назначение, состав, разработка

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Требуемым образом доработав формулы, полученные в лекции, рассчитать значения элементов ЭС для резистора, структура которой приведена на рисунке ниже.
2. Известны Y-параметры резистора, полученные на частоте 200 МГц. Рассчитайте параметры эквивалентной схемы
3. Получите значения параметров ЭС из S-параметров, представленных в лабораторной работе.
4. Возьмите spice модель СВЧ-транзистора (по вариентам), загрузите его в прогроамму моделирования Qucs.
5. Рассчитайте основные параметры СВЧ-транзистора из модели и сравните с полученными ранее.

### 9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. На какое сопротивление согласовывается вход СВЧ-транзистора?
2. На какое сопротивление согласовывается выход СВЧ-транзистора?
3. Какое значение S21 достигается на рабочей частоте.
4. Какое значение NF достигается на рабочей частоте.
5. Как увеличить рабочую полосу частоту транзистора?

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Проектирование фильтра
2. Проектирование усилителя
3. Управляющие устройства
4. Проектирование радиосистемы

### 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 61571

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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:

Согласована на портале № 61571

– 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.

Согласована на портале № 61571

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 103 от «31» 10 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ФЭ | В.В. Каранский | Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8 |
| Заведующий кафедрой, каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ФЭ | А.С. Сальников | Разработано, b16db6f2-4688-45a6-92fa-85b2000b4944 |

Согласована на портале № 61571