

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Микроволновая техника**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 24        | 24    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия      | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 58        | 58    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 86        | 86    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 144       | 144   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 144       | 144   | часов   |
|   |                           | 4.0       | 4.0   | З.Е     |

Дифференцированный зачет: 2 семестр

Томск 2016

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

Доцент каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ Фатеев А. В.

Заведующий обеспечивающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ Шарангович С. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ \_\_\_\_\_ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.  
РЗИ

\_\_\_\_\_ Задорин А. С.

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР

\_\_\_\_\_ Мандель А. Е.

доцент ТУСУР, каф. ТОР

\_\_\_\_\_ Богомолов С. И.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Подготовка магистров в области разработки и применения микроволновых устройств, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн диапазона СВЧ и предназначенных для передачи, приёма и обработки информации.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Получение необходимых знаний по физическим основам построения и функционирования микроволновых устройств;
- 
- Получение необходимых знаний по методам расчёта основных параметров и характеристик микроволновых устройств, по основам их проектирования;
- 
- Получение необходимых знаний по методам измерения электрических параметров и характеристик микроволновых устройств;
- 
- Приобретение навыков работы с современной измерительной аппаратурой СВЧ диапазона.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микроволновая техника» (Б1.Б.6) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств, Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов, Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование антенных систем, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
- ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем; основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;
- **уметь** оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;
- **владеть** методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 58          | 58        |
| Лекции  | 24          | 24        |
| Практические занятия                          | 18          | 18        |
| Лабораторные занятия                          | 16          | 16        |
| Самостоятельная работа (всего)                | 86          | 86        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 30          | 30        |
| Проработка лекционного материала              | 21          | 21        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 35          | 35        |
| Всего (без экзамена)                          | 144         | 144       |
| Общая трудоемкость час                        | 144         | 144       |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                 | 4.0         | 4.0       |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины  | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции         |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.  | 6      | 11                   | 0                   | 26                     | 43                            | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5, ПК-2 |
| 2 | Матричный анализ многополюсных устройств                                    | 6      | 4                    | 0                   | 15                     | 25                            | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5, ПК-2 |
| 3 | Типовые микроволновые устройства  | 6      | 3                    | 8                   | 24                     | 41                            | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5, ПК-2 |
| 4 | Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ | 6      | 0                    | 8                   | 21                     | 35                            | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5, ПК-2 |
|   | Итого   | 24     | 18                   | 16                  | 86                     | 144                           |                                 |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов   | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции   |
|---|--|-----------------|---------------------------|
| 2 семестр   |  |                 |                           |
| 1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование.  | Общая теория регулярных нагруженных линий (режимы, коэффициент отражения, КСВ и КБВ, резонансные сечения, транс-формация сопротивлений, входное сопротивление, эквивалентные сечения). Основные характеристики линий передачи (типы волн, дисперсия, волновое и характеристическое сопротивление, погонные параметры). Микроволновые линии передачи. Нерегулярности в линиях. Учёт потерь. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное и широкополосное согласование. | 6               | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
|   | Итого  | 6               |                           |
| 2 Матричный анализ многополюсных устройств                                    | Многополюсные устройства. Волновой и классический подходы. Волновая матрица рассеяния. Классические матрицы сопротивлений и проводимостей. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Матрицы передачи. Метод декомпозиции анализа сложных устройств.   | 6               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-2        |
|   | Итого  | 6               |                           |
| 3 Типовые микроволновые устройства  | Реактивные и активные нагрузки. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Объёмные резонаторы. Фильтры. Атенюаторы. Фазовращатели. Делители мощности. Направленные ответвители и мосты. Ферритовые циркуляторы и вентили.  | 6               | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
|   | Итого  | 6               |                           |
| 4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ | Анализаторы параметров цепей. Измерения характеристик пассивных и активных многополюсных устройств. Измерения электрических параметров материалов.   | 6               | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
|   | Итого  | 6               |                           |

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Итого за семестр |  | 24 |  |
|------------------|--|----|--|

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин  | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
|                           |   | 1   | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |
| 1                         | Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств | +   | + | + | + |
| 2                         | Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов    | +   | + | + | + |
| 3                         | Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов         | +   | + | + | + |
| Последующие дисциплины    |   |   |   |   |   |
| 1                         | Автоматизированное проектирование антенных систем                 | +   | + | + | + |
| 2                         | Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства           | +   | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                      |                        | Формы контроля  |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|---|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |   |
| ОПК-2       | +            | +                    |                      | +                      | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет |

|       |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|
| ОПК-4 | + | + | + | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет |
| ОПК-5 | + | + |   | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет                               |
| ПК-2  | + | + | + | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Реферат, Дифференцированный зачет |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов   | Содержание лабораторных работ   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр   |   |                 |                         |
| 3 Типовые микроволновые устройства  | Исследование ферритовых вентиляей и циркуляторов.   | 4               | ОПК-4, ПК-2             |
|   | Исследование объёмного резонатора.  | 4               |                         |
|   | Итого   | 8               |                         |
| 4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ | Скалярный анализатор параметров цепей P2M.  | 4               | ОПК-4, ПК-2             |
|   | Измерение $\epsilon$ и $\text{tg}\delta$ диэлектрических материалов резонаторным методом. | 4               |                         |
|   | Итого   | 8               |                         |
| Итого за семестр  |   | 16              |                         |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов  | Содержание практических занятий               | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции         |
|--|---|--------------------|------------------------------------|
| <b>2 семестр</b>   |   |                    |                                    |
| 1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование. | Линии передачи с Т-волной                     | 2                  | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-2 |
|  | Волноводные линии                             | 2                  |                                    |
|  | Нагруженные фидеры                            | 2                  |                                    |
|  | Круговая диаграмма Вольперта-Смита            | 3                  |                                    |
|  | Узкополосное и широкополосное согласование    | 2                  |                                    |
|  | Итого   | 11                 |                                    |
| 2 Матричный анализ многополюсных устройств                                   | Матричный анализ многополюсных устройств      | 2                  | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-2 |
|  | Анализ сложных устройств методом декомпозиции | 2                  |                                    |
|  | Итого   | 4                  |                                    |
| 3 Типовые микроволновые устройства   | Защита рефератов в форме презентации          | 3                  | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-2 |
|  | Итого   | 3                  |                                    |
| Итого за семестр   |   | 18                 |                                    |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость<br>ч | Формируемые<br>компетенции         | Формы контроля                                     |
|--|---|-------------------|------------------------------------|--|
| <b>2 семестр</b>   |   |                   |                                    |  |
| 1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4                 | ОПК-2,<br>ОПК-4,<br>ОПК-5,<br>ПК-2 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Реферат |
|  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4                 |                                    |  |
|  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5                 |                                    |  |
|  | Подготовка к практическим занятиям,           | 4                 |                                    |  |



|   |   |    |                           |  |
|---|---|----|---------------------------|--|
|   | семинарам                                     |    |                           |  |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4  |                           |  |
|   | Проработка лекционного материала              | 5  |                           |  |
|   | Итого   | 26 |                           |  |
| 2 Матричный анализ многополюсных устройств                                    | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5  | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки  |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5  |                           |  |
|   | Проработка лекционного материала              | 5  |                           |  |
|   | Итого   | 15 |                           |  |
| 3 Типовые микроволновые устройства  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4  | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Реферат |
|   | Проработка лекционного материала              | 5  |                           |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 7  |                           |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 8  |                           |  |
|   | Итого   | 24 |                           |  |
| 4 Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ | Проработка лекционного материала              | 6  | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе                            |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 7  |                           |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 8  |                           |  |
|   | Итого   | 21 |                           |  |
| Итого за семестр  |   | 86 |                           |  |
| Итого   |   | 86 |                           |  |

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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                     |  |   |   |                  |

|                              |    |    |     |     |
|------------------------------|----|----|-----|-----|
| Домашнее задание             | 8  | 8  | 8   | 24  |
| Компонент своевременности    | 4  | 6  | 2   | 12  |
| Конспект самоподготовки      | 5  | 5  | 5   | 15  |
| Отчет по лабораторной работе |    | 12 | 12  | 24  |
| Реферат                      |    | 25 |     | 25  |
| Итого максимум за период     | 17 | 56 | 27  | 100 |
| Нарастающим итогом           | 17 | 73 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                    | 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)   |
| 65 - 69                         |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64  | E (посредственно)       |
|                                 | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/712>, свободный.
2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2794>, свободный.
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Ра-

диотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

4. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

5. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

6. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

7. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2795>, свободный.

8. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/715>, свободный.

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Исследование ферритовых вентилях и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3730>, свободный.

2. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3723>, свободный.

3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3700>, свободный.

4. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/7>, свободный.

### **12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. <http://www.keysight.com>

2. <https://www.cst.com/>

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебно-исследовательская лаборатория «Микроволновая техника», ауд. 328 РК.

Рабочие места оборудованы измерительными приборами и компьютерами с выходом в Интернет. Лабораторные работы обеспечены методическими пособиями, в том числе в электронном виде.

### **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

### **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Микроволновая техника**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

– Доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

Дифференцированный зачет: 2 семестр

Томск 2016

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций  |
|-------|---|---|
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры  | Должен знать физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем; основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах; ;<br>Должен уметь оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;<br>Должен владеть методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; |
| ОПК-4 | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области   |   |
| ОПК-5 | готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы  |   |
| ПК-2  | способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ |   |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы           |
| Хорошо (базовый уровень)  | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в                       | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое |

|  |                                   |  |   |
|--|-----------------------------------|--|---|
|  |                                   | области исследования   | поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении                |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|----------------------------------|---|---|---|
| Содержание этапов                | физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем;   | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;  | методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul> |

|                                       |   |  |   |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Имеет представление о физических основах построения и функционирования микроволновых устройств и систем ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul>                               |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Дает определения физических основ построения и функционирования микроволновых устройств и систем ;</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul> |

## 2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|----------------------------------|--|--|--|
| Содержание этапов                | основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;   | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;   | методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Реферат;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Реферат;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Реферат;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> <li>Дифференцированный зачет;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul>  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul>                               |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul> |

### 2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|-------------------|--|--|---|
| Содержание этапов | основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;   | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;   | методами расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств, основами их разработки и проектирования |
| Виды занятий      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>        |
| Используемые      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Домашнее задание;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Домашнее задание;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Домашнее задание;</li> </ul>   |



|                     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> |
|---------------------|--|--|--|

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем;</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul>  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul>                               |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ;</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования;</li> </ul> |

#### 2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать   | Уметь  | Владеть  |
|-------------------|---|--|--|
| Содержание этапов | основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых | самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в | стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах; |

|                                  |  |  |  |
|----------------------------------|--|--|--|
|                                  | устройствах и системах;  | микроволновых устройствах и системах;  |  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> <li>• Дифференцированный зачет;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь  | Владеть  |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками для самостоятельного пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;</li> </ul>                |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеет представление о работе со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах с помощью справочных материалов.;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах, используя справочные материалы;;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• знаком со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых</li> </ul>  |

|  |            |                        |   |
|--|------------|------------------------|---|
|  | системах;; | со сторонней помощью.; | устройствах и системах со сторонней помощью;; |
|--|------------|------------------------|---|

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования. Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.

#### 3.2 Темы рефератов

– 1. Реактивные и активные нагрузки для полосковых линий. 2. Ступенчатые и плавные согласующие переходы в полосковом исполнении 3. Широкополосные коаксиально-волноводные переходы. 4. Широкополосные волноводно-полосковые переходы. 5. Резонаторы для полосковых трактов. 6. Фильтры и мультиплексеры в полосковом исполнении. 7. Широкополосные аттенюаторы для полосковых трактов. 8. Фазовращатели на распределённых элементах. 9. Широкополосные направленные ответвители в волноводном исполнении. 10. Широкополосные направленные мосты СВЧ диапазона. 11. Симметрирующие устройства на распределённых параметрах.

#### 3.3 Темы домашних заданий

– Общая теория регулярных нагруженных линий (режимы, коэффициент отражения, КСВ и КБВ, резонансные сечения, трансформация сопротивлений, входное сопротивление, эквивалентные сечения). Основные характеристики линий передачи (типы волн, дисперсия, волновое и характеристическое сопротивление, погонные параметры). Микроволновые линии передачи. Нерегулярности в линиях. Учёт потерь. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узкополосное и широкополосное согласование. Многополюсные устройства. Волновой и классический подходы. Волновая матрица рассеяния. Классические матрицы сопротивлений и проводимостей. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Матрицы передачи. Метод декомпозиции анализа сложных устройств. Реактивные и активные нагрузки. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Объёмные резонаторы. Фильтры. Аттенюаторы. Фазовращатели. Делители мощности. Направленные ответвители и мосты. Ферритовые циркуляторы и вентили. Анализаторы параметров цепей. Измерения характеристик пассивных и активных многополюсных устройств. Измерения электрических параметров материалов.

#### 3.4 Вопросы дифференцированного зачета

– 1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры. 2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях. 3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные парамет-ры. 4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках. 5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности о-нового. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов? 6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фаз-вая скорость, волновое сопро-тивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных ка-белей. 7. Полосковые и

микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля. 8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивление, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения. 9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивление, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения. 10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения. 11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними. 12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений. 13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопротивлением нагрузки. 14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. 15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ. 16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании. 17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП. Эквивалентные схемы. Пояснения на круговой диаграмме Вольперта – Смита. 18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы. 19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы. 20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый. 21. Объемный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями. 22. Объемные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора. 23. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели. 24. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны. 25. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения. 26. Матрицы сопротивлений и проводимостей: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения. 27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов. 28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета. 29. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник. 30. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели. 31. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения. 32. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.

### 3.5 Темы лабораторных работ

- Исследование ферритовых вентилях и циркуляторов.
- Скалярный анализатор параметров цепей P2M.
- Исследование объемного резонатора.
- Измерение  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  диэлектрических материалов резонаторным методом.

#### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

##### **4.1. Основная литература**

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/712>, свободный.
2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2794>, свободный.
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
4. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 416с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)
5. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов/ Ю.В. Пименов и др. – М.: Радио и связь, 2002. – 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)
6. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)
7. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2795>, свободный.
8. Устройства СВЧ и антенны: Учебное методическое пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 163 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/715>, свободный.

##### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Исследование ферритовых вентилях и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3730>, свободный.
2. Исследование коэффициента усиления рупорных антенн: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3723>, свободный.
3. Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3700>, свободный.
4. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/7>, свободный.

##### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. <http://www.keysight.com>
2. <https://www.cst.com/>