**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Микроволновая техника

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
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

Согласована на портале № 3411

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «20» 10 2016 г.

# 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. ТОР _____ Демидов А. Я.

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР _____ Мандель А. Е.

доцент ТУСУР, каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 3411

## 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: Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированное проектирование СВЧ устройств, Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем.

## 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.

Согласована на портале № 3411

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | 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 |

## 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 (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование. | 6 | 11 | 0 | 26 | 43 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
| 2 | Матричный анализ многополюсных устройств | 6 | 4 | 0 | 15 | 25 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
| 3 | Типовые микроволновые устройства | 6 | 3 | 8 | 24 | 41 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
| 4 | Измерения параметров и характеристик устройств и материалов в диапазоне СВЧ | 6 | 0 | 8 | 21 | 35 | ОПК-2, ОПК-4, 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 | | | |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 сопро-тивление, эквивалентные сечения). Основные характеристики линий передачи (типы волн, дисперсия, волновое и характеристическое сопротивления, 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. Аттенюаторы. 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 представ-лены 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 |

Согласована на портале № 3411

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 | Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 | Автоматизированное проектирование СВЧ устройств | + | + | + | + |
| 2 | Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем | + | + | + | + |

**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 |

Согласована на портале № 3411

## 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 вентилей 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 Р2М. | 4 | ОПК-4, ПК-2 |
| | Измерение ε и tgδ 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, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование. | Линии передачи с Т-волной | 2 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, 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, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |
| | Анализ сложных устройств методом декомпозиции | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 3 Типовые микроволновые устройства | Защита рефератов в форме презентации | 3 | ОПК-2, ОПК-4, |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 3 | ОПК-5, ПК-2 |
| 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 ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Микроволновые линии передачи, их параметры и характеристики. Согласование. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Реферат, Домашнее задание |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | 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 | Конспект самоподготовки, Домашнее задание |
| | 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 | Реферат, Конспект самоподготовки, Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 5 | | |
| | Оформление отчетов по | 7 | | |

Согласована на портале № 3411

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | лабораторным работам | | | |
| | 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 – Бальные 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 |
| 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.

Согласована на портале № 3411

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) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | 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.: 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 УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

8. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

9. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.

10. 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 вентилей 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.

Согласована на портале № 3411

[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.

Согласована на портале № 3411

**Приложение 1**

**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): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- Доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

Дифференцированный зачет: 2 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3411

## 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, приспосабливает свое |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | области исследования | поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (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 | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Домашнее задание;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • Знает физические основы построения и функционирования микроволновых устройств и систем; | • Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление о физических основах построения и функционирования микроволновых устройств и систем ; | • Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Дает определения физических основ построения и функционирования микроволновых устройств и систем ; | • Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |

**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 | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в

Согласована на портале № 3411

таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; | • Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ; | • Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ; | • Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |

### 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 | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые | • Домашнее задание; | • Домашнее задание; | • Домашнее задание; |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| средства оценивания | • Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • Знает основные методы расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем; | • Умеет свободно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление об основных методах расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ; | • Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Дает определения основных методов расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем ; | • Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |

### 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; |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| | устройствах и системах; | микроволновых устройствах и системах; | |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Реферат;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • основы работы со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; | • самостоятельно пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; | • навыками для самостоятельного пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; |
| Хорошо (базовый уровень) | • имеет представление о работе со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах;; | • пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах с помощью справочных материалов.; | • навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах, используя справочные материалы;; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • знаком со стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и | • пользоваться стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых устройствах и системах | • навыками для пользования стандартными пакетами прикладных программ для моделирования объектов и процессов в микроволновых |

Согласована на портале № 3411

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 сопротивления, 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-новного. 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

Согласована на портале № 3411

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 сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения. 9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна ос-новного типа, условие ее су-ществования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Тех-нология 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 диапа-зонах фидеров. Понятия экви-валентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними. 12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и со-отношение между ними. Пове-дение 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. Пове-дение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопро-тивлением 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 коэффи-циента отражения от на-грузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ. 16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие транс-форматоры, 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, последова-тельное 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 под-ходы 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, ис-пытательные режимы. При-менения. 27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов. 28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативно-сти; 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, назначе-ние и применения.

### 3.5 Темы лабораторных работ

- Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов.
- Скалярный анализатор параметров цепей P2M.
- Исследование объёмного резонатора.
- Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом.

Согласована на портале № 3411

## 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 фор-мирования 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 УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.1. – М.: Связь, 1977. – 384с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
8. Антенны УКВ/ под ред. Г.З. Айзенберга. Ч.2. – М.: Связь, 1977. – 288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)
9. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2795, свободный.
10. 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 вентилей 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/

Согласована на портале № 3411