

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



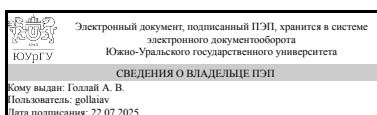
Л. П. Кудрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Проектирование микроволновых устройств  
для направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

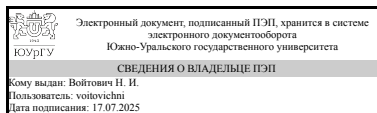
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 928

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



А. В. Голлай

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



Н. И. Войтович

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие знаний у подготавливаемых специалистов в области проектирования устройств СВЧ и антенн с использованием современных методов математического моделирования, средств измерений и систем автоматизированного проектирования. Основные задачи: – изучение основных физических принципов функционирования устройств СВЧ (включая микроэлектронные устройства СВЧ) и антенн различных классов и областей применения; – изучение основных методов анализа и расчета устройств СВЧ и антенн различных частотных диапазонов; – приобретение навыков экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем и трактов СВЧ; – изучение методов расчета параметров антенн по результатам обработки экспериментальных исследований с применением ЭВМ.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Проектирование микроволновых устройств» включает в себя следующие основные разделы: режимы работы и согласование линий передачи СВЧ диапазона, многополюсники СВЧ, основные базовые элементы РЭС СВЧ диапазона, характеристики антенн, антенны в режиме приема-передачи, линейные антенны и антенные решетки, апертурные антенны, фазированные антенные решетки, методы измерений антенн и устройств СВЧ.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способность строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Знает: линии передачи СВЧ диапазона. Особенности конструкций элементов и узлов трактов СВЧ. Основные характеристики антенн. Вибраторные и щелевые антенны. Линейные антенны и решетки. Излучающие раскрывы и решетки.<br>Умеет: использовать профессионально ориентированные системы автоматизированного проектирования для исследования базовых математических моделей СВЧ устройств и антенн<br>Имеет практический опыт: анализа и проектирования математических моделей радиоэлектронных средств СВЧ диапазона различного назначения и областей применения; использования систем автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ |
| ПК-5 Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения              | Знает: методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ<br>Умеет: осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>исследование вновь разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения;</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств СВЧ и антенн различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем и трактов СВЧ; методами расчета параметров антенн по результатам обработки экспериментальных исследований с применением ЭВМ.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Нет                                                           | 1.Ф.17 Испытания и диагностика РЭС          |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 6                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 16          | 16                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 35,5        | 35,5                               |

|                                             |     |         |
|---------------------------------------------|-----|---------|
| Подготовка к практическим занятиям          | 5,5 | 5.5     |
| Изучение дополнительных разделов дисциплины | 10  | 10      |
| Подготовка отчетов по лабораторным работам  | 10  | 10      |
| Подготовка к экзамену                       | 10  | 10      |
| Консультации и промежуточная аттестация     | 8,5 | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)    | -   | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение, терминология дисциплины, основные понятия и определения | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Элементная база техники СВЧ                                       | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 3         | Пассивные устройства СВЧ                                          | 9                                         | 4 | 3  | 2  |
| 4         | Невзаимные устройства СВЧ                                         | 9                                         | 4 | 3  | 2  |
| 5         | Основные характеристики антенн                                    | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 6         | Вибраторные и щелевые антенны                                     | 9                                         | 4 | 3  | 2  |
| 7         | Линейные антенны и решетки                                        | 11                                        | 4 | 3  | 4  |
| 8         | Излучающие раскрыты и решетки, основные классы апертурных антенн  | 10                                        | 4 | 2  | 4  |
| 9         | Методы измерений характеристик устройств СВЧ и антенн             | 6                                         | 4 | 0  | 2  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Кол-во часов |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Особенности СВЧ и оптического диапазонов радиоволн. Особенности приборов и устройств СВЧ диапазона и их классификация.                                                                                                                                                                                                                       | 2            |
| 2        | 2         | Линии передачи в радиосистемах и устройствах. Основные параметры линий передачи. Основные типы линий передачи. Математическая модель регулярной линии передачи.                                                                                                                                                                              | 1            |
| 3        | 2         | Сочленение отрезков линий передачи. Возбуждение электромагнитных волн в линиях передачи. Устройства, предназначенные для управления передаваемой мощностью. Фазовращатели. Поляризационные устройства.                                                                                                                                       | 1            |
| 4        | 3         | Направленные ответвители на связанных линиях передачи. Мостовые схемы СВЧ. Применение направленных ответвителей и мостов.                                                                                                                                                                                                                    | 2            |
| 5        | 3         | Широкополосное согласование нагрузок. Переходы для широкополосного согласования активных нагрузок. Чебышевская и максимально плоская частотная характеристики. Плавный экспоненциальный переход.                                                                                                                                             | 2            |
| 6        | 4         | Невзаимные устройства СВЧ. Область применения невзаимных устройств. Свойства ферритов в диапазоне СВЧ.                                                                                                                                                                                                                                       | 2            |
| 7        | 4         | Распространение электромагнитных волн в неограниченной ферритовой среде. Ферритовые вентили. Ферритовые фазовращатели. Циркуляторы.                                                                                                                                                                                                          | 2            |
| 8        | 5         | Основные характеристики антенн. Назначение и классификация антенн. Структурная схема антенны. Расчет полей излучающей системы (ИС) в дальней, промежуточной и ближней зонах. Векторная комплексная диаграмма направленности антенн. Коэффициент направленного действия (КНД), ширина луча и уровень боковых лепестков (УБЛ). Зависимость КНД | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | от ширины луча и УБЛ. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |
| 9  | 5 | Передающая антенна как четырехполюсник. Антенны в режиме радиоприема. Эквивалентная схема приемной антенны. Принцип взаимности. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны. Эффективная поверхность. Шумовая температура приемной антенны.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 |
| 10 | 6 | Вибраторные и щелевые антенны. Электрический вибратор. Распределение тока и заряда. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД вибратора. Диаграмма направленности симметричного тонкого вибратора. Входное сопротивление и сопротивление излучения вибратора. Действующая длина и КНД вибратора. Поле излучения системы одинаковых вибраторов. Теорема перемножения. Взаимное влияние линейных вибраторов.                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 11 | 6 | Метод наводимых ЭДС. Конструкции вибраторных и щелевых антенн. Согласование и симметрирование. Симметричный магнитный вибратор. Щелевые антенны в плоском бесконечном экране.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
| 12 | 7 | Линейные антенны и решетки. Линейные излучающие системы. Идеальный линейный излучатель. Множитель направленности и КНД идеального линейного излучателя. Влияние амплитудно- фазового распределения на параметры линейной антенны.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 |
| 13 | 7 | Линейная антенная решетка (ЛАР). Анализ множителя направленности равномерной ЛАР. Способы подавления побочных главных максимумов. КНД ЛАР. Входная мощность и коэффициент усиления ЛАР. Антенны бегущей волны. Волноводно-щелевые антенные решетки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 |
| 14 | 8 | Излучающие раскрыты и решетки. О применении теоремы эквивалентности к расчету антенн с плоским раскрытием. КНД и эффективная поверхность плоско-го синфазного раскрытия. Множитель направленности плоского прямоугольного и круглого раскрытия. Метод эквивалентного линейного излучателя. Сканирование луча в плоском раскрытии. Плоские ФАР. Размещение излучателей по раскрытию и условия отсутствия побочных главных максимумов. Дискретное фазирование сканирующих антенных решеток. Связь характеристики направленности одного излучателя решетки с рассогласованием входов элементов при сканировании. | 2 |
| 15 | 8 | Апертурные антенны. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные параболические антенны. Облучатели зеркальных антенн                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1 |
| 16 | 8 | Антенные решетки. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток. Фазированные антенные решетки (ФАР). Управление фазированием сканирующих антенных решеток. Плоские ФАР. Размещение излучателей по раскрытию и условия отсутствия побочных главных лепестков. Выбор шага решетки с направленными элементами. Многолучевые антенные решетки. Диаграммообразующие схемы. Матрицы Батлера и Бласса. Антенные решетки с частотным сканированием.                                                                                                                                             | 1 |
| 17 | 9 | Методы измерения характеристик устройств СВЧ и антенн. Измерительное оборудование диапазона СВЧ. Измерение элементов матрицы рассеяния многополюсников СВЧ. Рефлектометры, панорамные измерители.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 |
| 18 | 9 | Особенности измерения ДН протяженных антенн, измерения в ближней зоне. Измерение КНД и коэффициента усиления антенн.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Режимы линий передачи, узкополосное согласование линий передачи с   | 2            |

|   |   |                                                                                                                 |   |
|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | помощью четвертьволнового трансформатора и параллельной проводимости                                            |   |
| 2 | 3 | Многополюсники СВЧ. Матричное описание многополюсников, связь между матрицами                                   | 3 |
| 3 | 4 | Фильтры СВЧ и широкополосные согласующие устройства. Максимально плоские и чебышевские частотные характеристики | 3 |
| 4 | 6 | Согласование и симметрирование вибраторных антенн. Связанные вибраторы                                          | 3 |
| 5 | 7 | Линейные антенные решетки. Влияние амплитудно-фазового распределения на множитель направленности                | 3 |
| 6 | 8 | Основные классы апертурных антенн. Принципы проектирования плоских фазированных антенных решеток                | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                                                               | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 3         | Исследование частотных характеристик гибридных соединений и многополюсников СВЧ                                                       | 2            |
| 2         | 4         | Исследование частотных характеристик полосно-пропускающих фильтров с максимально-плоской и чебышевской характеристикой. Сплиттеры СВЧ | 2            |
| 3         | 6         | Связанные вибраторы                                                                                                                   | 2            |
| 4         | 7         | Исследование поляризационных характеристик антенн СВЧ                                                                                 | 4            |
| 5         | 8         | Исследование характеристик зеркальных параболических антенн                                                                           | 4            |
| 6         | 9         | Исследование волноводных неоднородностей                                                                                              | 2            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                              |                                                                            |         |              |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                  | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим занятиям          | lib.susu.ru                                                                | 6       | 5,5          |
| Изучение дополнительных разделов дисциплины | lib.susu.ru                                                                | 6       | 10           |
| Подготовка отчетов по лабораторным работам  | lib.susu.ru                                                                | 6       | 10           |
| Подготовка к экзамену                       | lib.susu.ru                                                                | 6       | 10           |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-мestr | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в |
|------|----------|--------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------|---------------|
|------|----------|--------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------|---------------|

|   |   |                          |         |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |         |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПА      |
| 1 | 6 | Текущий контроль         | КМ1     | 1 | 15 | Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена. | экзамен |
| 2 | 6 | Текущий контроль         | КМ2     | 1 | 15 | Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена. | экзамен |
| 3 | 6 | Текущий контроль         | КМ3     | 1 | 15 | Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена. | экзамен |
| 4 | 6 | Текущий контроль         | КМ4     | 1 | 15 | Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена. | экзамен |
| 5 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 5  | За полное выполнение задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-1        | Знает: линии передачи СВЧ диапазона. Особенности конструкций элементов и узлов трактов СВЧ. Основные характеристики антенн. Вибраторные и щелевые антенны. Линейные антенны и решетки. Излучающие раскрывы и решетки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | +    | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: использовать профессионально ориентированные системы автоматизированного проектирования для исследования базовых математических моделей СВЧ устройств и антенн                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | +    | + | + | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: анализа и проектирования математических моделей радиоэлектронных средств СВЧ диапазона различного назначения и областей применения; использования систем автоматизированного проектирования антенн и устройств СВЧ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | +    | + | + | + | + |
| ПК-5        | Знает: методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | +    | + | + | + | + |
| ПК-5        | Умеет: осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование вновь разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения; | +    | + | + | + | + |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств СВЧ и антенн различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров антенных систем и трактов СВЧ; методами расчета параметров антенн по результатам обработки экспериментальных исследований с применением ЭВМ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | +    | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Сазонов, Д. М. Антенны и устройства СВЧ [Текст] учеб. для вузов по спец. "Радиотехника" Д. М. Сазонов. - М.: Высшая школа, 1988. - 432 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Вольман, В. И. Техническая электродинамика Учеб. для электротехн. ин-тов связи Под ред. Г. З. Айзенберга. - М.: Связь, 1971. - 487 с. ил.
2. Нефедов, Е. И. Техническая электродинамика [Текст] учеб. пособие для вузов Е. И. Нефедов. - М.: Академия, 2008. - 409, [1] с. ил. 22 см.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4952> — Загл. с экрана.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4952> — Загл. с экрана.

## **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

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

Не предусмотрено