

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Техника СВЧ Б2.ДВ.3

Направление подготовки: 222900.62 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Дуглав А.В.

Рецензент(ы):

Егоров А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6152514

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Дуглав А.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем, Alexander.Dooglav@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Электродинамика СВЧ" являются:

- усвоение студентами отличия свойств электромагнитных волн с отличными от нуля продольными составляющими поля от чисто поперечных волн;
- изучение структуры полей, картины линий поверхностных токов основных типов волн в прямоугольном и круглом цилиндрическом волноводах;
- изучение структуры полей, картины линий поверхностных токов основных типов колебаний в прямоугольном и круглом цилиндрическом резонаторах;
- изучение факторов, определяющих потери в волноводах и добротность объемных резонаторов;
- изучение основных типов и свойств замедляющих систем СВЧ;
- изучение способов расчетов основных свойств волноводов, резонаторов в диапазоне сверхвысоких частот.
- изучение основных принципов работы активных приборов СВЧ: клистронного генератора и усилителя на основе лампы бегущей волны, а также современных полупроводниковых источников СВЧ.
- изучение основных принципов и методов измерения сопротивления нагрузки в диапазоне СВЧ, измерения параметров матрицы рассеяния четырехполюсников в диапазоне СВЧ, измерения параметров объемных резонаторов, измерения мощности в диапазоне СВЧ.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.3 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 222900.62 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Профессиональный цикл Б3. Необходимые "входные" знания: курс по электричеству и магнетизму (общая физика), по электродинамике (желательно). Освоение данной дисциплины необходимо для всех последующих курсов, в которых рассматриваются вопросы, связанные с измерениями на сверхвысоких частотах (ЭПР-спектроскопия, диэлектрические свойства, современные средства и способы радиосвязи).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-16 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов, компонентов нано- и микросистемной техники
ПК-19 (профессиональные компетенции)	готовностью работать на современном технологическом оборудовании, используемом в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-21 (профессиональные компетенции)	готовностью участвовать в монтаже и наладке технологического и контрольно-диагностического оборудования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- Отличия свойств электромагнитных волн с отличными от нуля продольными составляющими поля от чисто поперечных волн;
- Структуру полей, картину линий поверхностных токов основных типов волн в прямоугольном и круглом цилиндрическом волноводах;
- Структуру полей, картину линий поверхностных токов основных типов колебаний в прямоугольном и круглом цилиндрическом резонаторах;
- Факторы, определяющие потери в волноводах и добротность объемных резонаторов;
- Основные типы и свойства замедляющих систем СВЧ;
- Основные принципы работы активных приборов СВЧ: клистронного генератора и усилителя на основе лампы бегущей волны, а также современных полупроводниковых источников СВЧ, уметь применять их на практике.
- Основные принципы и методы измерения сопротивления нагрузки в диапазоне СВЧ, измерения параметров матрицы рассеяния четырехполюсников в диапазоне СВЧ, измерения параметров объемных резонаторов, измерения мощности в диапазоне СВЧ, уметь применять их на практике.

2. должен уметь:

- Рассчитывать основные свойства волноводов, резонаторов в диапазоне сверхвысоких частот, проводить измерения.

3. должен владеть:

основными методами и способами расчета и измерения основных свойств волноводов, резонаторов в диапазоне сверхвысоких частот.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

углубленного самостоятельного изучения появляющихся технических новинок в области СВЧ-техники

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Уравнения электромагнитного поля. Электромагнитные волны в направляющих системах.	8	1	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Прямоугольный и круглый цилиндрический волноводы в одноволновом режиме.	8	2	2	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Основные элементы волноводного тракта.	8	3	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. СВЧ-устройства с использованием ферритов.	8	4	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Объемные резонаторы.	8	5	2	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Генераторы СВЧ	8	6	2	0	0	тестирование
7.	Тема 7. Измерительные приборы СВЧ.	8	7	2	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Исследование отражательного клистрона.	8	1-17	0	0	4	отчет
9.	Тема 9. Исследование генератора на диоде Ганна.	8	1-17	0	0	4	отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Исследование усилительной лампы бегущей волны типа О.	8	1-17	0	0	4	отчет
11.	Тема 11. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи измерительной линии.	8	1-17	0	0	4	отчет
12.	Тема 12. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи поляризационного измерителя.	8	1-17	0	0	4	отчет
13.	Тема 13. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи терморезисторного измерителя.	8	1-17	0	0	4	отчет
14.	Тема 14. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи термоэлектрического измерителя	8	1-17	0	0	4	отчет
15.	Тема 15. Измерение элементов матрицы рассеяния четырёхполюсника в диапазоне СВЧ	8	1-17	0	0	4	отчет
16.	Тема 16. Измерение нагруженной добротности объемных резонаторов	8	1-17	0	0	4	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			14	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Уравнения электромагнитного поля. Электромагнитные волны в направляющих системах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Решение уравнений Максвелла для однородной, линейной, непроводящей, незаряженной среды. Отличие решений для TEM-волн и волн типа H и E. Критическая длина волны, основной тип волны для прямоугольных и круглых цилиндрических волноводов.

Тема 2. Прямоугольный и круглый цилиндрический волноводы в одноволновом режиме.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Диаграмма возбуждения волноводов. Одноволновый режим. Силовые линии и линии магнитной индукции полей волны Н10 в прямоугольном и волны Н11 в круглом цилиндрическом волноводах. Токи в стенках волноводов. Соединение волноводов. Дроссельный фланец.

Тема 3. Основные элементы волноводного тракта.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Направленный ответвитель. Атенюаторы ножевого типа. Поляризационный аттенюатор. Запредельный аттенюатор. Трансформатор полных сопротивлений. Фазовращатель. Разветвления волноводов. Двойной волноводный тройник.

Тема 4. СВЧ-устройства с использованием ферритов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Свойства ферритов на СВЧ. Вентиль резонансного типа. Вентиль на смещении поля. Эффект Фарадея. Вентиль на эффекте Фарадея. Циркуляторы Y-типа и на эффекте Фарадея.

Тема 5. Объемные резонаторы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Прямоугольные резонаторы. Круглые цилиндрические резонаторы. Основной тип колебаний в резонаторе. Собственная, внешняя и нагруженная добротность резонатора. Связь резонатора с линией передачи, коэффициент связи. Добротность колебаний Н011 в круглом цилиндрическом резонаторе. Подавление колебаний E010.

Тема 6. Генераторы СВЧ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Клистрон. Магнетрон. Генераторы на лавинно-пролетном диоде, на диоде Ганна.

Тема 7. Измерительные приборы СВЧ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Измерительная линия. Поляризационный измеритель. Измерители мощности. Резонансные волномеры. Электронно-счетные частотомеры.

Тема 8. Исследование отражательного клистрона.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Принцип действия отражательного клистрона. Измерение и объяснение зависимости мощности и частоты генерируемых колебаний от напряжения на отражателе. Принцип работы электронносчетного частотомера.

Тема 9. Исследование генератора на диоде Ганна.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Принцип действия генератора на диоде Ганна. Измерение и объяснение вольт-амперной характеристики диода Ганна. Измерение мощности и частоты генератора на диоде Ганна. Принцип работы электронносчетного частотомера.

Тема 10. Исследование усилительной лампы бегущей волны типа О.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Принцип действия усилительной ЛБВ типа О. Назначение магнитного поля в лампе. Расчет и экспериментальное определение оптимального ускоряющего напряжения и коэффициента усиления ЛБВ. Измерение и объяснение зависимости коэффициента усиления лампы от мощности входного сигнала.

Тема 11. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи измерительной линии.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Понятие полного сопротивления на примере диафрагм. Емкостные и индуктивные диафрагмы, резонансное окно. Связь полного сопротивления нагрузки с коэффициентом отражения. Устройство и принцип действия измерительной линии. Понятие условного конца линии.

Тема 12. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи поляризационного измерителя.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Понятие полного сопротивления на примере диафрагм. Емкостные и индуктивные диафрагмы, резонансное окно. Связь полного сопротивления нагрузки с коэффициентом отражения. Устройство и принцип действия поляризационного измерителя. Калибровка измерения фазы коэффициента отражения.

Тема 13. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи терморезисторного измерителя.**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Устройство и принцип действия терморезисторного измерителя. Режимы работы. Измеритель с автоматической балансировкой моста.

Тема 14. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи термоэлектрического измерителя**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Устройство и принцип действия термоэлектрического измерителя. Назначение согласующего каскада. Блок-схема УПТ с преобразованием напряжения.

Тема 15. Измерение элементов матрицы рассеяния четырехполюсника в диапазоне СВЧ**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Понятие о матрице рассеяния четырехполюсника. Методика измерения параметров матрицы рассеяния симметричных пассивных волноводных четырехполюсников трехсантиметрового диапазона.

Тема 16. Измерение нагруженной добротности объемных резонаторов**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Знакомство с понятием добротность в применении к объемному резонатору - колебательной системе диапазона СВЧ, с различными методами измерения добротности объемных резонаторов. Измерение добротности объемных резонаторов методом резонансных характеристик.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Уравнения электромагнитного поля. Электромагнитные волны в направляющих системах.	8	1	Проработка материала лекции и гл.2 книги Лебедева "Техника и приборы СВЧ"	2	устный опрос
2.	Тема 2. Прямоугольный и круглый цилиндрический волноводы в одноволновом режиме.	8	2	Проработка материала лекции и гл.3 и 4 книги Лебедева "Техника и приборы СВЧ"	2	устный опрос
3.	Тема 3. Основные элементы волноводного тракта.	8	3	Проработка материала лекции и гл. 8 книги Лебедева "Техника и приборы СВЧ"	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. СВЧ-устройства с использованием ферритов.	8	4	Проработка материала лекции и гл.8 книги Лебедева "Техника и приборы СВЧ"	2	устный опрос
5.	Тема 5. Объемные резонаторы.	8	5	Проработка материала лекции и гл.9, 10 книги Лебедева "Техника и приборы СВЧ". Подготовка к тестиров	6	устный опрос
6.	Тема 6. Генераторы СВЧ	8	6	Проработка материала лекции и гл.12-16 книги Милованова, Собенина "Техника сверхвысоких частот".	2	тестирование
7.	Тема 7. Измерительные приборы СВЧ.	8	7	Проработка материала лекции и гл.17-21 книги Милованова, Собенина "Техника сверхвысоких частот". Под	6	устный опрос
8.	Тема 8. Исследование отражательного клизотрона.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
9.	Тема 9. Исследование генератора на диоде Ганна.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
10.	Тема 10. Исследование усилительной лампы бегущей волны типа О.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
11.	Тема 11. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи измерительной линии.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи поляризационного измерителя.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
13.	Тема 13. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи терморезисторного измерителя.	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
14.	Тема 14. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи термоэлектрического измерителя	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
15.	Тема 15. Измерение элементов матрицы рассеяния четырехполюсника в диапазоне СВЧ	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
16.	Тема 16. Измерение нагруженной добротности объемных резонаторов	8	1-17	подготовка к отчету	4	отчет
	Итого				58	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции, самостоятельная работа студента, самостоятельная работа студента в лаборатории, консультации. При проведении лабораторных работ используется следующее методическое пособие:

1. А.В.Дуглав, Б.Г.Тарасов, В.Г.Степанов. Лабораторный практикум по курсу "Электродинамика СВЧ". Изд-во КГУ, Казань, 2003 г., 142 стр.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Уравнения электромагнитного поля. Электромагнитные волны в направляющих системах.

устный опрос , примерные вопросы:

Отличие ТЕМ-волн от волн типа Е и Н.

Тема 2. Прямоугольный и круглый цилиндрический волноводы в одноволновом режиме.

устный опрос , примерные вопросы:

Определение одноволнового режима.

Тема 3. Основные элементы волноводного тракта.

устный опрос , примерные вопросы:

Свойства дроссельного фланца.

Тема 4. СВЧ-устройства с использованием ферритов.

устный опрос , примерные вопросы:

Основное свойство СВЧ-устройств с использованием ферритов.

Тема 5. Объемные резонаторы.

устный опрос , примерные вопросы:

Определение добротности резонатора. Виды добротности.

Тема 6. Генераторы СВЧ

тестирование , примерные вопросы:

Примерные вопросы теста: Волна типа Н в волноводе (определение). Волна типа ТЕМ (определение). Граничные условия для поля Е на идеально проводящих стенках волновода. Критическая длина волны (определение) Основной тип волны в прямоугольном волноводе. Основной тип колебаний в резонаторе (определение). Внешняя (радиационная) добротность объемного резонатора (определение).

Тема 7. Измерительные приборы СВЧ.

устный опрос , примерные вопросы:

Какие параметры СВЧ-тракта можно измерить с помощью измерительной линии?

Тема 8. Исследование отражательного клистрона.

отчет , примерные вопросы:

Чем обусловлено применение тороидального резонатора в клистроне? Какие еще типы резонаторов могут применяться в клистроне? Чем обусловлены потери в резонаторе клистрона? Векторные диаграммы напряжений и токов в двухполюснике. Объяснение зависимости частоты генерации клистрона от напряжения на отражателе при помощи векторных диаграмм. Зависит ли частота генерации от напряжения на резонаторе? Почему частоту регулируют напряжением на отражателе, а не на резонаторе? Чем определяется глубина модуляции скорости электрона в клистроне? Что выгоднее: увеличивать глубину модуляции изменением постоянного напряжения на отражателе и резонаторе или уменьшением расстояния между сетками резонатора? Почему?

Тема 9. Исследование генератора на диоде Ганна.

отчет , примерные вопросы:

Режимы работы генератора на диоде Ганна. Перестройка частоты генератора.

Тема 10. Исследование усилительной лампы бегущей волны типа О.

отчет , примерные вопросы:

Пространственные гармоники, отличие от частотных гармоник. Прямые и обратные пространственные гармоники ? что это такое? Замедляющие системы: назначение, типы, коэффициент замедления. Назначение магнитного поля в ЛБВ типа О и М. Траектория движения электрона в магнитном поле. Почему ЛБВ может самовозбудиться? Какие условия должны быть выполнены для этого? Как предотвращается самовозбуждение в ЛБВ? При каких упрощающих предположениях строится линейная теория ЛБВ? Как зависит коэффициент усиления ЛБВ от длины замедляющей системы и от амплитуды входного сигнала? Что такое ?начальные потери? в ЛБВ? Чем объясняется их наличие в ЛБВ?

Тема 11. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи измерительной линии.

отчет , примерные вопросы:

Физический смысл настройки измерительной линии. Почему и к каким ошибкам могут привести неточная настройка контура зонда и контура детектора? Как определяется КСВ линии в случае линейного и квадратичного детектирования сигнала? Что такое ?условный конец линии?, методика его определения. Зачем нужно знать положение условного конца линии? Зачем после диафрагмы, сопротивление которой измеряется, включается согласованная волноводная нагрузка? Что можно (в принципе) включить вместо согласованной нагрузки?

Тема 12. Измерение полных сопротивлений в диапазоне СВЧ при помощи поляризационного измерителя.

отчет , примерные вопросы:

Почему максимум и минимум отсчета сигнала вращающейся детекторной секции определяют КСВ в основном волноводе? Какой будет зависимость сигнала от угла поворота детекторной секции (в случае линейного и квадратичного детектирования) при наличии чисто стоячей волны в основном волноводе и почему? Зачем после диафрагмы, сопротивление которой измеряется, включается согласованная волноводная нагрузка? Что можно (в принципе) включить вместо согласованной нагрузки?

Тема 13. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи терморезисторного измерителя.

отчет , примерные вопросы:

В чем суть метода замещения? Почему изменением внешнего тока можно сбалансировать мост терморезисторного измерителя мощности? Какой мост называется сбалансированным? Можно ли в измерителе мощности использовать терморезисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС)?

Тема 14. Измерение мощности в диапазоне СВЧ при помощи термоэлектрического измерителя

отчет , примерные вопросы:

Чем отличается согласование генератора с волноводом (линией) от согласования термоэлектрического датчика с входом УПТ? Какие преимущества дает использование П-образного волновода? С какой целью в измерителе используется УПТ с преобразованием типа ?модулятор-демодулятор?? Можно ли в данном случае использовать УПТ без преобразования?

Тема 15. Измерение элементов матрицы рассеяния четырехполюсника в диапазоне СВЧ

отчет , примерные вопросы:

Дать определение матрицы рассеяния. Записать матрицы рассеяния реального и идеального (недиссипативного) взаимного четырехполюсника. Что такое плоскость отсчета при измерении коэффициента отражения? Связь между коэффициентом отражения и КСВ. Как определяется КСВ при квадратичном детектировании? Схема эксперимента для определения элементов матрицы рассеяния четырехполюсника. Методика определения элементов матрицы рассеяния. Особенности определения элементов матрицы рассеяния взаимного четырехполюсника.

Тема 16. Измерение нагруженной добротности объемных резонаторов

отчет , примерные вопросы:

Резонатор СВЧ и его добротность. Собственная (ненагруженная), нагруженная и внешняя добротность резонатора. Чем определяется собственная добротность резонатора? Что такое критический режим работы резонатора? Структура электромагнитного поля колебаний типа H_{10m} в прямоугольном резонаторе, H_{11m} и H_{01m} в цилиндрическом резонаторе. Экспериментальная установка и методика определения добротности резонатора по резонансной характеристике для проходного и отражательного резонатора. Определение добротности резонатора методом декремента.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме письменных контрольных заданий, текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по каждой лабораторной работе и итоговый контроль в форме зачета. Зачет проводится в соответствии с приведенной выше программой; контрольные работы формируются на основе следующей литературы:

1. А.В.Дуглав, Б.Г.Тарасов. Задачи и упражнения по курсу "Электродинамика СВЧ". Изд-во КГУ, Казань, 2000, 26 стр.

Самостоятельная работа студентов по темам 1-6 должна способствовать главным образом для приобретения компетенции ПК-2, по темам 7-16 - для приобретения компетенции ПК-16, ПК-19, ПК-21.

Вопросы к зачету

1. Уравнения электромагнитного поля. Плоская электромагнитная волна.
2. Электромагнитные волны в направляющих системах. Граничные условия для полей E и H на стенках волновода.
3. Волны в прямоугольных волноводах. Уравнения для продольных составляющих поля E и H . Волна типа H в волноводе. Волна типа E в волноводе. Критическая длина волны. Основной тип волны в волноводе. Диаграмма возбуждения волновода. Режим отсечки, одноволновый режим.
4. Волны типа H_{mn} в прямоугольных волноводах. Физический смысл индексов. Возможные значения индексов. Составляющие поля H и E . Критическая длина волны.
5. Основной тип волны (определение). Основной тип волны в прямоугольном волноводе. Силовые линии полей E и H .
6. Волны типа E_{mn} в прямоугольных волноводах. Физический смысл индексов. Возможные значения индексов. Составляющие поля H и E . Критическая длина волны.
7. Волна E_{11} в прямоугольном волноводе. Силовые линии полей E и H .
8. Поверхностные токи в стенках волновода (волна H_{10} в прямоугольном волноводе). Принцип, согласно которому можно нарушать целостность стенок волновода, не влияя на распространение волны по волноводу.
9. Волны H_{mn} в круглом цилиндрическом волноводе. Физический смысл индексов. Возможные значения индексов. Критическая длина волны.
10. Основной тип волны (определение). Основной тип волны в круглом цилиндрическом волноводе. Силовые линии полей E и H .
11. Волна типа H_{01} в круглом цилиндрическом волноводе. Силовые линии полей E и H .
12. Волны E_{mn} в круглом цилиндрическом волноводе. Физический смысл индексов. Возможные значения индексов. Критическая длина волны.
13. Волна типа E_{01} в круглом цилиндрическом волноводе. Силовые линии полей E и H .
14. Распространение волн в волноводах с потерями. Коэффициент затухания. Поверхностное сопротивление (определение). Поверхностная плотность тока в стенках волновода (определение, единицы измерения).
15. Характеристическое сопротивление волновода, связь с E и H . Эквивалентное сопротивление волновода.
16. Основной тип колебаний в резонаторе (определение). Колебания типа H_{mnl} в прямоугольном резонаторе. Какие значения могут принимать индексы m , n и l ? Физический смысл индексов.
17. Колебания типа H_{101} в прямоугольном резонаторе. Силовые линии полей E и H .
18. Колебания типа E_{mnl} в прямоугольном резонаторе. Какие значения могут принимать индексы m , n и l ? Физический смысл индексов.
19. Колебания типа E_{110} в прямоугольном резонаторе. Силовые линии полей E и H .
20. Колебания типа H_{mnl} в круглом цилиндрическом резонаторе. Какие значения могут принимать индексы m , n и l ? Физический смысл индексов.
21. Колебания типа H_{011} в круглом цилиндрическом резонаторе. Силовые линии полей E и H .
22. Колебания типа E_{mnl} в круглом цилиндрическом резонаторе. Какие значения могут принимать индексы m , n и l ? Физический смысл индексов.
23. Колебания типа E_{010} в круглом цилиндрическом резонаторе. Силовые линии полей E и H .
24. Собственная, внешняя (радиационная), нагруженная добротность объемного резонатора (определение). Коэффициент связи резонатора с волноводом (определение). Критическая связь.
25. Собственная добротность прямоугольного резонатора для колебаний H_{101} и H_{102} .

26. Вырожденные типы колебаний в круглых цилиндрических резонаторах.

7.1. Основная литература:

1. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2, 500 экз.
<http://znanium.com/bookread.php?book=367972>
2. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. СПб., изд. Лань, 2007 - 704с. ISBN 978-5-8114-0706-4. <http://e.lanbook.com/view/book/118/page1/>
3. Муромцев Д.Ю., Зырянов Ю.Т., Федюнин П.А., Белоусов О.А., Рябов А.В., Головченко Е.В. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во "Лань", 2014. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1637-0. <http://e.lanbook.com/view/book/50680/page1/>
4. Электродинамика: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-98281-329-9, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=391337>
5. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0332-6, 500 экз.
<http://znanium.com/bookread.php?book=424601>

7.2. Дополнительная литература:

1. И. В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. т.1, Техника сверхвысоких частот. Высшая школа, М., 1970.
2. Бердышев, В. П. Радиолокационные системы [Электронный ресурс] : учебник / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 400 с. - ISBN 978-5-7638 2479-7.
<http://www.znanium.com/bookread.php?book=442536>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Википедия - <http://ru.wikipedia.org>
Все для студента - <http://www.twirpx.com/>
Научная библиотека им. Н.И.Лобачевского - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5056
Электронно-библиотечная система - <http://ibooks.ru>
Электронные книги - <http://eknigi.org/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Техника СВЧ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, методические пособия, Интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 222900.62 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Дуглав А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.В. _____

"__" _____ 201__ г.