**Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»**

**Утверждено**
**Директор Института**
**Агаронян А.К.**
**«19» июня 2026 г., протокол № 10**
**Утвержден Ученым Советом ИМФВТ**

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины: Б3.В.ДВ.06.01 «Физические основы техники СВЧ»**

*Автор* ***доктор тех. наук, профессор Аветисян В.Г.***
*Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)*

**Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

**Согласовано:**

Заведующий Базовой кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.
_____
(подпись)

# 1. АННОТАЦИЯ

**1.1.** Учебная программа «Физические основы техники СВЧ» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в областях телекоммуникаций, электроники и микроэлектроники, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками в технике сверхвысоких частот (СВЧ), поскольку узлы, устройства и системы СВЧ являются важными составными частями современных телекоммуникационных систем и сетей, а в самих узлах и устройствах СВЧ широко применяются приборы и устройства электроники и микроэлектроники. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческому профессиональному восприятию последующих специальных дисциплин.

**1.2.** Трудоемкость в академических кредитах -5 и часах - 180, формы итогового контроля - экзамен;

**1.3.** Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с последующими дисциплинами: основные узлы беспроводной связи, построение телекоммуникационных сетей и систем, теория связи с подвижными объектами, а также с теорией электронных и микроэлектронных устройств, с их прикладными задачами и с последующими УМКД магистратуры

**1.4.** Результаты освоения программы дисциплины:

| **Код компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Наименование индикатора достижений компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* |
|---|---|---|---|
| **УК-2.** | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | **УК-2.1** | **Знает** виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач, методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **УК-2.2**<br><br><br><br><br>**УК-2.3** | **Умеет** использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.<br>**Владеет** методиками разработки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией. |
| **ПК -1** | Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи | **ПК -1.1**<br><br><br><br><br><br><br><br>**ПК-1.2**<br><br><br><br><br><br><br>**ПК -1.3** | **Знает** принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи<br>**Умеет** анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций<br>**Владеет** навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и<br>оборудовании по обеспечению реализации услуг |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ПК -2** | Способен осуществлять управление объектами, проблемами, релизами, конфигурацией, параметрами оборудования и сети | **ПК -2.1**<br><br><br><br><br>**ПК -2.2**<br><br><br><br><br><br>**ПК -2.3** | **Знает** правила работы с различными информационными системами и базами данных<br>**Умеет** работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств;<br>**Владеет** навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования |

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**2.1.** ***Цель дисциплины*** - ознакомление студентов с физическими принципами распространения волн СВЧ, работы СВЧ трактов и составляющих их элементов, основными закономерностями процессов в различных типах вакуумных и твердотельных СВЧ приборов, а также конструкциями различных СВЧ приборов и устройств. Изучение основ теории классической макроскопической электродинамики, электромагнитных явлений, происходящих в различных средах и при распространении волн, формирования у студентов навыков постановки и решения задач электродинамического характера, а также выполнения необходимых расчетов.

***Задача*** - обеспечение основополагающих знаний и навыков в СВЧ технике.

**2.2.** Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах- 180 и зачетных единицах - 5) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

| **Виды учебной работы** | **Всего, в акад. часах** | **Распределение по семестрам** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **_III__ сем** | **_IV_ сем** | **_V_ сем** | **_VI сем** | **_VII сем** | **VIII сем** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:** | **180** | | | | **180** | | |
| 1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.: | **80** | | | | **80** | | |
| 1.1.1.Лекции | **48** | | | | **48** | | |
| 1.1.2.Практические занятия, в т. ч. | **32** | | | | **32** | | |
| 1.1.3.Лабораторные работы | **32** | | | | **32** | | |
| 1.1.4.Другие виды (указать) | | | | | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.: | **73** | | | | **73** | | |
| 1.2.1. Подготовка к экзаменам | **27** | | | | **27** | | |
| 1.2.1.1.Письменные домашние задания | **40** | | | | **40** | | |
| 1.3. Консультации | **6** | | | | **6** | | |
| 1.4. Другие методы и формы занятий | | | | | | | |
| Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать) | **Экзамен 27** | | | | **27** | | |

## 2.3. Содержание дисциплины

### 2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

| Разделы и темы дисциплины | **Всего (ак. часов)** | **Лекционные занятия (ак. часов)** | **Семинарские занятия (ак. часов)** | **Практические занятия (ак. часов)** | **Лабораторные работы (ак. часов)** |
|---|---|---|---|---|---|
| *1* | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ | **8** | **8** | **-** | **-** | **-** |
| **Введение** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 1. Основные законы электродинамики и виды сред** | **4** | **4** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 1.1.Уравнение Максвелла и материальные уравнения*** | **2** | **2** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 1.2.Классификация сред на проводники, диэлектрики и полупроводники*** | **2** | **2** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 2. Принцип суперпозиции и понятие волнового процесса** | **3** | **3** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.1. Принцип суперпозиции и линейная однородная среда без сторонних токов в переменном электромагнитном поле*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.2. Однородная плоская волна в неограниченной однородной линейной среде*** | **2** | **2** | **-** | **-** | **-** |
| МОДУЛЬ 2. СВЧ ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ НЕОГРАНИЧЕННЫХ СРЕДАХ И ЯВЛЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ ИХ РАЗДЕЛА | **10** | **10** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 3. Волны в различных неограниченных средах** | **4** | **4** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 3.1. Волны в диэлектрике*** | **1.5** | **1.5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 3.2. Волны в проводнике*** | **1.5** | **1.5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 3.3. Анизотропия. Понятие гиротропной среды. Общая характеристика распространения волны в таких средах*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 4. Волновые процессы на границах раздела сред** | **6** | **6** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 4.1. Явления на плоской границе раздела двух сред*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 4.2. Явления при нормальном падении*** | **2** | **2** | | | |
| ***Тема 4.3. Явления при наклонном падении на границу диэлектрик- металл*** | **2** | **2** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 4.4. Типы и параметры направляемых волн*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| МОДУЛЬ 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ СИГНАЛОВ В ПЕРЕДАЮЩИХ ЛИНИЯХ | **28** | **12** | **-** | **-** | **16** |
| **Раздел 5. Линии передачи СВЧ сигналов** | **10** | **6** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 5.1. Линии передачи ТЕМ сигналов*** | **1** | **1** | **-** | **-** | |
| ***Тема 5.2. Полые металлические волноводы пямоугольного сечения и волноводы П- и Н- образных сечений*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 5.3. Полые металлические волноводы круглого и эллиптического сечений*** | **2** | **2** | **-** | **-** | |
| ***Тема 5.4. Иные линии передачи СВЧ*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 6. Принципы согласования линий передач СВЧ и методы его осуществления** | **18** | **6** | **-** | **-** | **8** |
| ***Тема 6.1. Линия передачи с распределёнными параметрами*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 6.2. Резонансы в линии передачи*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 6.3. Виды и способы согласования на СВЧ*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| МОДУЛЬ 4. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ СИГНАЛОВ В ФЕРРИТОВОЙ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ | **6** | **6** | | | |
| **Раздел 7. Феррит в сильном постоянном магнитном поле** | **1** | **1** | | | |
| ***Тема 7.1. Феррит в сильном постоянном магнитном поле. Прецессия электронного спина*** | **1** | **1** | | | |
| **Раздел 8. Намагниченный феррит в переменном электромагнитном поле** | **5** | **5** | | | |
| ***Тема 8.1. Явление вынужденной прецессии намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле*** | **1** | **1** | | | |
| ***Тема 8.2. Случай продольно-намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле*** | **2** | **2** | | | |
| ***Тема 8.3. Случай поперечно-намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле*** | **2** | **2** | | | |
| МОДУЛЬ 5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СВЧ ТРАКТОВ И УПРАВЛЕНИЯ СВЧ СИГНАЛАМИ | **10** | **6** | **-** | **-** | **4** |
| **Раздел 9. Принципы построения СВЧ трактов и их пассивные устройства** | **8** | **4** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 9.1. Принципы сочленений СВЧ трактов*** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 9.2. Согласованные нагрузки, короткозамыкатели, фазовращатели и аттенюаторы*** | **1** | **1** | **-** | **-** | |
| ***Тема 9.3. Объёмные резонаторы, фильтры, замедляющие системы*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| **Раздел 10. Физические основы управления СВЧ сигналами** | **2** | **2** | **-** | **-** | |
| ***Тема 10.1. Деление СВЧ мощности с помощью тройников, направленных ответвителей и СВЧ мостов*** | **1** | **1** | **-** | **-** | |
| ***Тема 10.2. Управляющие СВЧ устройства на*** | **0.5** | **0.5** | **-** | **-** | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***полупроводниках*** | | | | | |
| ***Тема 10.3. Ферритовые СВЧ устройства*** | **0.5** | **0.5** | **-** | **-** | |
| МОДУЛЬ 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И УСИЛЕНИЯ СВЧ СИГНАЛОВ | **15** | **7** | **-** | **-** | **8** |
| **Раздел 11. Физические основы автоколебательной системы** | **3** | **3** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 11.1. Энергетика автоколебательной системы, понятия динамической устойчивости и вносимого отрицательного сопротивления*** | **3** | **3** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 12. Генераторы и усилители СВЧ сигналов** | **10** | **2** | **-** | **-** | **8** |
| ***Тема 12.1. Вакуумные СВЧ генераторы и усилители*** | **2** | **2** | **-** | | **4** |
| ***Тема 12.2. Твёрдотельные СВЧ генераторы и усилители*** | **6** | **2** | **-** | **-** | **4** |
| МОДУЛЬ 7. ОСНОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННО – ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРИЁМА СВЧ СИГНАЛОВ | **5** | **3** | **-** | **-** | **8** |
| **Раздел 13. Виды СВЧ антенн и поля их излучения** | **1** | **1,5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 13.1. Виды антенн СВЧ и их классификация*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 13.2. Зоны поля излучения антенны*** | **0,5** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 14. Основные параметры антенн** | **1,5** | **1,5** | **-** | **-** | **8** |
| ***Тема 14.1. Направленность и коэффициент направленного действия антенны*** | **0,5** | **1** | **-** | **-** | **4** |
| ***Тема 14.2. Другие основные параметры антенн*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | **2** |
| МОДУЛЬ 8. ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ СВЧ СИГНАЛОВ И ПРИЛОЖЕНИЯ СВЧ ТЕХНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ | **2** | **2** | **-** | **-** | |
| **Раздел 15. Обработка СВЧ сигналов** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 15.1. Принципы детектирования и измерения СВЧ мощности*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | |
| ***Тема 15.2. Принципы частотного преобразования и умножения частоты СВЧ сигналов*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | |
| **Раздел 16. Краткий обзор приложений СВЧ** | **1** | **1** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 16.1. СВЧ системы связи и зондирования*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 16.2. Применение СВЧ в народном хозяйстве*** | **0,5** | **0,5** | **-** | **-** | **-** |
| **ИТОГО** | **80** | **48** | **-** | **-** | **32** |

### 2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

## МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

***Введение***

Предмет дисциплины и её задачи. Структура курса, виды и методы подготовки и контроля. Рекомендуемая литература.

(Б [1], Введение; О [1], Введение)

**Раздел1. Основные законы электродинамики и виды сред**

***Тема 1.1. Уравнение Максвелла и материальные уравнения***

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Обобщённые законы Ампера, Фарадея, Гаусса и закон отсутствия магнитных зарядов в интегральных формах. Закон сохранения зарядов и уравнение непрерывности. Закон Ампера в случае постоянных токов. Ток смещения. Обобщённый закон Ампера. Материальные уравнения сред. Определения линейных, изотропных, однородных и анизотропных сред.

(Б [1], гл.1,§1.4, гл.2, §§2.1 - 2.7)

***Тема 1.2. Классификация сред на проводники, диэлектрики и полупроводники***

Закон Ома. Диэлектрическая проницаемость среды. Поляризованность среды. Виды сред по признаку поляризованности. Потери при поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости и потерь на поляризацию от частоты приложенного поля. Магнитная проницаемость. Виды сред по признаку намагничивания. Потери при намагничивании. Обобщенный закон Ампера в дифференциальной форме в случае монохроматического поля и отсутствия сторонних токов в среде. Критерий классификации сред на проводники, диэлектрики и полупроводники.

(Б [1], гл.1, §1.4, гл.3, §§3.1 - 3.2)

**Раздел 2. Принцип суперпозиции и понятие волнового процесса**

***Тема 2.1. Принцип суперпозиции и линейная однородная среда без сторонних токов в переменном электромагнитном поле***

Принцип суперпозиции в случае немонохроматического поля. Отсутствие пространственных зарядов в линейной однородной среде в переменном поле. Волновые уравнения Гельмгольца для векторов E и H. Волновой процесс как функция координат и времени. Определение фазового фронта волны и основные виды волн. Понятие однородной волны.

(Б [1], гл.3, §§3.3 - 3.4)

***Тема 2.2. Однородная плоская волна в неограниченной однородной линейной среде***

Прямая и обратная волны. Фазовая скорость волны. Длина волны. Волновой вектор. Поперечная ТЕМ-волна. Волновое сопротивление среды. Виды поляризации волн.

(Б [1], гл.3, §§3.5, 3.8)

## МОДУЛЬ 2. СВЧ ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ И ЯВЛЕНИЯ НА ГРАНИЦЕ ИХ РАЗДЕЛА

### Раздел 3. Волны в различных неограниченных средах

***Тема 3.1. Волны в диэлектрике***

Волны в диэлектрике с малыми потерями на поляризацию и отсутствием магнитных потерь. Волновое число, фазовая скорость волны, длина волны, волновое сопротивление диэлектрика и вакуума. Сложение волн, бегущих навстречу друг другу. Стоячая и бегущая волны. Типичные диэлектрики, используемые на СВЧ.

(Б [1], гл.3, § 3.6; О [4], гл.3, §34)

***Тема 3.2. Волны в проводнике***

Волны в проводнике при отсутствии магнитных потерь. Скин-слой. Волновое сопротивление проводящей среды. Сопротивление по постоянному току, эквивалентное активной части волнового сопротивления проводящей среды. Протекание токов высокой частоты по проводнику. Скин-эффект; борьба с ним и его использование.

(Б [1], гл.3, §3.7)

***Тема 3.3. Анизотропия. Понятие гиротропной среды. Общая характеристика распространения волны в таких средах.***

Анизотропия. Тензоры диэлектрической и магнитной проницаемостей в анизотропных средах. Естественная и искусственная анизотропия и понятие гиротропности. Невзаимные устройства..

(Б [1], гл.16, §§16.1 - 16.3)

### Раздел 4. Волновые процессы на границах раздела сред

***Тема 4.1. Явления на плоской границе раздела двух сред***

Критерй плоскостности границы раздела сред. Законы отражения и преломления. Следствия формул Френеля. Отражение и преломление на границе раздела идеальных диэлектриков.

Угол Брюстера, его применение на СВЧ. Понятие более плотной среды. Полное внутреннее отражение. Поверхностная волна. Понятие диэлектрического волновода.
(Б [1], гл.6, §§6.1 - 6.3)

***Тема 4.2. Явления при нормальном падении***

Явления при отсутствии поглощения в средах. Нормальное падение на сильно поглощающую среду. Случаи падения на реальный и идеальный проводники. Простейший резонатор из двух проводящих пластин; собственные частоты резонатора и фильтрующие свойства резонатора. Понятия частотной полосы пропускания резонатора и его добротности. (О [4], гл.3, §36)

***Тема 4.3. Явления при наклонном падении на границу диэлектрик-металл***

Наклонное падение плоской волны на границу диэлектрик-металл. Направляемая волна. Падение волн различных поляризаций. Простейший волновод из двух металлических пластин. Прямоугольный волновод. Объёмный прямоугольный резонатор.
(О [4], гл.3, §39)

***Тема 4.4. Типы и параметры направляемых волн***

Волны типа Н и Е. Критическая длина волны и частота отсечки в прямоугольном волноводе. Докритический и закритический режимы работы волновода. Фазовая скорость и длина волны в прямоугольном волноводе; концепция Бриллюэна, энергетическая скорость волны в волноводе и соотношение между ней и фазовой скоростью.. Дисперсия волн. Примеры нормальных и аномальных дисперсных сред и направляющих систем. Понятие поверхностного импенданса и граничное условие Леонтовича. Поглощение энергии в проводнике при отражении волны от него и эквивалентный поверхностный ток в проводнике.
(Б [1], гл.6, § 3.4, гл.8, §§8.5, 8.6)

## МОДУЛЬ 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ СИГНАЛОВ В ПЕРЕДАЮЩИХ ЛИНИЯХ

### Раздел 5. Линии передачи СВЧ сигналов

***Тема 5.1. Линии передачи ТЕМ волн***

Однопроводная линия. Двухпроводная линия. Четырехпроводная линия. Коаксильная линия. Волновые сопротивления этих линий. Сравнение этих линий передачи и их недостатки при работе на СВЧ.
(Б [1], гл.10, §§10.3 - 10.5)

***Тема 5.2. Полые металлические волноводы прямоугольного сечения и волноводы П- и Н- образных сечений***

Волны $H_{mn}$ и $E_{mn}$. Критические частоты и длины волн. Картины силовых линий в поперечном и продольном направлениях волновода. Основная волна типа $H_{10}$ прямоугольного волновода. Критические длина волны и частота волны $H_{10}$ . Структура волны $H_{10}$, характер ее затухания с изменением частоты. Выбор размеров одномодового прямоугольного волновода. Преимущества и недостатки волноводов П- и Н- сечений. Картина силовых линий основной волны $H_{10}$ в П и Н волноводах.

(Б [1], гл.9, §§9.1 - 9.4)

### *Тема 5.3. Полые металлические волноводы круглого и эллиптического сечений*

Критические частоты Е и Н волн. Основная волна $H_{11}$ круглого волновода. Условие одномодового режима этой волны и её структура. Явление поляризационного вырождения. Эллиптические волноводы. Оптимальные параметры эллиптического волновода.

(Б [1], гл.9, §§9.5 - 9.6)

### *Тема 5.4. Иные линии передачи СВЧ*

Общий недостаток одномодовых волноводов любого сечения. Сверхразмерные полые металлические и металло–диэлектрические волноводы. Зеркально–линзовые линии передачи. Диэлектрические волноводы. Полосковые и микрополосковые линии передачи.

(О [5], гл.1, § 1,1; О [11], гл.1, §§1,2)

## **Раздел 6. Принципы согласования линий передач СВЧ и методы его осуществления**

### *Тема 6.1. Линия передачи с распределёнными параметрами*

Регулярная линия передачи. Телеграфные уравнения. Характеристическое сопротивление линии без потерь, коэффициент отражения. Входное сопротивление линии, нагруженной на комплексную нагрузку. Ее характер при некоторых частных случаях нагрузки.

(О [5], гл.1, §1.2, О [13], гл.6, §§43 - 45)

### *Тема 6.2. Резонансы в линии передачи*

Линия, нагруженная на характеристическое сопротивление. Режим бегущей волны. Случай произвольной нагрузки, не равной характеристическому сопротивлению. Режим смешанных волн. Трансформирующие свойства четвертьволновой линии, нагруженной на активное сопротивление. Коэффициент стоячей волны по напряжению. Графики напряжения и входного сопротивления в зависимости от длины линии передачи и некоторых частных случаев нагрузок линии.

(О [5], гл.1, §1.2, О [13], гл.6, §§45 - 48)

***Тема 6.3. Виды и способы согласования на СВЧ***

Низкочастотное согласование. Условия согласования на СВЧ и преимущества согласованной СВЧ линии. Узкополосное согласование – согласование четвертьволновым трансформатором, последовательным и параллельным шлейфами. Широкополосное согласование – согласование частотным компенсатором, ступенчатыми и плавными трансформаторами. Примеры согласующих устройств в линиях передачи СВЧ – в волноводных, коаксильных и микрополосковых.

(Б [1], гл.13, §13.5, гл.14, §§14.4 - 14.6 ; О [5], гл.2, §§2.1 - 2.4)

## МОДУЛЬ 4. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЧ СИГНАЛОВ В ФЕРРИТОВОЙ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ

### Раздел 7. Феррит в сильном постоянном магнитном поле

***Тема 7.1. Феррит в сильном постоянном магнитном поле. Прецессия электронного спина***

Применение ферритов в технике СВЧ и их типичные характеристики. Феррит в постоянном магнитном поле. Магнитный спиновый и механический моменты электрона. Гиромагнитное отношение и частота свободной прецессии спина – частота ферромагнитного резонанса. Затухающая природа свободной прецессии из-за потерь в феррите.

(Б [1], гл.16, §§16.1 - 16.3)

### Раздел 8. Намагниченный феррит в переменном электромагнитном поле

***Тема 8.1. Явление вынужденной прецессии намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле***

Исходные предположения. Явление вынужденной прецессии в намагниченном феррите, при распространении в нем электромагнитной волны. Тензор комплексной магнитной проницаемости. Уравнения Максвелла для электромагнитной волны, распространяющейся в анизотропной ферритовой среде.

(Б [1], гл.16, §§16.1 - 16.3)

***Тема 8.2. Случай продольно-намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле***

Уравнения Максвелла для этого случая. Решения уравнений в виде волн правой и левой круговых поляризаций. Эффекты резонансного поглощения, вытеснения поля и вращения плоскости поляризации – эффекта Фарадея. Невзаимность этих эффектов.

(Б [1], гл.16, §§16.1 - 16.3)

### *Тема 8.3. Случай поперечно-намагниченного феррита, находящегося в переменном электромагнитном поле*

Уравнения Максвелла для этого случая. Решения уравнений в виде обыкновенной и необыкновенной волн. Эффекты резонансного поглощения, вытеснения поля и вращения плоскости поляризации – эффекта Фарадея. Невзаимность этих эффектов. Сравнение обоих случаев – сходство и отличие.

(Б [1], гл.16, §§16.1 - 16.3)

## МОДУЛЬ 5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СВЧ ТРАКТОВ И УПРАВЛЕНИЯ СВЧ СИГНАЛАМИ

## Раздел 9. Принципы построения СВЧ трактов и их пассивные устройства

### *Тема 9.1. Принципы сочленений СВЧ трактов*

Контактные и дроссельно–фланцевые соединения волноводов. Соединение «штырь–гнездо» коаксильных линий. Ступенчатые и плавные Е и Н волноводные изгибы. Волноводная скрутка. Коаксильные изгибы. Изгибы микрополосковых линий. Переходы между различными линиями передачи СВЧ.

(Б [1], гл.13, §13.4, гл.14, §14.7; О [5], гл.3, §§3.1 - 3.3)

### *Тема 9.2. Согласованные нагрузки, короткозамыкатели, фазовращатели и аттенюаторы*

Согласованные нагрузки – волноводные, коаксильные и микрополосковые. Короткозамыкающие волноводные и коаксильные поршни с лепестками и дроссельного типа. Телескопические и тромбонные фазовращатели. Диэлектрические волноводные фазовращатели и поглощающие аттенюаторы.

(Б [1], гл.13, §13.5; О [6], гл.3, §§3.1 - 3.4)

### *Тема 9.3. Объёмные резонаторы, фильтры, замедляющие системы*

Торроидальные, шаровые, цилиндрические и прямоугольные резонаторы. Кольцевой резонатор бегущей волны. Квазиоптические резонаторы. Параметры резонаторов –

добротность, АЧХ, полоса пропускания, ФЧХ. Фильтры и примеры замедляющих структур. (Б [1], гл.11; О [1], гл.10,11; О [6], гл.3, §§3.1 - 3.4;)

**Раздел 10. Физические основы управления СВЧ сигналами**

***Тема 10.1. Деление СВЧ мощности с помощью тройников, направленных ответвителей и СВЧ мостов***

Волноводные симметричные Y-тройники. Волноводные коаксильные и микрополосковые Т–тройники. Направленные ответвители – волноводный двухдырочный, с перекрывающимися волноводами, микрополосковые. Волноводный щелевой мост, кольцевой мост, двойной Т-мост. Фазодвигатели и преобразователи поляризации.

(Б [1], гл.15, §§15.1, 15.2; О [6], гл.3, §§3.1 - 3.4)

***Тема 10.2. Управляющие СВЧ устройства на полупроводниках***

Устройства управления фазой и амплитудой посредством полупроводниковых приборов.

(Б [1], гл.15, §§15.4; О [6], гл.3, §§3.1 - 3.4)

***Тема 10.3. Ферритовые СВЧ устройства***

Вентили резонансного типа и на эффекте смещения поля. Поляризационный вентиль. СВЧ Y-циркуляторы и ферритовые поляризационные циркуляторы и модуляторы.

(Б [1], гл.16, §§16.3 - 16.7; О [6], гл.3, §§3.1 - 3.4)

## МОДУЛЬ 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И УСИЛЕНИЯ СВЧ СИГНАЛОВ

**Раздел 11. Физические основы автоколебательной системы**

***Тема 11.1. Энергетика автоколебательной системы, понятия динамической устойчивости и вносимого отрицательного сопротивления***

Автоколебания. Скелетная схема резонансной автоколебательной системы. Динамическая устойчивость. Нелинейные системы с мягким и жёстким самовозбуждением. Условие самовозбуждения генератора. Вносимое отрицательное сопротивление. Комплексная обратная связь. Векторные диаграммы при разных случаях обратной связи. Представление колебательной системы с отрицательным сопротивлением.

(О [13], гл.9, §§79 - 82)

**Раздел 12. Генераторы и усилители СВЧ сигналов**

***Тема 12.1. Вакуумные СВЧ генераторы и усилители***

Вакуумный СВЧ триод – пример резонансной системы со статическим упрвлением электронного потока. Клистроны – СВЧ приборы с динамическим управлением электронного потока. Скоростная модуляция и модуляция электронного потока по плотности. Лампа бегущей волны - пример нерезонансной системы с динамическим управлением электронного потока. Лампа обратной волны, магнетроны. Принципы их действия, конструкции, предельные характеристики.

(О [3], гл.4, §§4.1 - 4.5, гл.5, §§5.1 - 5.7, гл.6, §6.1, §6.6, гл.7, §7.1, §7.2)

***Тема 12.2.Твердотельные СВЧ генераторы и усилители***

Генераторы и усилители на биополярных и полевых транзисторах, на туннельных, лавино-пролётных диодах и диодах Ганна. Принцип действия, конструкции, предельные характеристики.

(О [9], гл.7, §§7.2 - 7.6, О [10], гл.4 - 7)

## МОДУЛЬ 7. ОСНОВЫ ПРОСТРАНСТВЕННО – ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРИЁМА СВЧ СИГНАЛОВ

### Раздел 13. Виды СВЧ антенн и поля их излучения

***Тема 13.1. Виды антенн СВЧ и их классификация***

Антенна как устройство пространственно-избирательной передачи или приёма СВЧ сигналов. Виды СВЧ антенн и их классификация по типу излучающих элементов. Антенны с линейными токами, антенны поверхностных волн и апертурные антенны.

(О [7], Введение, В1 – В3, О [12], Введение, §1)

***Тема 13.2. Зоны поля излучения антенны***

Реактивная, ближняя и дальняя зоны поля излучения антенны. Характер распределения поля в этих зонах.

(О [7], гл.1, §§1.1 - 1.2)

### Раздел 14. Основные параметры антенн

***Тема 14.1. Направленность и коэффициент направленного действия антенны***

Диаграмма направленности, её представление в различных системах координат. Определение коэффициента направленного действия антенны.

(О [7], гл.1, §§1.3, О [12], Введение, §2)

***Тема 14.2. Другие основные параметры антенн***

Коэффициент полезного действия. Коэффициент усиления. Эффективная площадь. Соотношения между основными параметрами.

(О [7], гл.1, §§1.3, О [12], Введение, §2)

.

## МОДУЛЬ 8. ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ СВЧ СИГНАЛОВ И ПРИЛОЖЕНИЯ СВЧ ТЕХНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

### Раздел 15. Обработка СВЧ сигналов

#### *Тема 15.1. Принципы детектирования и измерения СВЧ мощности*

Принципы детектирования и измерения СВЧ мощности. Полупроводниковые диодные СВЧ детекторы. Принцип действия болометров, термисторов и калориметров.

(О [9], гл.4, §4.1, О [10], гл.4 - 7)

#### *Тема 15.2. Принципы частотного преобразования и умножения частоты СВЧ сигналов*

Принцип частотного преобразования СВЧ сигнала. Полупроводниковые диодные СВЧ смесители. Принцип умножения частоты СВЧ сгнала. Полупроводниковые диодные СВЧ умножители.

(О [9], гл.4, §4.2, гл. 7, §7.7, О [10], гл.4 - 7 )

### Раздел 16. Краткий обзор приложений СВЧ техники

#### *Тема 16.1. СВЧ системы связи и зондирования*

Наземные телекоммуникационные системы связи. Космические СВЧ системы связи и зондирование поверхности Земли.

(О [11], гл.3; Д [11], введение)

#### *Тема 16.2. Применение СВЧ в народном хозяйстве*

СВЧ промышленный нагрев. Применение СВЧ в медицине, авиации и военной технике.

(О [11], гл.3; Д [11], Введение)

### 2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий).

(каждая лабораторная работа – 4 часа, всего – 36 часов)

1. Ознакомление с элементами СВЧ тракта.
2. Ознакомление с СВЧ измерительными приборами..
3. Исследование режимов работы СВЧ тракта со снятием картины стоячих волн.
4. Измерение КСВН и АЧХ СВЧ пассивных устройств.
5. Настройка СВЧ фильтров
6. Ознакомление с СВЧ генераторами и измерение их параметров – мощность, частота.
7. Измерение параметров СВЧ транзисторного усилителя.
8. Ознакомление с излучающими системами и измерение диаграммы направленности антенны дециметрового диапазона..
9. Ознакомление с методами расчета СВЧ пассивных элементов и параметров излучающих устройств.

### 2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(Кратко представить перечень материально-технического оснащения, информационно-технических средств).

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп

## 1.1. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

| Формы контролей | Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям) | | Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля | | Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей | | Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке) | Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Вид учебной работы/контроля** | **М1** [1] | **М2** | **М1** | **М2** | **М1** | **М2** | | |
| Контрольная работа *(при наличии)* | | | 1 | 1 | | | | |
| Устный опрос *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Тест *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Лабораторные работы *(при наличии)* | 0,6 | 0,6 | | | | | | |
| Письменные домашние задания *(при наличии)* | 0,4 | 0,4 | | | | | | |
| Реферат *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Эссе *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Проект *(при наличии)* | | | | | | | | |
| *Другие формы (при наличии)* | | | | | | | | |
| Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей | | | | | 0,5 | 0,5 | | |
| Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей | | | | | 0,5 | 0,5 | | |
| Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей | | | | | | | 0,5 | |
| Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке | | | | | | | 0,5 | |

[1] Учебный Модуль

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| промежуточных контролей | | | | | | | | |
| Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля | | | | | | | | 0,4 |
| **Вес итогового контроля (Экзамен/зачет)** в результирующей оценке итогового контроля | | | | | | | | 0,6 экзамен |
| | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** | **∑ = 1** |

3. **Теоретический блок** ***(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)***

**<u>Рекомендуемая литература</u>**

**а) Базовые учебники**

1. Н.А. Семёнов. Техническая электродинамика.-М: Изд. Связь, 1983.

**б) Основная литература:**

1. А.Д. Григорьев. Электродинамика и техника СВЧ. – М: Изд Высшая школа, 1990.

2. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.1 - 1970.

3. И.В. Лебедев. Техника и приборы СВЧ. - М: Изд.ВШ. Т.2 - 1972.

4. В.В. Никольский. Электродинамика и распространение радиоволн. – М: Наука, 1973.

5. В.М. Максимов. Линии передачи СВЧ диапазона. - МО РФ, УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Выпуск 2, САЙНС - ПРЕСС, 2002.

6. В.М. Максимов. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта. - МО РФ, УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Выпуск 3, САЙНС - ПРЕСС, 2002.

7. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Под ред. Г.А. Ерохина. - М: Изд. Радио и связь, 1996.

8. Генераторы и усилители СВЧ. Под ред. И.В. Лебедева. М., Радиотехника, 2006.

9. Л.Г. Гассанов, А.А. Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи- М: Изд. Радио и связь, 1988.

10. М.С. Гусятинер, А.И. Горбачев. Полупроводниковые сверхвысокочастотные диоды. – М: Изд. Радио и связь, 1983.

11. Т.Н. Нарытник, В.П. Бабак, М.Е. Ильченко, С.А. Кравчук. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах. – Киев: Изд. Техника, 2000.

12. А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко, Ф.Г. Кислов. Антенно-фидерные устройства. – М: Изд. Сов. Радио, 1974.

13. А.А. Харкевич. Основы радиотехники. – М: Изд. Сов. Радио, 1962.

**в) Дополнительная литература**:

1. Ю.А. Кацман. Приборы СВЧ. - М: Изд. ВШ. 1983.

2. А.Д. Царапкин. Генераторы СВЧ на диодах Ганна. – М: Изд. Радио и связь, 1982.

3. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Под ред. А.С. Немировского. – М: Изд. Радио и связь, 1986.

**г) Другие источники:**

1. Л.Я. Каньра. Спутниковая связь и вещание. - М: Радио и связь, 1997.

2. “Handbook of Microwave Technology. Vol 1. Components and Devices.” Edited by T.Koryu Ishii. 1995.

3. http://rf.mephi.ru

4. http://lord-n.narod.ru

5. http://rf.coltel.ru/arsenal/courses/05.htm

## 4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.1 Перечень экзаменационных вопросов

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах; их физическая интерпретация

2. Материальные уравнения. Проводимость и закон Ома. Диэлектрическая проницаемость. Магнитная проницаемость.

3. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Критерий классификации сред на проводники, полупроводники и проводники.

4. Плоские волны в неограниченных средах; ТЕМ–волна.

5. Волны в диэлектрике. Волновое сопротивление диэлектрика.

6. Сложение волн в диэлектрике, движущихся навстречу друг другу.

7. Виды поляризации волн. Представление круговой поляризации через линейную и наоборот.

8. Волны в проводнике. Скин-эффект, толщина скин-слоя, волновое сопротивление металла.

9. Анизотропные среды. Феррит в постоянном магнитном поле. Тензор магнитной проницаемости.

10. Волновые процессы в продольно-намагниченном феррите.

11. Волновые процессы в поперечно-намагниченном феррите.

12. Законы отражения и преломления на границе раздела двух сред. Полное отражение и полное прохождение на границе раздела диэлектрических сред; угол Брюстера и его применение на СВЧ.

13. Понятие оптически более плотной среды. Поверхностный импенданс среды. Граничное условие Леонтовича.

14. Волна у границы диэлектрик - диэлектрик. Поверхностная волна.

16. Волна у границы диэлектрик - металл. Направляемая волна. Эквивалентный поверхностный ток реального проводника .

17. Концепция парциальных волн (концепция Бриллюэна) для полого металлического прямоугольного волновода. Докритический и закритический режимы работы волновода.

18. Фазовая скорость и длина волны в прямоугольном волноводе. Соотношение между фазовой и энергетической скоростями волны в волноводе. Дисперсия волн. Примеры различных дисперсных сред.

19. Однопроводная, двухпроводная, четырехпроводная и коаксиальная линии передачи ТЕМ волн. Сравнение этих линий передачи и их недостатки при работе на СВЧ.

19. Структура волны $H_{10}$ полого металлического волновода прямоугольного сечения.

20. Структура волны $H_{11}$ полого металлического волновода круглого сечения.

21. Металлические полые волноводы Н- и П-образных сечений, металлические полые волноводы эллиптического сечения.

22. Сверхразмерные полые металлические и металло–диэлектрические волноводы. Зеркально–линзовые линии передачи. Диэлектрические волноводы. Полосковые и микрополосковые линии передачи.

23. Регулярная линия передачи. Телеграфные уравнения. Характеристическое сопротивление линии без потерь, коэффициент отражения.

24. Входное сопротивление линии, нагруженной на комплексную нагрузку. Характер входного сопротивления линии при частных случаях нагрузки.

25. Режимы бегущей и стоячей волн. Резонансы в линии передачи. Коэффициент стоячей волны по напряжению – КСВН.

26. Параметры входного комплексного сопротивления линии в местах максимума и минимума напряжения в линии.

27. Условия низкочастотного и СВЧ согласования. Роль согласования. Узкополосное и широкополосное согласование.

28. Согласование с помощью четвертьволнового трансформатора.

29. Согласование с помощью последовательного и параллельного шлейфов.

30. Согласование с помощью ступенчатых трансформаторов и плавных переходов.

31. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые четвертьволновые трансформаторы.

32. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые последовательные и параллельные шлейфы.

33. Волноводные согласующие штыри и диафрагмы.

34. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые ступенчатые трансформаторы и плавные переходы.

35. Контактные и дроссельно–фланцевые соединения волноводов. Соединение «штырь–гнездо» коаксильных линий.

36. Переходы между линиями передач СВЧ – коаксиально-волноводные, коаксиально-микрополосковые, волноводно-микрополосковые.

37. Ступенчатые и плавные Е- и Н- волноводные изгибы. Волноводная скрутка. Коаксильные изгибы. Изгибы микрополосковых линий.

38. Согласованные нагрузки – волноводные, коаксильные, микрополосковые. Короткозамыкающие волноводные и коаксильные поршни с лепестками и дроссельного типа.

40. Телескопические и тромбонные фазовращатели. Диэлектрические волноводные фазовращатели и поглощающие аттенюаторы.

41. Торроидальные, шаровые, цилиндрические и прямоугольные резонаторы. Кольцевой резонатор бегущей волны. Квазиоптические резонаторы.

42. Параметры резонаторов – добротность, АЧХ, полоса пропускания, ФЧХ.

43. Понятие о фильтрах и замедляющих структурах. Их примеры.

44. Волноводные симметричные Y-тройники. Волноводные коаксильные и микрополосковые Т–тройники. Направленные ответвители – волноводный двухдырочный, с перекрывающимися волноводами, полосковые НО.

45. Волноводный щелевой мост, кольцевой мост, двойной Т- мост.

46. Фазодвигатели и преобразователи поляризации.

47. Устройства управления фазой и амплитудой посредством полупроводниковых приборов.

48. Вентили резонансного типа и на эффекте смещения поля. Поляризационный вентиль.

49. Циркуляторы СВЧ – Y-циркуляторы и поляризационные; ферритовые модуляторы.

50. Скелетная схема автоколебательной резонансной системы. Динамическая устойчивость. Нелинейные системы с мягким и жёстким самовозбуждением.

51. Условие самовозбуждения генератора. Вносимое отрицательное сопротивление. Представление колебательной резонансной системы с отрицательным сопротивлением.

52. Комплексная обратная связь. Векторные диаграммы при разных случаях обратной связи.

53. Статическое и динамическое упрвления электронным потоком.

54. Вакуумные СВЧ триоды - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

55. Пролетный и отражательный клистроны - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

56. Лампа бегущей волны - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

57. Лампа обратной волны - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

58. Магнетрон - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

59. Генераторы на биполярных и полевых транзисторах – предельные параметры по частоте и мощности генерации.

60. Генераторы на туннельных диодах - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

61. Генераторы на лавинно-пролетных диодах - предельные параметры по частоте и мощности генерации

62. Генераторы на диодах Ганна - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

63. Антенны СВЧ с линейными токами, антенны поверхностных волн и апертурные антенны.

64. Реактивная, ближняя и дальняя зоны поля излучения антенны. Характер распределения поля в этих зонах.

65. Диаграмма направленности антенны, её представление в различных системах координат. Коэффициента направленного действия антенны.

66. Коэффициент полезного действия антенны. Коэффициент усиления. Эффективная площадь. Соотношения между основными параметрами антенны.

67. Детекторы СВЧ мощности и измерители мощности СВЧ. Болометры, термисторы, колориметры.

68. Наземные и космические телекоммуникационные системы связи на СВЧ.

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

1. Ознакомление с элементами СВЧ тракта.
2. Ознакомление с СВЧ измерительными приборами..
3. Исследование режимов работы СВЧ тракта со снятием картины стоячих волн.
4. Измерение КСВН и АЧХ СВЧ пассивных устройств.
5. Настройка СВЧ фильтров
6. Ознакомление с СВЧ генераторами и измерение их параметров – мощность, частота.
7. Измерение параметров СВЧ транзисторного усилителя.
8. Ознакомление с излучающими системами и измерение диаграммы направленности антенны дециметрового диапазона..
9. Ознакомление с методами расчета СВЧ пассивных элементов и параметров излучающих устройств.

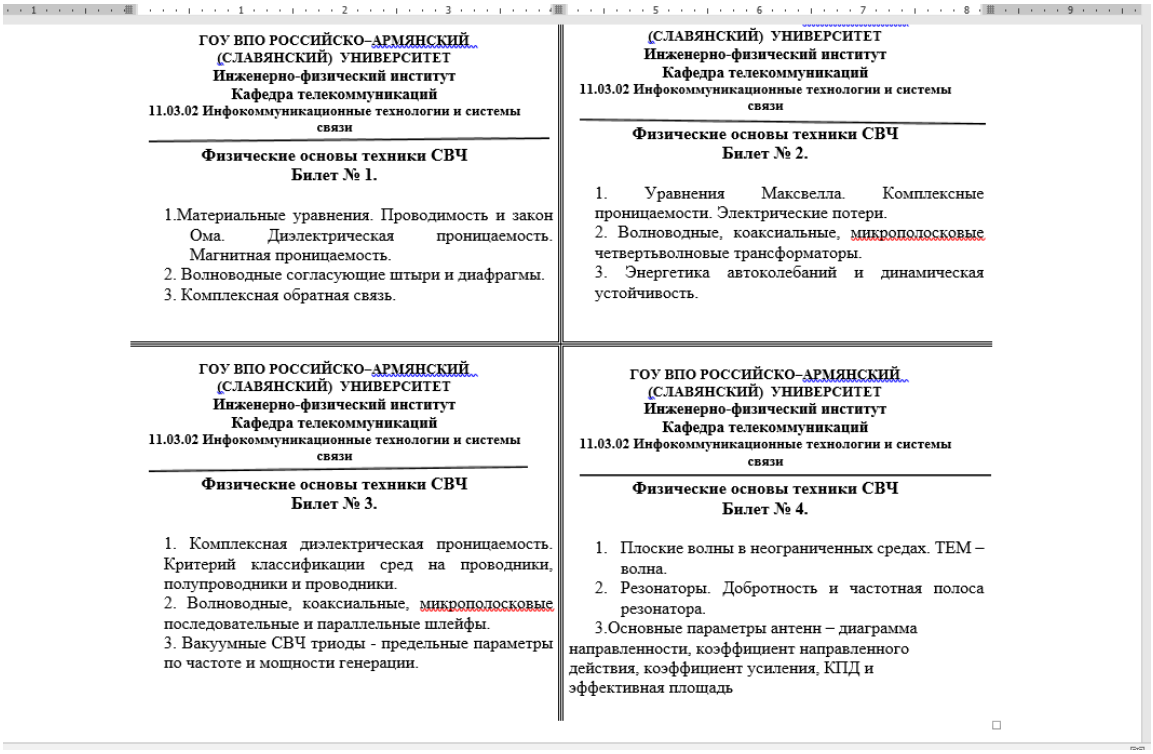
4.3. Материалы по практической части курса

4.3.1. Учебно-методические пособия; Учебные справочники;

4.3.2. Задачники (практикумы);Наглядно-иллюстративные материалы;

4.3.3. др. виды материалов. (указано в теоретической части – 3)

4.4. Образцы экзаменационных билетов



ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический институт
Кафедра телекоммуникаций
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Физические основы техники СВЧ**
**Билет № 1.**

1.Материальные уравнения. Проводимость и закон Ома. Диэлектрическая проницаемость. Магнитная проницаемость.
2. Волноводные согласующие штыри и диафрагмы.
3. Комплексная обратная связь.

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический институт
Кафедра телекоммуникаций
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Физические основы техники СВЧ**
**Билет № 2.**

1. Уравнения Максвелла. Комплексные проницаемости. Электрические потери.
2. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые четвертьволновые трансформаторы.
3. Энергетика автоколебаний и динамическая устойчивость.

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический институт
Кафедра телекоммуникаций
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Физические основы техники СВЧ**
**Билет № 3.**

1. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Критерий классификации сред на проводники, полупроводники и проводники.
2. Волноводные, коаксиальные, микрополосковые последовательные и параллельные шлейфы.
3. Вакуумные СВЧ триоды - предельные параметры по частоте и мощности генерации.

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-физический институт
Кафедра телекоммуникаций
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Физические основы техники СВЧ**
**Билет № 4.**

1. Плоские волны в неограниченных средах. ТЕМ – волна.
2. Резонаторы. Добротность и частотная полоса резонатора.
3.Основные параметры антенн – диаграмма направленности, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, КПД и эффективная площадь

## 5. Методический блок

5.2. Методика преподавания

5.2.1. Предварительное изучение теоретического материала по теме предстоящего семинара.

5.2.2. Предварительное изучение теоретического материала по предстоящей лабораторной работе.

5.2.3. Решение задач по соответствующему текущему разделу изучаемой дисциплины.

5.2.4. Оформление домашних заданий в виде кратких конспектов по теории каждого пройденного раздела изучаемой дисциплины.