

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств
(полное наименование кафедры)



УТВЕРЖДАЮ
И.о. первого проректора

S.I. Ivashin
С.И. Ивасишин
1» 04 2022г.

Регистрационный № 22.04/150-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые
сооружений

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Информационные технологии проектирования радиоэлектронных
средств

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.03.03 Конструирование и технология электронных средств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 928, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружения» является:

формирование и развитие знаний в области проектирования, конструирования и эксплуатации СВЧ устройств и антенно-мачтовых сооружений с использованием современных методов математического моделирования, средств измерений и систем автоматизированного проектирования.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

1. Необходимо знать: физические принципы функционирования устройств СВЧ диапазона различных классов и областей применения; методы анализа и моделирования устройств СВЧ диапазона; методы расчета характеристик устройств СВЧ диапазона; методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем;

2. Необходимо уметь: осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов электронных средств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; составлять научно-техническую документацию по выполненной работе; анализировать и согласовывать техническое задание (ТЗ) на проектирование разрабатываемых электронных средств СВЧ;

3. Необходимо владеть: навыками работы с основными современными измерительными средствами; навыками составления проектно-технической документации с соблюдением требований стандартизации и метрологического обеспечения; приемами работы с программными средствами моделирования СВЧ устройств и антенн, навыками оформления результатов теоретических и экспериментальных исследований с применением современного программного обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружения» Б1.В.21 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.03 Конструирование и технология электронных средств». Изучение дисциплины «Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружения» опирается на знания дисциплин(ы) «Конструирование электронных средств»; «Техническая электродинамика»; «Физика».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции |
|-------|-----------------|--|
| 1 | ПК-2 | Способен аргументировано выбирать, реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения |
| 2 | ПК-3 | Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования |
| 3 | ПК-8 | Способен организовывать метрологического обеспечение производства электронных средств |

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

| | |
|--------|---|
| ПК-2.1 | Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов |
| ПК-3.1 | Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов |
| ПК-3.2 | Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов |
| ПК-3.3 | Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем |
| ПК-8.1 | Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства |
| ПК-8.2 | Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры |
| ПК-8.3 | Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов |

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | |
|---|-------|-------------|----------|-------|
| | | | 6 | 7 |
| Общая трудоемкость | 9 ЗЕТ | 324 | 108 | 216 |
| Контактная работа с обучающимися | | 139.6 | 50.25 | 89.35 |
| в том числе: | | | | |
| Лекции | | 52 | 20 | 32 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 44 | 16 | 28 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 38 | 14 | 24 |
| Защита контрольной работы | | | - | - |
| Защита курсовой работы | | | - | - |
| Защита курсового проекта | | 3 | - | 3 |
| Промежуточная аттестация | | 2.6 | 0.25 | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 150.75 | 57.75 | 93 |

| | | | |
|--|--------|-------|---------|
| в том числе: | | | |
| Курсовая работа | | - | - |
| Курсовой проект | 25 | - | 25 |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | 117.75 | 49.75 | 68 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 41.65 | 8 | 33.65 |
| Вид промежуточной аттестации | | Зачет | Экзамен |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | № семестра | | |
|-------|--|---|------------|--------------|---------|
| | | | очная | очно-заочная | заочная |
| 1 | Раздел 1. Введение | Содержание курса. Области применения СВЧ устройств и антенно-мачтовых сооружений. Связь курса с другими дисциплинами. Основные понятия, определения и подходы. Актуальность. | 6 | | |
| 2 | Раздел 2. Основные положения технической электродинамики | Система уравнений Максвелла. Материальные уравнения. Граничные условия. Волновое уравнение. Излучение электромагнитных волн. Дифракция электромагнитных волн. Направляемые волны. | 6 | | |
| 3 | Раздел 3. Методы расчёта устройств СВЧ диапазона | Общая теория цепей СВЧ. Понятие волнового сопротивления. Матрица рассеяния. Геометрическая оптика. Физическая оптика. Основные характеристики устройств СВЧ диапазона. | 6 | | |
| 4 | Раздел 4. Основные типы устройств СВЧ диапазона | Шлейф в регулярной линии. Делитель. Мост. Направленный ответвитель. Излучение полуволнового вибратора. Излучение рупорной антенны. | 6 | | |
| 5 | Раздел 5. Основы конструирования устройств СВЧ диапазона | Конструирование линий передачи и радиочастотных соединителей. Конструирование переходов между линиями передачи. Особенности конструирования модулей СВЧ и их защиты от внешних воздействующих факторов. Конструирование антенн. | 6 | | |
| 6 | Раздел 6. Измерения на СВЧ | Основные принципы измерений в СВЧ диапазоне. История вопроса. Связь с общей теорией цепей СВЧ. Современная приборная база. | 6 | | |
| 7 | Раздел 7. Распространение радиоволн часть 1 | Распространение в свободном пространстве и над поверхностью Земли. | 6 | | |
| 8 | Раздел 8. Распространение радиоволн часть 2 | Влияние тропосферы и ионосферы. | 6 | | |
| 9 | Раздел 9. Распространение радиоволн часть 3 | Влияние городской застройки. Замирания сигналов. | 6 | | |

| | | | | | |
|----|---|---|---|--|--|
| 10 | Раздел 10. Антенно-мачтовые сооружения | Радиомачты и опорно-поворотные устройства. Строительные и монтажные работы. Эксплуатация. | 6 | | |
| 11 | Раздел 11. Элементная база СВЧ | Основные виды электрорадиоизделий используемых в устройствах СВЧ диапазона. Особенности их применения. | 7 | | |
| 12 | Раздел 12. САПР СВЧ | Аналитические и численные методы расчёта устройств СВЧ диапазона. Обзор современных САПР СВЧ. | 7 | | |
| 13 | Раздел 13. Пассивные компоненты тракта СВЧ | Работа конденсатора, индуктивности и резистора в СВЧ диапазоне | 7 | | |
| 14 | Раздел 14. Печатные платы СВЧ | Особенности конструирования печатных плат в СВЧ диапазоне. Виды и свойства материалов для печатных плат. | 7 | | |
| 15 | Раздел 15. Коаксиальные кабели | Типы коаксиальных кабелей. Особенности конструирования СВЧ-устройств в коаксиальном тракте. | 7 | | |
| 16 | Раздел 16. Волноводы | Волноведущие структуры из полых труб. Типы волноводов и особенности их конструирования. | 7 | | |
| 17 | Раздел 17. Конструирование переходов | Типы переходов между линиями передачи и в пределах одного типа линии. Особенности конструирования. | 7 | | |
| 18 | Раздел 18. Проблема согласования и фильтры | Согласующие цепи и трансформаторы. Широкополосное согласование. Фильтры СВЧ. | 7 | | |
| 19 | Раздел 19. Конструирование распределительных систем | Различные типы делителей мощности. Мостовые схемы. Аттенюаторы. Фазовращатели. | 7 | | |
| 20 | Раздел 20. Конструирование вибраторных, щелевых и печатных антенн | Вибраторные, щелевые и печатные антенны. | 7 | | |
| 21 | Раздел 21. Конструирование апертурных антенн | Рупорные, зеркальные и линзовые антенны. | 7 | | |
| 22 | Раздел 22. Ферритовые устройства СВЧ | Теоретические основы. Вентиль, циркулятор, фазовращатель. | 7 | | |
| 23 | Раздел 23. Антенны летательных аппаратов | Особенности конструирования антенн летательных аппаратов. | 7 | | |
| 24 | Раздел 24. Судовые антенны | Особенности конструирования судовых антенн. | 7 | | |
| 25 | Раздел 25. Паразитное излучение электромагнитных волн устройствами СВЧ диапазона | Работа антенн вне рабочего диапазона длин волн. Паразитные излучения линий передач и элементов конструкций. Поглощающие материалы. Вопросы ЭМС. | 7 | | |

| | | | | | |
|----|---|------------------------------------|---|--|--|
| 26 | Раздел 26. Аддитивные технологии при создании устройств СВЧ диапазона. | Создание конструкций и материалов. | 7 | | |
|----|---|------------------------------------|---|--|--|

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

«Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружений» является дисциплиной, завершающей теоретическое обучение по программе 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семи-нары | СРС | Всего часов |
|-------|---|---------|----------------|--------------|-----------|------|-------------|
| 1 | Раздел 1. Введение | 2 | | | | 4 | 6 |
| 2 | Раздел 2. Основные положения технической электродинамики | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 3 | Раздел 3. Методы расчёта устройств СВЧ диапазона | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 4 | Раздел 4. Основные типы устройств СВЧ диапазона | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 5 | Раздел 5. Основы конструирования устройств СВЧ диапазона | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 6 | Раздел 6. Измерения на СВЧ | 2 | | 8 | | 8 | 18 |
| 7 | Раздел 7. Распространение радиоволн часть 1 | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 8 | Раздел 8. Распространение радиоволн часть 2 | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 9 | Раздел 9. Распространение радиоволн часть 3 | 2 | 2 | 2 | | 5 | 11 |
| 10 | Раздел 10. Антенно-мачтовые сооружения | 2 | 2 | | | 4.75 | 8.75 |
| 11 | Раздел 11. Элементная база СВЧ | 2 | | | | 4 | 6 |
| 12 | Раздел 12. САПР СВЧ | 2 | | 4 | | 4 | 10 |
| 13 | Раздел 13. Пассивные компоненты тракта СВЧ | 2 | 2 | 4 | | 4 | 12 |
| 14 | Раздел 14. Печатные платы СВЧ | 2 | | | | 4 | 6 |
| 15 | Раздел 15. Коаксиальные кабели | 2 | | 2 | | 4 | 8 |
| 16 | Раздел 16. Волноводы | 2 | | | | 4 | 6 |

| | | | | | | | |
|--------|---|----|----|----|---|--------|--------|
| 17 | Раздел 17. Конструирование переходов | 2 | 2 | 2 | | 4 | 10 |
| 18 | Раздел 18. Проблема согласования и фильтры | 2 | 4 | 2 | | 4 | 12 |
| 19 | Раздел 19. Конструирование распределительных систем | 2 | 6 | 2 | | 8 | 18 |
| 20 | Раздел 20. Конструирование вибраторных, щелевых и печатных антенн | 2 | 6 | 4 | | 4 | 16 |
| 21 | Раздел 21. Конструирование апертурных антенн | 2 | 6 | 4 | | 4 | 16 |
| 22 | Раздел 22. Ферритовые устройства СВЧ | 2 | | | | 4 | 6 |
| 23 | Раздел 23. Антенны летательных аппаратов | 2 | | | | 4 | 6 |
| 24 | Раздел 24. Судовые антенны | 2 | | | | 4 | 6 |
| 25 | Раздел 25. Паразитное излучение электромагнитных волн устройствами СВЧ диапазона | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 26 | Раздел 26. Аддитивные технологии при создании устройств СВЧ диапазона. | 2 | | | | 4 | 6 |
| Итого: | | 52 | 44 | 38 | - | 117.75 | 251.75 |

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 6

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | Области применения СВЧ устройств и антенно-мачтовых сооружений. | 2 |
| 2 | 2 | Основные положения технической электродинамики | 2 |
| 3 | 3 | Методы расчёта устройств СВЧ диапазона | 2 |
| 4 | 4 | Основные типы устройств СВЧ диапазона | 2 |
| 5 | 5 | Основы конструирования устройств СВЧ диапазона | 2 |
| 6 | 6 | Измерения на СВЧ | 2 |
| 7 | 7 | Распространение радиоволн часть 1 | 2 |
| 8 | 8 | Распространение радиоволн часть 2 | 2 |
| 9 | 9 | Распространение радиоволн часть 3 | 2 |
| 10 | 10 | Антенно-мачтовые сооружения | 2 |
| 11 | 11 | Элементная база СВЧ | 2 |
| 12 | 12 | САПР СВЧ | 2 |
| 13 | 13 | Пассивные компоненты тракта СВЧ | 2 |
| 14 | 14 | Печатные платы СВЧ | 2 |
| 15 | 15 | Коаксиальные кабели | 2 |
| 16 | 16 | Волноводы | 2 |
| 17 | 17 | Конструирование переходов | 2 |
| 18 | 18 | Проблема согласования и фильтры | 2 |
| 19 | 19 | Конструирование распределительных систем | 2 |
| 20 | 20 | Конструирование вибраторных, щелевых и печатных антенн | 2 |

| | | | |
|--------|----|---|----|
| 21 | 21 | Конструирование апертурных антенн | 2 |
| 22 | 22 | Ферритовые устройства СВЧ | 2 |
| 23 | 23 | Антенны летательных аппаратов | 2 |
| 24 | 24 | Судовые антенны | 2 |
| 25 | 25 | Паразитное излучение электромагнитных волн устройствами СВЧ диапазона | 2 |
| 26 | 26 | Аддитивные технологии при создании устройств СВЧ диапазона. | 2 |
| Итого: | | | 52 |

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|--|-------------|
| 1 | 2 | Дифракция на полуплоскости | 2 |
| 2 | 3 | Средства математического моделирования устройств СВЧ диапазона | 2 |
| 3 | 6 | Измерение характеристик СВЧ устройств Часть 1 | 2 |
| 4 | 6 | Измерение характеристик СВЧ устройств Часть 2 | 2 |
| 5 | 6 | Измерение характеристик антенн Часть 1 | 2 |
| 6 | 6 | Измерение характеристик антенн Часть 2 | 2 |
| 7 | 9 | Распространение радиоволн | 2 |
| 8 | 12 | САПР СВЧ Часть 1 | 2 |
| 9 | 12 | САПР СВЧ Часть 2 | 2 |
| 10 | 13 | Анализ матрицы рассеяния устройства СВЧ диапазона Часть 1 | 2 |
| 11 | 13 | Анализ матрицы рассеяния устройства СВЧ диапазона Часть 2 | 2 |
| 12 | 15 | Сравнение характеристик линий передачи | 2 |
| 13 | 17 | Знакомство с современными измерительными устройствами | 2 |
| 14 | 18 | Изучение характеристик фильтров | 2 |
| 15 | 19 | Изучение характеристик делителей | 2 |
| 16 | 20 | Изучение характеристик вибраторных антенн Часть 1 | 2 |
| 17 | 20 | Изучение характеристик вибраторных антенн Часть 2 | 2 |
| 18 | 21 | Изучение характеристик рупорных антенн Часть 1 | 2 |
| 19 | 21 | Изучение характеристик рупорных антенн Часть 2 | 2 |
| Итого: | | | 38 |

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|-------|---------------|--|-------------|
| 1 | 2 | Контроль остаточных знаний по курсу «Техническая электродинамика». Обзор литературы. | 2 |
| 2 | 3 | Волновое сопротивление | 2 |
| 3 | 4 | Свойства отрезков регулярной линии | 2 |
| 4 | 5 | Системный подход при проектировании устройств СВЧ диапазона. Место устройств СВЧ диапазона в изделиях. Особенности конструирования модулей, содержащих устройства СВЧ диапазона. | 2 |
| 5 | 7 | Профиль радиолинии Часть 1 | 2 |

| | | | |
|--------|----|--|----|
| 6 | 8 | Профиль радиолинии Часть 2 | 2 |
| 7 | 9 | Влияние городской застройки | 2 |
| 8 | 10 | Радиомачты и порно-поворотные устройства | 2 |
| 9 | 13 | Конденсатор, индуктивность, резистор на СВЧ | 2 |
| 10 | 17 | Проектирование и конструирование переходов | 2 |
| 11 | 18 | Проектирование и конструирование трансформаторов сопротивления | 2 |
| 12 | 18 | Проектирование и конструирование фильтров | 2 |
| 13 | 19 | Проектирование и конструирование делителей мощности | 2 |
| 14 | 19 | Проектирование и конструирование направленных ответвителей | 2 |
| 15 | 19 | Проектирование и конструирование мостовых схем | 2 |
| 16 | 20 | Проектирование и конструирование вибраторных антенн | 2 |
| 17 | 20 | Проектирование и конструирование антенн типа волновой канал | 2 |
| 18 | 20 | Проектирование и конструирование печатных антенн | 2 |
| 19 | 21 | Проектирование и конструирование рупорных антенн | 2 |
| 20 | 21 | Проектирование и конструирование зеркальных антенн Часть 1 | 2 |
| 21 | 21 | Проектирование и конструирование зеркальных антенн Часть 2 | 2 |
| 22 | 25 | Электромагнитная безопасность | 2 |
| Итого: | | | 44 |

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

Подготовка к курсовому проектированию.

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению конкретной практической задачи. Системой курсовых проектов студент подготавливается к выполнению более сложной задачи - дипломного проектирования. Курсовое проектирование должно также прививать студентам навыки производства расчетов, составления технико-экономических записок.

Курсовой проект должен состоять из графической части и расчетно-объяснительной записки. Графический материал должен быть выполнен с учетом требований ЕСКД. В пояснительной записке должны быть обоснованы все технические решения и представлены расчеты, подтверждающие правильность выбора.

Эти обоснования проекта могут быть представлены в виде сравнительных характеристик выбранного решения с другими имеющимися или возможными вариантами, показом их преимуществ и простоты изготовления на существующем оборудовании, удобства эксплуатации, ремонта и техники безопасности работы.

Изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Таблица 9

| № п/п | Тема курсового проекта (работы) |
|-------|--|
| 1 | Проектирование коаксиальной сборки и разработка её конструкции. |
| 2 | Проектирование синфазного делителя мощности в микрополосковом исполнении и разработка его конструкции. |
| 3 | Проектирование направленного ответвителя в микрополосковом исполнении и разработка его конструкции. |

| | |
|---|---|
| 4 | Проектирование суммарно-разностного устройства в микрополосковом исполнении и разработка его конструкции. |
| 5 | Проектирование и конструирование антенны волновой канал (Яги-Уда) |
| 6 | Проектирование и конструирование рупорного излучателя |

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|-------|---------------|--|----------------|-------------|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала. к разделу 1 | Собеседование | 4 |
| 2 | 2 | Изучение теоретического материала к разделу 2 | Собеседование | 6 |
| 3 | 3 | Изучение теоретического материала к разделу 3 | Собеседование | 6 |
| 4 | 4 | Изучение теоретического материала к разделу 4 | Собеседование | 4 |
| 5 | 5 | Изучение теоретического материала к разделу 5 | Собеседование | 4 |
| 6 | 6 | Изучение теоретического материала к разделу 6 | Собеседование | 8 |
| 7 | 7 | Изучение теоретического материала к разделу 7 | Собеседование | 4 |
| 8 | 8 | Изучение теоретического материала к разделу 8 | Собеседование | 4 |
| 9 | 9 | Изучение теоретического материала к разделу 9 | Собеседование | 5 |
| 10 | 10 | Изучение теоретического материала к разделу 10 | Собеседование | 4.75 |
| 11 | 11 | Изучение теоретического материала к разделу 11 | Собеседование | 4 |
| 12 | 12 | Изучение теоретического материала к разделу 12 | Собеседование | 4 |
| 13 | 13 | Изучение теоретического материала к разделу 13 | Собеседование | 4 |
| 14 | 14 | Изучение теоретического материала к разделу 14 | Собеседование | 4 |
| 15 | 15 | Изучение теоретического материала к разделу 15 | Собеседование | 4 |
| 16 | 16 | Изучение теоретического материала к разделу 16 | Собеседование | 4 |
| 17 | 17 | Изучение теоретического материала к разделу 17 | Собеседование | 4 |
| 18 | 18 | Изучение теоретического материала к разделу 18 | Собеседование | 4 |
| 19 | 19 | Изучение теоретического материала к разделу 19 | Собеседование | 8 |
| 20 | 20 | Изучение теоретического материала к разделу 20 | Собеседование | 4 |
| 21 | 21 | Изучение теоретического материала к разделу 21 | Собеседование | 4 |

| | | | | |
|--------|----|--|---------------|--------|
| 22 | 22 | Изучение теоретического материала к разделу 22 | Собеседование | 4 |
| 23 | 23 | Изучение теоретического материала к разделу 23 | Собеседование | 4 |
| 24 | 24 | Изучение теоретического материала к разделу 24 | Собеседование | 4 |
| 25 | 25 | Изучение теоретического материала к разделу 25 | Собеседование | 4 |
| 26 | 26 | Изучение теоретического материала к разделу 26 | Собеседование | 4 |
| Итого: | | | | 117.75 |

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их

формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Основы теории антенн и распространения радиоволн : учебное пособие / В. П. Кубанов [и др.] ; ред. В. П. Кубанов ; рец. В. В. Юдин. - Самара : ООО "Офорт", 2016. - 258 с. : ил. - ISBN 978-5-473-01060-2 : 300.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Кузьмин, Сергей Викторович. Проектирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие / С. В. Кузьмин ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 / рец.: В. П. Акимов, К. О. Коровин. - 2018. - 79 с. : ил. - 491.69 р.
3. Кузьмин, Сергей Викторович. Проектирование устройств СВЧ диапазона : учебное пособие / С. В. Кузьмин ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 2 / рец.: В. П. Акимов, К. О. Коровин. - 2018. - 80 с. : ил. - 491.69 р.

12.2. Дополнительная литература:

1. Данилович, Олег Сигизмундович.
Моделирование и оптимизация радиорелейных линий и сетей связи : [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. С. Данилович ; рец.: М. А. Сиверс, А. Ю. Гумбинас ; Федер. агентство связи, Федер. гос. образовательное бюджет. учреждение высш. проф. образования "С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2013. - 83 с. : ил. - Библиогр.: с. 82. - (в обл.) : 130.72 р.
2. Данилович, О. С.
Расчет энергетических параметров и показателей качества цифровых радиолиний связи : [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. С. Данилович ; рец.: М. А. Сиверс, Ю. А. Гумбинас ; Федер. агентство связи, Федер. гос. образовательное бюджет. учреждение высш. проф. образования "С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2014. - 59 с. : ил. - Библиогр.: с. 58. - (в обл.) : 473.11 р.
3. Фролов, О. П.
Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи : [Электронный ресурс] / О. П. Фролов, В. П. Вальд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 496 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=334045>. - ISBN 978-5-9912-7002-1 : Б. ц.

4. Глазов, Г. Н.

Современные технологии и системы автоматизированного измерения на СВЧ : [Электронный ресурс] : конспект лекций / Г. Н. Глазов. - Москва : ТУСУР, 2012. - 246 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4944. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружений» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками,

учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического

характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорам в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 11

| № п/п | Наименование специализированных аудиторий и лабораторий | Наименование оборудования |
|-------|---|---------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | Аудио-видео комплекс |
| 2 | Аудитории для проведения групповых и практических занятий | Аудио-видео комплекс |

| | | |
|---|--|---|
| 3 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры |
| 4 | Аудитория для курсового и дипломного проектирования | Персональные компьютеры |
| 5 | Аудитория для самостоятельной работы | Компьютерная техника |
| 6 | Читальный зал | Персональные компьютеры |
| 7 | Лаборатория "Цифровая обработка сигналов" компании Texas Instruments | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 8 | Лаборатория биомедицинской техники | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 9 | Лаборатория конструирования радиоэлектронных средств | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |

Лист изменений № 1 от 9 января 2020 г

Рабочая программа дисциплины
«Конструирование и технология СВЧ устройств и антенно-мачтовые сооружений»

Код и наименование направления подготовки/специальности:
11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность/профиль образовательной программы:
Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Из п. 14.2 Информационно-справочные системы исключить с 08.01.2020 г. строку: ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)

Основание: прекращение контракта № 4784/19 от 25.01.2019 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Внесенные изменения утверждаю:

Начальник УМУ _____ Л.А. Васильева