

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Устройства сверхвысокочастотные и антенны»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.

Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-исследовательский.

Форма обучения – очная.

Факультет информационных технологий
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Тверь 2020

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: проф. кафедры РИС

В.К. Кемайкин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИС
«15» мая 2020 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой

С.Ф. Боев

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

подготовка специалистов в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

Задачи дисциплины:

изучение основных типов фидерных линий, устройств СВЧ и антенн, их параметров и характеристик.

изучение конструкций элементов фидерного тракта, устройств СВЧ и антенн.

изучение способов согласования устройств СВЧ и антенн в фидерном тракте.

изучение описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата.

изучение методов расчёта основных типов антенн.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения дисциплин «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Электроника и электронные приборы».

Приобретенные знания и умения в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин «Теория электрических цепей», «Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн» прохождении практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-2. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. Осуществляет поиск и предоставление актуальной информации о состоянии предметной области.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1.1. современное состояние области устройств СВЧ и антенн;

З1.2. основные принципы проведения экспериментальных исследований устройств СВЧ и антенн и использования основных приемов обработки и представления полученных данных.

Уметь:

У1.1. искать и представлять актуальную информацию о состоянии устройств СВЧ и антенн;

У1.2. выбирать эффективную методику экспериментальных исследований устройств СВЧ и антенн.

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-4. Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-4.3. Использует способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Методы построения физических и математических моделей антенн и устройств СВЧ. Методики проведения измерений параметров антенн и устройств СВЧ и приборы, используемые при этом;

32.2. Методики проведения измерений параметров антенн и устройств СВЧ и приборы, используемые при этом;

32.3. Методы анализа экспериментальных результатов;

32.4. Принципы разработки антенн и устройств СВЧ.

Уметь:

У2.1. разрабатывать физические и математические модели антенн и устройств СВЧ с использованием известных методов;

У2.2. использовать математические пакеты прикладных программ общего назначения, используемые при расчёте параметров антенн и устройств СВЧ, и специальные пакеты, предназначенные для анализа и разработки антенн и устройств СВЧ;

У2.3. проводить измерения параметров антенн и устройств СВЧ и обрабатывать получаемые результаты;

У2.4. использовать методы анализа экспериментальных результатов;

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных, практических и лабораторных занятий; выполнение курсового проекта.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы | Зачетные единицы | Академические часы |
|---|------------------|--------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 6 | 216 |
| Аудиторные занятия (всего) | | 75 |
| В том числе: | | |
| Лекции | | 30 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 30 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 15 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | | 105+36(экз) |
| В том числе: | | |

| | | |
|---|--|------------------|
| Курсовая работа | | не предусмотрены |
| Курсовой проект | | 37 |
| Расчетно-графические работы | | не предусмотрены |
| Реферат | | не предусмотрены |
| Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ - подготовка к защите практических работ | | 30 33 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен) | | 36(экз) |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет) | | 5 |
| Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего) | | 0 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

| № | Наименование модуля | Труд-ть часы | Лекции | Практич. занятия | Лаб. практикум | Сам. работа |
|---------------------|--|--------------|--------|------------------|----------------|-------------|
| 5 семестр | | | | | | |
| 1 | Электромагнитные волны в направляющих системах | 12 | 1 | - | - | 7+4 (экз) |
| 2 | Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии | 22 | 2 | 4 | - | 7+7 (экз) |
| 3 | Линии передачи конечной длины. Согласование | 23 | 2 | 3 | - | 11+7 (экз) |
| 4 | Многополюсники СВЧ и волновые матрицы | 24 | 3 | - | 7 | 8+6 (экз) |
| 5 | Пассивные устройства СВЧ | 27 | 3 | - | 3 | 15+6 (экз) |
| 6 | Параметры передающих и приёмных антенн | 36 | 4 | 8 | - | 18+6 (экз) |
| Всего за 5 семестр | | 144 | 15 | 15 | 15 | 63+36(экз) |
| 6 семестр | | | | | | |
| 7 | Вибраторные антенны | 18 | 5 | - | | 14 |
| 8 | Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны | 25 | 5 | 9 | | 14 |
| 9 | Апертурные антенны | 29 | 5 | 6 | | 14 |
| Всего за 6 семестр | | 72 | 15 | 15 | | 42 |
| Всего на дисциплину | | 216 | 30 | 30 | 15 | 105+36(экз) |

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Электромагнитные волны в направляющих системах»

Направляющие системы и направляемые волны, типы волн, критические частоты, характеристики.

МОДУЛЬ 2 «Линии передачи с Т-волной, волноводные и оптоволоконные линии»

Линии с Т-волнами (двухпроводные, коаксиальные, полосковые), металлические и диэлектрические волноводы, оптоволоконные линии. Структуры полей, технические характеристики, применения.

МОДУЛЬ 3 «Линии передачи конечной длины. Согласование»

Коэффициент отражения, распределение амплитуд напряжений и токов при различных нагрузках, входное сопротивление отрезка линии. Узкополосное и широкополосное согласование.

МОДУЛЬ 4 «Многополюсники СВЧ и волновые матрицы»

Волновые матрицы рассеяния и передачи. Свойства взаимности, симметрии и недиссипативности. Соответствие физических свойств многополюсников и математических свойств их матриц рассеяния.

МОДУЛЬ 5 «Пассивные устройства СВЧ»

Характеристики двух-, четырёх-, шести-, восьмиполюсников и их свойства, описываемые ими устройства. Принцип декомпозиции и каскадные соединения. Нагрузки согласованные и фиксированные, аттенюаторы, фазовращатели, согласованные переходы, делители мощности, ферритовые вентили и циркуляторы, направленные ответвители.

МОДУЛЬ 6 «Параметры передающих и приёмных антенн»

Дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля излучения антенн. Комплексная векторная диаграмма направленности, КНД, коэффициент усиления, действующая высота антенны. Теорема взаимности применительно к приёмным антеннам. Цепь приёмной антенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура.

МОДУЛЬ 7 «Вибраторные антенны»

Распределение тока и заряда в симметричном вибраторе. Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД симметричного вибратора. Входное сопротивление. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания. Способы расширения рабочего диапазона вибраторов. Связанные вибраторы. Печатные слабонаправленные антенны. Применения.

МОДУЛЬ 8 «Линейные непрерывные и дискретные системы, антенны бегущей волны»

Линейные непрерывные и дискретные системы. Множитель направленности. Способы подавления дифракционных максимумов. Директорные и логопериодические антенны. Диэлектрические и спиральные антенны. Применения.

МОДУЛЬ 9 «Апертурные антенны»

Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения. Волноводные и рупорные антенны. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности. Конструкции и характеристики, применения.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость.

| Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость в часах |
|--|--|----------------------|
| Модуль 4 Цель: знакомство со скалярным анализатором параметров цепей P2M. | Скалярный анализатор параметров цепей P2M. | 7 |
| Модуль 5 Цель: исследование ферритовых вентилях и циркуляторов. | Исследование ферритовых вентилях и циркуляторов. | 8 |

5.4. Практические работы

Таблица 4. Практические работы и их трудоемкость

| Модули. Цели ПЗ | Примерная тематика занятий и форма их проведения | Трудоемкость в часах |
|---|---|----------------------|
| Модуль 2 Цель: научиться проектировать регулярные линии передачи с Т-волной. | Регулярные линии передачи с Т-волной. Регулярные волноводные линии передачи | 4 |
| Модуль 3 Цель: научиться проектировать нагруженные фидеры. | Нагруженные фидеры. Согласование фидеров с нагрузкой. | 3 |
| Модуль 6 Цель: знакомство с характеристиками и параметрами антенн. | Характеристики и параметры антенн. | 8 |
| Модуль 8 Цель: знакомство с линейными антеннами. | Линейные антенны. | 9 |
| Модуль 9 Цель: знакомство с апертурными антеннами. | Апертурные антенны. | 6 |

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсового проекта и подготовке к зачету и экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовой проект. Варианты исходных данных распределяются студентами академической группы самостоятельно. Курсовой проект выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре РИС.

В рамках дисциплины выполняется 4 лабораторных работы и 5 практических, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Гошин, Г. Г. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / Г. Г. Гошин. — Москва : ТУСУР, [б. г.]. — Часть 2 : Антенны — 2012. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4952> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155496-0)
2. Антенны : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов [и др.]; Зырянов Ю.Т., Федюнин П.А., Белоусов О.А. [и др.]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-5148-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133478> . - (ID=136134-0)

7.2.Дополнительная литература по дисциплине

1. Рубанович, М. Г. Сверхширокополосные аттенюаторы высокого уровня мощности : монография / М. Г. Рубанович, В. А. Хрусталева, В. П. Разинкин. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 332 с. — ISBN 978-5-7782-2831-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118096> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155497-0)
2. Шостак, А. С. Антенны и устройства СВЧ. Микроволновые антенны и устройства СВЧ : учебно-методическое пособие / А. С. Шостак, И. И. Горелкин, В. П. Зайцев. — Москва : ТУСУР, 2018. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/313325> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155498-0)

3. Шостак, А. С. Антенны и устройства СВЧ : учебно-методическое пособие / А. С. Шостак. — Москва : ТУСУР, 2012. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10911> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155504-0)
4. Шостак, А. С. Антенны и устройства СВЧ : учебное пособие / А. С. Шостак. — Москва : ТУСУР, [б. г.]. — Часть 1 : Устройства СВЧ — 2012. — 124 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5439> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155499-0)
5. Шебалкова, Л. В. Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-7782-4142-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152203> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155500-0)
6. Солдатов, А. А. Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие / А. А. Солдатов. — Самара : ПГУТИ, 2020 — Часть 1 — 2020. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255599> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155501-0)
7. Шостак, А. С. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ : учебное пособие / А. С. Шостак, В. С. Корогодов, В. Г. Козлов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 137 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10907> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155502-0)
8. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие для вузов. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.07.2022. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180129> . - (ID=155457-0)
9. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие для вузов. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.07.2022. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180128> . - (ID=155456-0)
10. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие / Ю.Е. Мительман [и др.]; под общей редакцией Ю.Е. Мительмана. - Москва : Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-08002-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/492640> . - (ID=155357-0)
11. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов [и др.]. - 4-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС

- Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.08.2022. - ISBN 978-5-507-44923-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/249854> . - (ID=136139-0)
12. Гошин, Г. Г. Исследование диэлектрических антенн : учебное пособие / Г. Г. Гошин. — Москва : ТУСУР, 2011. — 15 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11716> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=155503-0)
 13. Буянов, Ю.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие / Ю.И. Буянов, Г.Г. Гошин. - 2-е изд. ; доп. - Москва : ТУСУР, 2013. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.07.2022. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110376> . - (ID=155451-0)
 14. Терминологический словарь по антенно-фидерным устройствам : учебное пособие для вузов / И.А. Зеленин [и др.]. - 2-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 02.05.2023. - ISBN 978-5-507-47095-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/328517> . - (ID=155442-0)
 15. Дмитриев, В.Н. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в системах подвижной радиосвязи : учебное пособие / В.Н. Дмитриев, О.Н. Пищин. - Астрахань : АГТУ, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-89154-738-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322919> . - (ID=155355-0)
 16. Абышев, С.В. Антенно-фидерные устройства в системах мобильной связи : методические указания / С.В. Абышев, Н.А. Трефилов. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - URL: <https://e.lanbook.com/book/182531> . - (ID=155356-0)
 17. Устройства СВЧ и антенны : учебник для военных кафедр и курсантов учебных военных центров ВВС по военно-учетной специальности "Эксплуатация и ремонт комплексов противозвоздушной обороны" / А.А. Филонов [и др.]; Филонов, А.А., Фомин, А.Н., Дмитриев, Д.Д., [и др.]. - Москва : ИНФРА-М : Сибирский Федеральный ун-т, 2020. - 490 с. - (Военное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-16-016199-7 : 1711 р. 92 к. - (ID=136286-5)
 18. Бухтияров, Д.А. Многоэлементные директорные антенны с возбудителями дипольного вида : монография / Д.А. Бухтияров, А.П. Горбачев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7782-4108-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152153> . - (ID=154912-0)
 19. Савочкин, А.А. Многодиапазонные антенны на основе фрактальных структур : монография / А.А. Савочкин, А.А. Нудьга. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 124 с. - (Научная книга). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9558-0550-4 : 448 р. 36 к. - (ID=136275-4)
 20. Крахин, О.И. Стационарные антенны. Расчет и проектирование конструкций : учебник для вузов по специальности 160400 «Проектирование, производство и

эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» направления 160400 «Авиационная и ракетно-космическая техника» / О.И. Крахин, Б.А. Левитан; Моск. авиац. ин-т, Нац. исслед. ун-т. - М. : Машиностроение, 2014. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-94275-743-4. - URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63257 . - (ID=110123-0)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Устройства сверхвысокочастотные и антенны". Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы. Направленность (профиль) – Радиолокационные системы и комплексы : ФГОС 3++ / Каф. Радиотехнические и информационные системы ; сост. В.К. Кемайкин. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155494> . - (ID=155494-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155494>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Устройства сверхвысокочастотные и антенны» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультипроектора.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 21. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры.

2. Радиопередача: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.

3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры.

4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках.
5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности основного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов?
6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных кабелей.
7. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.
8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения.
9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения.
10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения.
11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.
12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений.
13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопротивлением нагрузки.
14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения.
15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ.

16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании.
17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП.
18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы.
19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы.
20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.
21. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели.
22. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.
23. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения.
24. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов.
25. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета.
26. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник.
27. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели.
28. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.
29. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.
30. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей.
31. Назначение и классификация антенн, понятия, определения.
32. Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.
33. Мощность и сопротивление излучения антенны.
34. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.
35. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.
36. Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.
37. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.
38. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.
39. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.

40. Фундаментальные ограничения в области антенн.
41. Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.
42. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.
43. Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.
44. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.
45. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.
46. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.
47. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора, входное сопротивление.
48. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий. Применения.
49. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий, ДН, применения.
50. Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

При ответе на вопросы допускается использование справочными данными, нормативно-правовыми актами, в том числе ГОСТами, методическими указаниями по выполнению практических работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время дополнительного

итогового контрольного испытания задание после возвращения студента ему заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

Перечень заданий дополнительного итогового контрольного испытания:

1. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в металлах?
 - при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону
 - при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты
 - при увеличении частоты растут линейно
 - уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты
2. Толщина скин-слоя – это
 - толщина оксидной плёнки, образующейся на поверхности металла
 - глубина проникновения поля в металл с увеличением его амплитуды в раз
 - глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в e раз
 - глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в 2 раза
3. Резонансные сечения в ЛП – это сечения, в которых
 - компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
 - компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
 - сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки -сопротивление линии является вещественным
4. Эквивалентные сечения в ЛП – это сечения, в которых
 - компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
 - компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
 - сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки
 - сопротивление линии является вещественным
5. Каким в общем случае является полное сопротивление линии?
 - вещественным
 - постоянным
 - переменным
 - комплексным
6. Каким является волновое сопротивление линии?
 - реактивным
 - вещественным
 - постоянным
 - переменным
7. Шлейф – это отрезок фидера,
 - разомкнутый на конце
 - короткозамкнутый на конце -нагруженный на активное сопротивление

8. К четырехполюсникам относятся
- фильтры
 - нагрузки
 - делители мощности
 - направленные ответвители
9. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число
- λ
 - $\lambda/2$
 - $\lambda/4$
 - 2λ
10. К диссипативным устройствам относятся
- фазовращатели
 - переходы
 - аттенюаторы
 - направленные ответвители
11. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?
- постоянного магнитного
 - переменного магнитного
 - электрического
 - электромагнитного
12. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение
- распределения поля внутри проводника
 - запасённой в антенне энергии
 - распределения тока вдоль проводника
 - температуры внутренних шумов
13. Какую поляризацию называют вращающейся?
- горизонтальную
 - наклонную
 - круговую
 - эллиптическую
14. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?
- у вертикальной
 - у горизонтальной
 - у наклонной
 - у эллиптической
15. Правильные соотношения между коэффициентами усиления, направленного действия и полезного действия:
- КНД = КПД * КУ
 - КУ = КПД * КНД
 - КПД = КНД / КУ
 - КПД = КУ / КНД

16. Шумовая температура антенны – это температура:
- среды, в которой находится антенна
 - до которой разогревается антенна в режиме передачи
 - собственных шумов антенны в режиме приёма
 - собственных и внешних шумов приемной антенны
17. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?
- у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны
 - у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
 - у трёхвитковой конической спиральной антенны
 - у шестивитковой конической спиральной антенны
18. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?
- вертикальную
 - наклонную
 - круговую
 - эллиптическую.
19. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?
- рупорные антенны
 - антенны на замедляющих линзах
 - антенны на ускоряющих линзах
 - зеркальные антенны.
20. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?
- сферический
 - параболический
 - гиперболический
 - эллиптический.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового – 0 балл.

Базовый уровень – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 15.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты трех практических работ.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовых проектов:

- a) Расчет параметров регулярных линий передачи с Т-волной
- b) Расчет параметров волноводных линий передачи
- c) Расчет согласующих элементов СВЧ-тракта
- d) Расчет характеристик и параметров линейных антенн
- e) Расчет характеристик и параметров апертурных антенн

Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы.

3. Критерии итоговой оценки за курсовой проект:

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта

| № раздела | Наименование раздела | Баллы по шкале уровня |
|-----------|---|---|
| - | Введение | Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0 |
| 1 | Обзорная глава | Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0 |
| 2 | Электрические и конструктивные расчеты | Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0 |
| 3 | Электрические расчеты спроектированной антенны (устройства СВЧ) | Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0 |
| 4 | Описание конструкции спроектированной антенны (устройства СВЧ) | Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0 |
| - | Выводы по работе | Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0 |
| - | Список использованных источников | Выше базового – 2 Базовый – 1 |

| | | |
|--|--|-------------------|
| | | Ниже базового – 0 |
|--|--|-------------------|

«отлично» – при сумме баллов от 16 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 13 до 15;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 12;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по любому разделу работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре РИС.

Курсовой проект состоит из титульного листа, содержания, введения, основной части, расчётной части, заключения, списка использованных источников. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсового проекта. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсового проекта. Объем должен составлять 2-3 страницы.

В заключении необходимо сделать выводы по работе.

Защита курсового проекта проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

В процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовые проекты не подлежат обязательному внешнему рецензированию. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

Курсовые проекты хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения экзаменационной оценки по результатам текущей успеваемости, с формами защиты выполненных лабораторных работ, а также планом выполнения курсовой работы.

Задание студентам очной формы обучения на курсовой проект выдается на 5...6 неделе семестра.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, к выполнению курсовой работы, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и
комплексы

Направленность (профиль) – Радиолокационные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»

Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Регулярные линии передачи» - 0 или 2 балла:

Расчет параметров регулярных линий передачи с Т-волной

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Диаграммы направленности параболической антенны» - 0 или 2 балла:

Исследование диаграммы направленности параболической антенны по измерениям поля в дальней и ближней зонах.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: проф. кафедры РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий кафедрой РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и
комплексы

Направленность (профиль) – Радиолокационные системы и комплексы

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»

Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Регулярные линии передачи» - 0 или 2 балла:

По данным табл. построить график истинного распределения фазы поля в раскрыве антенны

| № п./п. | Положение индикаторного рупора, см. | X _i , мм | X' _i , мм | X _i , мм | ΔX _i , мм | $\psi_s = 2 \frac{360}{\lambda} \cdot \Delta X_i, \text{град}$ |
|---------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--|
| 1 | -22 | | | | 0 | 0 |
| 2 | -20 | | | | | |
| 3 | -18 | | | | | |
| · | | | | | | |
| · | | | | | | |
| · | | | | | | |
| 22 | 20 | | | | | |
| 23 | 22 | | | | | |

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Диаграммы направленности параболической антенны» - 0 или 2 балла:

Рассчитать и построить график распределения амплитуды поля раскрыва

по формуле

$$A(\tau_s) = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \sin \psi(\tau_s)\right)}{\cos \psi(\tau_s)} \cdot \cos^2 \frac{\psi(\tau_s)}{2}$$

Здесь же построить аппроксимирующие функции по формуле

$$OP = R - \tau = \tau_s \sin \theta \cos(\varphi - \varphi_s) \quad \text{для } P = 1, 2, 3.$$

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1

Составитель: проф. кафедры РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий кафедрой РИС _____ С.Ф. Боев