МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЦТ (должность)
Лопов Г.В. (ФИО)
03.09.2026 г.

Элекродинамика и распространение радиоволн

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Высшая школа Цифровых технологий**

Учебный план b110302_25_2 итисс.plx
Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 72
в том числе:
аудиторные занятия 32
самостоятельная работа 39,9

Виды контроля в семестрах:
зачет с оценкой 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**4 (2.2)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32,1	32,1	32,1	32,1
Сам. работа	39,9	39,9	39,9	39,9
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):
ст.преподаватель, Мамадалиева Жылдыз Болотбековна;преподаватель, Кувшинов Александр Викторович

Рецензент(ы):
Сагымбаев Абдисамат Акимович

Согласовано РОП:
Оконов Манас Оконович

Рабочая программа дисциплины

Элекродинамика и распространение радиоволн

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании _____

Протокол от 02.09. 2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2030 уч.г. Руководитель подразделения: Хмелева Ирина Владимировна

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Элекродинамика и распространение радиоволн

наименование дисциплины

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью освоения дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» является формирование у обучающихся системных знаний о физических основах электродинамики, закономерностях возникновения, распространения и взаимодействия электромагнитных волн с различными средами, принципах функционирования линий передачи, волноводов, устройств СВЧ и антенных систем, а также развитие практических навыков анализа, расчёта и оценки их основных характеристик для применения в современных инфокоммуникационных системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.4
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.4.06. Электроника
2.1.2	Б1.О.4.01. Введение в инфокоммуникационные технологии и системы связи
2.1.3	Б1.О.2.03. Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.4	Б1.О.2.01. Физика
2.1.5	Б1.О.1.07. Русский язык
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б1.В.1.ДВ.08.01. Сети и системы мобильной связи
2.2.2	Б1.В.1.ДВ.06.01. Проектирование и эксплуатация систем связи
2.2.3	Б2.В.02(П). Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.4	Б1.В.1.06. Сети и системы радиосвязи
2.2.5	Б1.В.1.05. Сети связи
2.2.6	Б1.В.1.04. Системы коммутации
2.2.7	Б1.В.1.02. Направляющие систем электросвязи
2.2.8	Б1.В.1.01. Вычислительная техника и информационные технологии
2.2.9	Б2.В.01(П). Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.10	Б1.О.4.05. Общая теория связи
2.2.11	Б2.О.02(Пд). Преддипломная практика 1
2.2.12	Б3.03(Д). Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	программные комплексы и ПО общего/специального назначения
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	использовать вычислительную технику для управления процессами
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	методами компьютерного моделирования; техникой компьютерной графики
Уровень 2	
Уровень 3	

ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	
Знать:	
Уровень 1	закономерности передачи информации; виды сигналов; принципы построения сетей связи
Уровень 2	
Уровень 3	

Уметь:	
Уровень 1	решать задачи обработки данных; строить вероятностные модели
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	навыками обеспечения информационной безопасности
Уровень 2	
Уровень 3	

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	
Знать:	
Уровень 1	методы проведения исследований; системы сертификации
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	выбирать средства измерений и проводить эксперименты
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	способами оценки погрешности и представления данных
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Основные положения и физический смысл уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
3.1.2	Материальные уравнения электродинамики, связывающие электрические и магнитные характеристики среды.
3.1.3	Физические основы возникновения и распространения электромагнитных волн.
3.1.4	Основные характеристики электромагнитных волн, включая скорость распространения, энергию, импульс и поляризацию.
3.1.5	Особенности распространения электромагнитных волн в вакууме, диэлектриках, проводниках и плазме.
3.1.6	Влияние электрической проводимости, диэлектрической и магнитной проницаемости среды на распространение электромагнитных волн.
3.1.7	Назначение, устройство и принципы функционирования металлических и диэлектрических волноводов.
3.1.8	Основные типы электромагнитных волн в линиях передачи и волноводах (TEM, TE, TM).
3.1.9	Понятие критической частоты и условия распространения электромагнитных волн в волноводах.
3.1.10	Основные виды потерь в линиях передачи и волноводах, а также причины их возникновения.
3.1.11	Особенности распространения радиоволн в атмосфере, тропосфере и ионосфере.
3.1.12	Влияние атмосферных и ионосферных явлений на распространение радиоволн, радиосвязь и спутниковую навигацию.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Применять основные положения уравнений Максвелла для объяснения процессов возникновения и распространения электромагнитных волн.
3.2.2	Анализировать основные характеристики электромагнитных волн и их зависимость от параметров среды.
3.2.3	Определять особенности распространения электромагнитных волн в различных материальных средах.
3.2.4	Различать основные типы электромагнитных волн (TEM, TE, TM) и определять особенности их распространения.
3.2.5	Определять условия распространения электромагнитных волн в волноводах с учётом критической частоты.
3.2.6	Анализировать влияние геометрических и физических параметров волноводов на характеристики передачи электромагнитной энергии.
3.2.7	Оценивать влияние проводниковых, диэлектрических и других потерь на эффективность передачи электромагнитной энергии.
3.2.8	Анализировать особенности распространения радиоволн в тропосфере и ионосфере.

3.2.9	Оценивать влияние атмосферных условий и ионосферных задержек на работу радиотехнических и инфокоммуникационных систем.
3.2.10	Использовать полученные знания для анализа физических процессов, происходящих в линиях передачи и волноводах.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Навыками применения основных законов и уравнений электродинамики при анализе процессов распространения электромагнитных волн.
3.3.2	Навыками анализа электромагнитных процессов в различных материальных средах.
3.3.3	Методами определения и оценки основных характеристик электромагнитных волн.
3.3.4	Навыками классификации и анализа типов волн, распространяющихся в линиях передачи и волноводах.
3.3.5	Методами определения условий распространения электромагнитных волн в волноводах.
3.3.6	Навыками оценки потерь и эффективности передачи электромагнитной энергии.
3.3.7	Навыками анализа влияния параметров окружающей среды на распространение радиоволн.
3.3.8	Навыками применения теоретических знаний при решении инженерных задач в области СВЧ-техники и инфокоммуникационных систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Физические основы электродинамики. Линии передачи и волноводы СВЧ							
1.1	Основы электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные характеристики /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.2	Расчёт основных параметров электромагнитной волны: длины, частоты и скорости распространения /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.3	Основы электродинамики. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные характеристики /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.4	Распространение электромагнитных волн в различных средах. Поляризация и потери /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.5	Расчёт затухания и потерь электромагнитной волны в различных средах /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.6	Распространение электромагнитных волн в различных средах. Поляризация, поглощение и затухание электромагнитных волн /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.7	Линии передачи СВЧ: классификация, устройство и основные характеристики /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.8	Расчёт коэффициента полезного действия линии передачи с учётом потерь /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.9	Линии передачи СВЧ. Классификация, основные характеристики и особенности передачи электромагнитной энергии /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			

1.10	Металлические и диэлектрические волноводы. Типы волн и условия распространения /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.11	Определение критической частоты и условий распространения волн в металлическом волноводе /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
1.12	Металлические и диэлектрические волноводы. Типы волн, критическая частота и потери в волноводах /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
	Раздел 2. Устройства СВЧ и антенные системы							
2.1	Элементы и функциональные устройства СВЧ-тракта /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2			
2.2	Расчёт параметров и анализ работы элементов СВЧ-тракта / Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.3	Элементы и устройства СВЧ-тракта. Вентили, циркуляторы, фазовращатели и особенности их применения /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.4	Основные характеристики антенн и параметры поля излучения /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.5	Расчёт коэффициента усиления и основных характеристик антенн /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.6	Основные характеристики антенн. Поле излучения, диаграмма направленности, коэффициент усиления и рабочая полоса часто /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.7	Классификация, устройство и принципы работы различных типов антенн /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.8	Расчёт диаграмм направленности и параметров антенных решёток /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.9	Основные типы антенн. Симметричные вибраторы, антенные решётки, антенны типа «волновой канал», апертурные и диэлектрические антенны /Ср/	4	5	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.10	Антенные системы, математическое моделирование и методы измерения характеристик излучения /Лек/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.11	Обработка результатов измерений и определение характеристик излучения антенн /Пр/	4	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.12	Специализированные антенные системы. Математическое моделирование и измерение характеристик излучения антенн /Ср/	4	4,9	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			

2.13	/КрТО/	4	0,1	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы для проверки индикатора «Знать»

1. Что изучает электродинамика и каковы её основные задачи?
2. Каково физическое содержание уравнений Максвелла?
3. В каких формах записываются уравнения Максвелла и в чём заключается их физический смысл?
4. Что представляют собой материальные уравнения электродинамики?
5. Что такое электромагнитная волна и при каких условиях она возникает?
6. Каковы основные характеристики электромагнитной волны?
7. Что такое длина волны, частота и скорость распространения электромагнитной волны?
8. Что понимается под поляризацией электромагнитной волны и какие виды поляризации существуют?
9. Каковы особенности распространения электромагнитных волн в вакууме и различных материальных средах?
10. Как влияют диэлектрическая и магнитная проницаемости среды на распространение электромагнитных волн?
11. Как влияет электрическая проводимость среды на затухание и поглощение электромагнитных волн?
12. Что такое линия передачи СВЧ и каково её назначение?
13. Как классифицируются линии передачи СВЧ и каковы особенности их применения?
14. Каково устройство и назначение металлических волноводов?
15. Каковы конструктивные особенности диэлектрических волноводов?
16. Какие типы электромагнитных волн распространяются в линиях передачи и волноводах (ТЕМ, ТЕ, ТМ)?
17. Что такое критическая частота волновода и от каких параметров она зависит?
18. Какие условия необходимы для распространения электромагнитной волны в волноводе?
19. Какие основные виды потерь возникают в линиях передачи и волноводах?
20. Каково назначение основных элементов СВЧ-тракта?
21. Для чего применяются вентили, циркуляторы и фазовращатели?
22. Что такое антенна и каковы её основные функции в системах радиосвязи?
23. Что такое диаграмма направленности антенны, коэффициент направленного действия и коэффициент усиления?
24. Каковы основные конструктивные особенности и принципы работы различных типов антенн?
25. Каковы основные методы математического моделирования и экспериментального измерения характеристик антенных систем?

Контрольные вопросы и задания для проверки индикатора «Уметь»

1. По заданным значениям частоты определить длину электромагнитной волны и скорость её распространения.
2. Определить скорость распространения электромагнитной волны в диэлектрической среде по заданной относительной диэлектрической проницаемости.
3. Проанализировать изменение длины волны при переходе электромагнитного излучения из одной среды в другую.
4. Определить основные параметры электромагнитной волны по заданным частоте, длине волны и характеристикам среды.
5. Оценить влияние параметров материальной среды на скорость распространения и затухание электромагнитной волны.
6. Определить коэффициент затухания и величину потерь электромагнитной волны на заданном участке линии передачи.
7. Рассчитать коэффициент полезного действия линии передачи с учётом заданных потерь.
8. Определить основные конструктивные и электрические параметры металлического волновода по исходным данным.
9. Рассчитать критическую частоту основного типа волны в прямоугольном металлическом волноводе.
10. Определить возможность распространения электромагнитной волны в волноводе при заданной рабочей частоте.
11. Сравнить условия распространения электромагнитных волн различных типов в волноводах.
12. Рассчитать волновое сопротивление коаксиальной линии передачи по заданным геометрическим параметрам и характеристикам диэлектрика.
13. Выбрать подходящий тип линии передачи СВЧ с учётом заданных условий эксплуатации и технических требований.
14. Проанализировать влияние потерь и рассогласования на эффективность передачи мощности в СВЧ-тракте.
15. Определить выходную мощность СВЧ-тракта по заданной входной мощности и потерям в его элементах.
16. Проанализировать назначение и выбрать соответствующий элемент СВЧ-тракта для заданной функциональной задачи.
17. Рассчитать основные параметры антенны по заданным значениям частоты, эффективной площади и коэффициента полезного действия.
18. Определить коэффициент усиления антенны и представить результат в линейных единицах и децибелах.
19. Построить диаграмму направленности антенны по заданным расчётным или экспериментальным данным.
20. Определить ширину главного лепестка диаграммы направленности и уровень боковых лепестков.
21. Рассчитать основные характеристики линейной антенной решётки при заданных количестве излучателей, расстоянии между ними и фазовом сдвиге.

22. Определить основные параметры рупорной антенны по заданным геометрическим и частотным характеристикам.
23. Рассчитать коэффициент усиления параболической антенны по её диаметру, рабочей частоте и коэффициенту использования апертуры.
24. Проанализировать влияние конструктивных параметров спиральной и апертурной антенн на их основные характеристики.
25. Обработать результаты измерения диаграммы направленности и определить основные характеристики излучения антенны.

Примерные практические задачи для проверки индикатора «Владеть»
Задача 1. Определение параметров электромагнитной волны
Электромагнитная волна распространяется в свободном пространстве с частотой 2,4 ГГц.
Определить:
- длину электромагнитной волны;
- период колебаний;
- скорость распространения волны.

Задача 2. Распространение электромагнитной волны в диэлектрической среде
Электромагнитная волна распространяется в немагнитной диэлектрической среде с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_r = 4$. Частота волны составляет 100 МГц.
Определить:
- скорость распространения волны в среде;
- длину волны в среде;
- длину волны в свободном пространстве.

Задача 3. Расчёт потерь в линии передачи
Линия передачи СВЧ имеет длину 15 м. Коэффициент затухания составляет 0,08 дБ/м. На вход линии подаётся мощность 10 Вт.
Определить:
- суммарные потери в линии в децибелах;
- коэффициент передачи мощности;
- коэффициент полезного действия линии;
- мощность на выходе линии.

Задача 4. Определение критической частоты волновода
Прямоугольный металлический волновод имеет размеры поперечного сечения: широкая стенка a = 22,86 мм, узкая стенка b = 10,16 мм.
Определить:
- критическую частоту основного типа волны TE10;
- длину волны в свободном пространстве при рабочей частоте 10 ГГц;
- возможность распространения волны TE10 при заданной рабочей частоте.

Задача 5. Расчёт волнового сопротивления коаксиальной линии
Коаксиальная линия передачи имеет следующие параметры:
- диаметр внутреннего проводника d = 3 мм;
- внутренний диаметр внешнего проводника D = 7 мм;
- относительная диэлектрическая проницаемость заполнителя $\varepsilon_r = 2{,}25$.

Считать, что пространство между проводниками полностью заполнено однородным диэлектриком.
Определить волновое сопротивление коаксиальной линии.

Задача 6. Определение выходной мощности СВЧ-тракта
СВЧ-тракт состоит из линии передачи, циркулятора и фазовращателя. Входная мощность составляет 100 мВт. Потери в элементах тракта равны:
- линия передачи — 2 дБ;
- циркулятор — 0,8 дБ;
- фазовращатель — 1,2 дБ.

Определить:
- суммарные потери СВЧ-тракта;
- коэффициент передачи мощности;
- выходную мощность;
- эффективность передачи мощности.

Задача 7. Расчёт коэффициента усиления параболической антенны
Параболическая антенна имеет диаметр зеркала D = 1,2 м. Рабочая частота составляет 6 ГГц. Коэффициент использования апертуры $\eta = 0{,}6$.
Определить:
- длину электромагнитной волны;
- эффективную площадь апертуры;
- коэффициент усиления антенны в линейных единицах;

- коэффициент усиления в децибелах относительно изотропного излучателя (дБи).

Задача 8. Анализ параметров спиральной антенны
Спиральная антенна имеет диаметр витка D = 40 мм и состоит из 8 витков. Рабочая частота составляет 2,4 ГГц.
Определить:
- длину электромагнитной волны;
- длину окружности одного витка;
- отношение длины окружности к длине волны;
- оценить возможность работы антенны в осевом режиме.

При оценке учитывать, что для окончательного вывода о режиме работы также необходимы данные о шаге спирали и угле подъёма витка.

Задача 9. Обработка экспериментальных данных диаграммы направленности
В результате измерения диаграммы направленности антенны получены следующие относительные значения мощности:

Угол, град.	0	15	30	45	60	75
Относительная мощность	1,00	0,92	0,70	0,40	0,15	0,05

Требуется:
- построить нормированную диаграмму направленности;
- определить направление максимального излучения;
- определить уровень половинной мощности;
- оценить ширину главного лепестка по уровню половинной мощности, предполагая симметричность диаграммы.

Задача 10. Комплексный расчёт параметров СВЧ-тракта
СВЧ-тракт состоит из нескольких последовательно соединённых элементов. Входная мощность составляет 100 мВт. Потери в элементах равны:
- первый участок линии передачи — 1,5 дБ;
- циркулятор — 0,8 дБ;
- фазовращатель — 1,2 дБ;
- второй участок линии передачи — 0,5 дБ.

Определить:
- суммарные потери СВЧ-тракта;
- коэффициент передачи мощности;
- выходную мощность;
- общий коэффициент полезного действия тракта.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

Темы рефератов
Раздел 1. Физические основы электродинамики и линии передачи СВЧ
1. История развития электродинамики и её значение для современной техники связи.
2. Уравнения Максвелла и их роль в описании электромагнитных процессов.
3. Физические основы возникновения и распространения электромагнитных волн.
4. Основные характеристики электромагнитных волн и их взаимосвязь.
5. Поляризация электромагнитных волн и её практическое применение.
6. Особенности распространения электромагнитных волн в диэлектрических и проводящих средах.
7. Влияние параметров материальной среды на скорость распространения и затухание электромагнитных волн.
8. Классификация линий передачи СВЧ и сравнительный анализ их характеристик.
9. Металлические волноводы: конструкция, принцип действия и области применения.
10. Диэлектрические волноводы и их применение в современных системах передачи информации.

Раздел 2. Устройства СВЧ и антенные системы
11. Основные элементы и функциональные устройства СВЧ-трактов.
12. Вентили, циркуляторы и фазовращатели: назначение, принципы работы и применение.
13. Основные характеристики антенн и их значение в системах радиосвязи.
14. Диаграмма направленности антенны и методы её формирования.
15. Симметричные вибраторы как основные элементы антенных систем.
16. Антенные решётки: принципы построения, классификация и области применения.
17. Антенны типа «волновой канал», их конструктивные особенности и характеристики.
18. Рупорные и параболические антенны в современных системах связи.
19. Диэлектрические, спиральные и многолучевые антенны: особенности конструкции и применения.
20. Математическое моделирование и экспериментальное исследование характеристик антенных систем.

Темы презентаций для устного опроса
Раздел 1. Физические основы электродинамики и линии передачи СВЧ
1. Электродинамика как основа современных инфокоммуникационных технологий.
2. Уравнения Максвелла: физический смысл и практическое значение.
3. Электромагнитные волны: основные параметры и свойства.
4. Виды поляризации электромагнитных волн.

5. Распространение электромагнитных волн в различных материальных средах.
6. Причины затухания и поглощения электромагнитных волн.
7. Линии передачи СВЧ: основные типы и области применения.
8. Металлические волноводы и условия распространения электромагнитных волн.
9. Типы волн ТЕМ, ТЕ и ТМ: основные отличия.
10. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

Раздел 2. Устройства СВЧ и антенные системы

11. Структура и основные элементы СВЧ-тракта.
12. Принцип работы вентиля, циркулятора и фазовращателя.
13. Основные параметры и характеристики антенн.
14. Диаграмма направленности: виды, параметры и практическое значение.
15. Симметричный вибратор и его применение в радиосвязи.
16. Антенные решётки и электронное управление направлением излучения.
17. Антенна типа «волновой канал»: устройство и принцип работы.
18. Рупорные и параболические антенны: конструкция и области применения.
19. Спиральные и диэлектрические антенны: особенности и возможности применения.
20. Методы измерения и математического моделирования диаграмм направленности антенн.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Перечень видов оценочных средств

1. Устный опрос.
2. Письменный опрос.
3. Контрольные вопросы по разделам дисциплины.
4. Решение расчётных задач.
5. Выполнение практических заданий.
6. Расчётно-графические задания.
7. Подготовка и защита рефератов.
8. Подготовка и защита презентаций.
9. Самостоятельная работа обучающихся.
10. Контрольная работа.
11. Проверка выполнения заданий по изученным темам.
12. Промежуточная аттестация.
13. Итоговый контроль.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Грудинская Г.П.	Распространение радиоволн: учебное пособие для вузов	М.: Высшая школа 1975
Л1.2	Красюк Н.П., Дымович Н.Д.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для радиотехн. вузов и факультетов	М.: Высшая школа 1974

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Красюк Н.П., Дымович Н.Д.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для радиотехн. вузов и факультетов	М.: Высшая школа 1974
Л2.2	Викторов В.А. и др., Лункин Б.В., Совлуков А.С.	Радиоволновые измерения параметров технологических процессов	М.: Энергоатомиздат 1989

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Карлинер М.М.	Электродинамика СВЧ: курс лекций	Новосибирск: Новосибирский государственный университет 1999
Л3.2	Карлинер М.М.	Электродинамика СВЧ: курс лекций	Новосибирск: Новосибирский государственный университет 1999

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Microsoft Windows — операционная система для обеспечения работы учебного и прикладного программного обеспечения.
6.3.1.2	Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) — подготовка учебно-методических материалов, выполнение расчётов, обработка результатов и создание презентаций.

6.3.1.3	MATLAB — выполнение инженерных расчётов, математическое моделирование электромагнитных процессов и анализ характеристик антенных систем.
6.3.1.4	Mathcad — выполнение инженерных и расчётно-графических заданий, расчёт параметров линий передачи, волноводов и антенн.
6.3.1.5	CST Studio Suite — моделирование электромагнитных полей, исследование характеристик устройств СВЧ и антенных систем.
6.3.1.6	Ansys HFSS — электродинамическое моделирование высокочастотных устройств, волноводов и антенн.
6.3.1.7	AutoCAD — разработка и просмотр технических чертежей, схем и конструктивных элементов устройств СВЧ и антенн.
6.3.1.8	Adobe Acrobat Reader — просмотр учебной, научно-технической и нормативной документации в формате PDF.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	1. Профессиональные базы данных и электронные научные ресурсы
6.3.2.2	1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/
6.3.2.3	2. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/
6.3.2.4	3. IEEE Xplore Digital Library — https://ieeexplore.ieee.org/
6.3.2.5	4. ScienceDirect — https://www.sciencedirect.com/
6.3.2.6	5. SpringerLink — https://link.springer.com/
6.3.2.7	6. Scopus — https://www.scopus.com/
6.3.2.8	7. Web of Science — https://www.webofscience.com/
6.3.2.9	8. Google Scholar (Академия Google) — https://scholar.google.com/
6.3.2.10	9. Национальная электронная библиотека Российской Федерации — https://rusneb.ru/
6.3.2.11	
6.3.2.12	2. Информационные и справочные системы
6.3.2.13	10. Международный союз электросвязи (ITU) — https://www.itu.int/
6.3.2.14	11. IEEE Standards Association — https://standards.ieee.org/
6.3.2.15	12. КонсультантПлюс — https://www.consultant.ru/
6.3.2.16	13. Национальная библиотека Кыргызской Республики имени Алыкула Осмонова — https://nlkr.gov.kg/
6.3.2.17	14. Научная библиотека КРСУ, раздел «Ссылки на электронные ресурсы» — https://lib.krsu.kg/index.php?
6.3.2.18	15. Официальный сайт Кыргызско-Российского Славянского университета — https://www.krsu.kg/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Аудитория для проведения учебных занятий (лекционные) – учебная лаборатория 3/412. Оборудование: магнитномаркерная доска, мультимедийный проектор, АРМ преподавателя (ноутбук).
7.2	Аудитория для проведения учебных занятий (практические) – учебная лаборатория 3/412. Оборудование: магнитно-маркерная доска, мультимедийный проектор, АРМ преподавателя (ноутбук).
7.3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся - учебный компьютерный класс 3/301. Оборудование: 10 персональных компьютеров, подключенные к сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза и ЭБС.
7.4	720000 Кыргызская республика, г. Бишкек, пр. Шабдан Баатыра 140, корпус 3 Литер А 4 этаж, каб. 22 – учебная лаборатория 3/412. Технический паспорт от 10 июня 2002 г

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины «Устройства СВЧ и антенны» предполагает последовательное изучение теоретического материала, выполнение практических и расчётных заданий, а также самостоятельную работу с учебной, научной и справочной литературой.
Для успешного освоения дисциплины обучающимся рекомендуется придерживаться следующих методических указаний.

1. Подготовка к лекционным занятиям
Перед началом изучения каждой темы рекомендуется ознакомиться с её содержанием, изучить соответствующие разделы учебной и научно-технической литературы, повторить основные понятия и определения. Во время лекционных занятий необходимо вести конспект, фиксировать основные положения, физические закономерности, формулы и примеры применения устройств СВЧ и антенных систем.
Особое внимание следует уделять пониманию физических основ электродинамики, уравнений Максвелла, свойств и характеристик электромагнитных волн, принципов распространения волн в линиях передачи и волноводах.

2. Подготовка и выполнение практических занятий
При подготовке к практическим занятиям необходимо повторить теоретический материал соответствующей темы, изучить

методические рекомендации и ознакомиться с формулами, необходимыми для выполнения расчётов.
При решении расчётных задач рекомендуется:
- внимательно изучить условие задачи;
- определить исходные данные и требуемые величины;
- выбрать соответствующие физические зависимости и расчётные формулы;
- выполнить расчёты с указанием единиц измерения;
- проанализировать полученные результаты и сформулировать вывод.

При выполнении заданий по линиям передачи, волноводам и антенным системам необходимо учитывать физические параметры, конструктивные особенности и условия распространения электромагнитных волн.

3. Организация самостоятельной работы
Самостоятельная работа является важной составляющей освоения дисциплины. Обучающимся рекомендуется самостоятельно изучать дополнительные учебные и научные материалы, закреплять лекционный материал, выполнять индивидуальные задания, готовить рефераты и презентации.
При работе с литературными и электронными источниками необходимо обращать внимание на достоверность информации, актуальность материалов и соответствие рассматриваемой темы содержанию дисциплины.

4. Подготовка рефератов и презентаций
При подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать учебную литературу, научные публикации, профессиональные базы данных и информационные ресурсы в области радиотехники, электродинамики, устройств СВЧ и антенных систем.
Реферат должен содержать введение, основную часть, заключение и список использованных источников. Изложение материала должно быть последовательным, логичным и соответствовать выбранной теме.
Презентация должна отражать основные положения рассматриваемой темы, включать необходимые иллюстрации, структурные схемы, графики, диаграммы и формулы. При устном представлении обучающийся должен уметь объяснить содержание презентации и ответить на вопросы преподавателя.

5. Работа с учебной и научно-технической литературой
Для углублённого изучения дисциплины рекомендуется использовать учебники, учебные пособия, научные статьи, техническую документацию, стандарты и электронные информационные ресурсы.
При изучении материалов необходимо обращать внимание на физический смысл используемых величин, принципы функционирования устройств, особенности передачи электромагнитной энергии и основные характеристики антенных систем.
6. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Для успешного прохождения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающимся рекомендуется систематически повторять изученный материал, прорабатывать контрольные вопросы, решать расчётные задачи и выполнять предусмотренные практические задания.
Особое внимание следует уделять знанию основных законов электродинамики, характеристик электромагнитных волн, принципов работы линий передачи и волноводов, назначения устройств СВЧ, а также основных параметров и характеристик антенн.

7. Рекомендации по эффективному освоению дисциплины
Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины обучающимся рекомендуется:
- соблюдать последовательность изучения разделов и тем дисциплины;
- регулярно посещать лекционные и практические занятия;
- своевременно выполнять практические и самостоятельные задания;
- использовать дополнительные учебные и научные источники;
- закреплять теоретические знания решением расчётных задач;
- формировать навыки анализа физических процессов и технических характеристик устройств СВЧ и антенных систем;
- своевременно обращаться к преподавателю за разъяснением сложных вопросов.

Систематическое выполнение указанных рекомендаций позволит обучающимся сформировать необходимые теоретические знания и практические навыки, а также подготовиться к решению инженерных задач в области устройств СВЧ, антенной техники и современных инфокоммуникационных систем.