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

Высшая школа цифровых технологий

Направление подготовки: 11.03.02 (РФ) / 690300 (КР) Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: «Сети связи и системы коммутации»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: Очная

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС)

по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн»

Год начала подготовки: 2026

Семестр изучения: 4 семестр (2 курс)

Общая трудоемкость: 2 ЗЕТ (72 академических часа)

Форма промежуточной аттестации: Зачёт с оценкой (4 семестр)

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине

по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн»

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании высшей школы «цифровых технологий»

протокол № 1 от «02» сентября 2026 года.

Директор ВШ «Цифровых технологий» _____ Хмелёва И.В.

Согласовано РОП: к.т.н., доцент Оконов М.О. _____

Исполнители:

Ст. препод. ВШ «Цифровых технологий» _____ Мамадалиева Ж.Б.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для проведения текущего контроля успеваемости, рубежного контроля и промежуточной аттестации (зачёта с оценкой) обучающихся по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн». ФОС обеспечивает проверку уровня сформированности общепрофессиональных компетенций:

- **ОПК-2:** *Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных*;
- **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*;
- **ОПК-4:** *Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности*.

1.2. Распределение объема дисциплины по видам занятий (по учебному плану)

- **Общая трудоемкость:** 2 ЗЕТ / 72 академических часа.
- **Лекционные занятия:** 16 часов.
- **Практические занятия:** 16 часов.
- **Самостоятельная работа студентов (СРС):** 39,9 часа.
- **Контактная работа в период теоретического обучения (КрТО):** 0,1 часа.
- **Вид промежуточной аттестации:** Зачёт с оценкой (4 семестр).

1.3. Матрица связей разделов дисциплины, компетенций и оценочных средств

Раздел дисциплины	**Формируемые индикаторы компетенций (ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)**	**Виды оценочных средств**
Раздел 1. Физические основы электродинамики. Линии передачи и волноводы СВЧ	**Знать:** 3.1.1 – 3.1.12 — уравнения Максвелла, материальные уравнения, параметры ЭМВ и их распространение в средах, атмосфере и ионосфере; классификацию линий передачи СВЧ и волноводов, типы волн (ТЕМ, ТЕ, ТМ), критическую частоту и потери	Устный и письменный опрос (лекции №1.1, 1.4, 1.7, 1.10), Практические занятия №1.2, 1.5, 1.8, 1.11, Задания СРС №1.3, 1.6, 1.9, 1.12, Задачи №1–5, Рефераты и презентации №1–10

Раздел дисциплины	Формируемые индикаторы компетенций (ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)	Виды оценочных средств
	Уметь: 3.2.1 – 3.2.10 — рассчитывать параметры ЭМВ, затухание в средах, КПД линий с потерями, критическую частоту и условия распространения волн в металлическом волноводе **Владеть:** 3.3.1 – 3.3.6 — навыки применения уравнений электродинамики и расчёта параметров волноводов и линий передачи	
Раздел 2. Устройства СВЧ и антенные системы	**Знать:** 3.1.10 – 3.1.12 — назначение элементов СВЧ-тракта (вентили, циркуляторы, фазовращатели), характеристики антенн (ДН, КНД, КУ, полоса частот), классификацию антенн, методы моделирования (MATLAB, Mathcad, CST Studio Suite, Ansys HFSS) и измерений **Уметь:** 3.2.7 – 3.2.10 — рассчитывать параметры СВЧ-тракта, КУ и ДН антенн и антенных решёток, обрабатывать результаты измерений ДН	Устный и письменный опрос (лекции №2.1, 2.4, 2.7, 2.10), Практические занятия №2.2, 2.5, 2.8, 2.11, Задания СРС №2.3, 2.6, 2.9, 2.12, Задачи №6–10, Рефераты и презентации №11–20, Контрольная работа, РГР, **Зачёт с оценкой**

Раздел дисциплины	Формируемые индикаторы компетенций (ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)	Виды оценочных средств
	Владеть: 3.3.6 – 3.3.8 — навыки комплексного расчёта СВЧ-трактов и характеристик излучения антенных систем	

2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «ЗНАТЬ» (Контрольные вопросы к зачёту)

Перечень из 25 контрольных вопросов сформирован строго в соответствии с пунктом 5.1 «Контрольные вопросы для проверки индикатора „Знать“» РПД:

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 (TEM, TE, TM)?
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?

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «УМЕТЬ» (Контрольные задания и практические работы)

Задания сформированы строго в соответствии с пунктом 5.1 «Контрольные вопросы и задания для проверки индикатора „Уметь“» и разделом 4 РПД:

3.1. Контрольные задания уровня «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.

3.2. Перечень практических занятий (16 часов, раздел 4 РПД)

- **Практическое занятие №1.2 (2 ч.):** Расчёт основных параметров электромагнитной волны: длины, частоты и скорости распространения.
- **Практическое занятие №1.5 (2 ч.):** Расчёт затухания и потерь электромагнитной волны в различных средах.
- **Практическое занятие №1.8 (2 ч.):** Расчёт коэффициента полезного действия линии передачи с учётом потерь.
- **Практическое занятие №1.11 (2 ч.):** Определение критической частоты и условий распространения волн в металлическом волноводе.
- **Практическое занятие №2.2 (2 ч.):** Расчёт параметров и анализ работы элементов СВЧ-тракта.
- **Практическое занятие №2.5 (2 ч.):** Расчёт коэффициента усиления и основных характеристик антенн.
- **Практическое занятие №2.8 (2 ч.):** Расчёт диаграмм направленности и параметров антенных решёток.
- **Практическое занятие №2.11 (2 ч.):** Обработка результатов измерений и определение характеристик излучения антенн.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КАТЕГОРИИ «ВЛАДЕТЬ» (Практические расчётные задачи к зачёту)

Перечень из 10 практических задач сформирован строго в соответствии с пунктом 5.1 «Примерные практические задачи для проверки индикатора „Владеть“» РПД:

- **Задача 1. Определение параметров электромагнитной волны**

  Электромагнитная волна распространяется в свободном пространстве с частотой $2{,}4\text{ ГГц}$.

  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 $0{,}08\text{ дБ/м}$. 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 $a = 22{,}86\text{ мм}$, узкая стенка $b = 10{,}16\text{ мм}$.

  Определить: критическую частоту основного типа волны TE_{10}; длину волны в свободном пространстве при рабочей частоте 10 ГГц; возможность распространения волны TE_{10} при заданной рабочей частоте.

- **Задача 5. Расчёт волнового сопротивления коаксиальной линии**

  Коаксиальная линия передачи имеет следующие параметры: диаметр внутреннего проводника $d = 3\text{ мм}$; внутренний диаметр внешнего проводника $D = 7\text{ мм}$; 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 — $0{,}8\text{ дБ}$; фазовращатель — $1{,}2\text{ дБ}$.

  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 $D = 1{,}2\text{ м}$. 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 $D = 40\text{ мм}$ и состоит из 8 витков. Рабочая частота составляет $2{,}4\text{ ГГц}$.

  Определить: длину электромагнитной волны; длину окружности одного витка; отношение длины окружности к длине волны; оценить возможность работы антенны в осевом режиме (учитывая, что для окончательного вывода 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**	**90**
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 — $1{,}5\text{ дБ}$; циркулятор — $0{,}8\text{ дБ}$; фазовращатель — $1{,}2\text{ дБ}$; второй участок линии передачи — $0{,}5\text{ дБ}$.

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

5. ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ И ПРЕЗЕНТАЦИЙ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА (СРС)

Перечень тем соответствует пункту 5.3 РПД. Курсовая работа учебным планом не предусмотрена (п. 5.2 РПД).

5.1. Темы рефератов (20 тем)

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.

5.2. Темы презентаций для устного опроса (20 тем)

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 TEM, TE и TM: 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.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КОНТРОЛЯ

В соответствии с пунктом 5.4 и разделом 8 РПД для оценки качества освоения дисциплины используются следующие виды оценочных средств:

1. **Устный опрос** — проверка усвоения теоретических основ электродинамики, свойств электромагнитных волн и принципов работы СВЧ-устройств и антенн на занятиях.
2. **Письменный опрос** — экспресс-проверка знания уравнений Максвелла, материальных уравнений и расчетных зависимостей.
3. **Контрольные вопросы по разделам дисциплины** — систематический контроль теоретической подготовки по Разделам 1 и 2.
4. **Решение расчётных задач** — определение параметров ЭМВ, критических частот волноводов, волнового сопротивления коаксиальных линий, потерь в СВЧ-трактах и коэффициента усиления антенн.
5. **Выполнение практических заданий (16 часов)** — выполнение и защита 8 практических работ по расчёту параметров ЭМВ, линий передачи, волноводов, СВЧ-трактов и антенных систем.
6. **Расчётно-графические задания (РГР)** — индивидуальные инженерные расчёты с построением нормированных диаграмм направленности (с применением MATLAB, Mathcad, MS Excel).
7. **Подготовка и защита рефератов и презентаций (39,9 часа СРС)** — самостоятельное исследование тем курса, оформление реферата (введение, основная часть, заключение, список источников) и устная защита презентации с ответами на вопросы преподавателя.
8. **Контрольная работа** — рубежная проверка знаний и навыков решения расчётных задач по изученным темам.
9. **Промежуточная аттестация — Зачёт с оценкой (4 семестр)** — итоговый контроль сформированности компетенций ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4 по теоретическим вопросам и практическим расчётным задачам.

7. КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЁТ С ОЦЕНКОЙ)

7.1. Балльно-рейтинговая система оценивания

Оценка итоговой успеваемости обучающихся по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале с последующим переводом в пятибалльную академическую оценку. Для получения положительной оценки на зачёте с оценкой сумма баллов, набранная обучающимся по результатам текущего, рубежного и итогового контроля, должна составлять **60 и более баллов**.

7.2. Шкала перевода баллов и дескрипторы оценивания (ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)

Шкала баллов	**Академическая оценка**	**Требования к уровню сформированности компетенций ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4 (Знать, Уметь, Владеть)**
85 – 100 баллов	**Отлично (5)**	Обучающийся демонстрирует глубокие, системные знания уравнений Максвелла, закономерностей распространения и поляризации ЭМВ в различных средах, тропосфере и ионосфере, теории металлических и диэлектрических волноводов, устройств СВЧ-тракта и антенных систем; безошибочно и с физическим обоснованием решает все типы расчётных задач и обрабатывает экспериментальные диаграммы направленности; в полном объеме выполнил и защитил практические работы, РГР, контрольную работу, реферат и презентацию.
70 – 84 балла	**Хорошо (4)**	Обучающийся твердо знает основной теоретический материал обоих разделов дисциплины, допускает незначительные неточности при ответе на дополнительные вопросы по дифференциальной форме уравнений Максвелла, особенностям ионосферного распространения или численному моделированию антенн; уверенно выполняет расчёты параметров ЭМВ, критической частоты волновода TE_{10}, потерь в СВЧ-тракте и КУ параболической антенны; выполнил и защитил практические работы, реферат и презентацию с незначительными замечаниями.
60 – 69 баллов	**Удовлетворительно (3)**	Обучающийся усвоил только базовый теоретический минимум (основные параметры ЭМВ, назначение линий передачи и волноводов, понятие критической частоты, базовые характеристики антенн — ДН, КНД, КУ); испытывает затруднения при оценке затухания в проводящих средах, расчёте параметров антенных решёток и обработке экспериментальных данных ДН; практические задания, реферат и презентация выполнены в минимально допустимом объеме при помощи преподавателя.

Шкала баллов	Академическая оценка	Требования к уровню сформированности компетенций ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4 (Знать, Уметь, Владеть)
Менее 60 баллов	**Неудовлетворительно (2)**	Обучающийся не знает физических основ электродинамики, условий распространения электромагнитных волн в средах и волноводах, принципов работы устройств СВЧ и антенн, не умеет выполнять расчёты параметров волн, линий передачи и характеристик излучения антенн, имеет академические задолженности по практическим занятиям и контрольным мероприятиям.