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

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н., доцент С.А. Стрельцов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: С.А. Стрельцов
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика и распространение радиоволн

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Новосибирск 2026

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по **дисциплине** Электродинамика и распространение радиоволн представлена в Таблице. Результаты обучения по дисциплине соотнесены с уровнями сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Таблица

Формируемые компетенции	**Индикаторы компетенций**	**Темы**	**Этапы оценки компетенций и соотнесенных с ними индикаторов**	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	**Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)**
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	Волновые уравнения и их физический смысл. Теорема единственности решений дифференциальных уравнений электромагнитного поля. Метод частных решений и методы разделения переменных. Продольные и поперечные компоненты электромагнитного поля. Представление поперечных компонент поля через продольные. Геометрическая оптика и теория дифракции. Постановка задачи дифракции, предельные случаи. Метод Гюйгенса - Кирхгофа. Интегральные характеристики дифракции. Дифракция Фраунгофера на отверстии, поле дифракции. Дифракция Френеля на отверстии и её исследование. Зоны Френеля. Диапазоны радиоволн и особенности их распространения в каждом из диапазонов. Влияние поверхности Земли и её сферичности. Земные радиоволны, влияние тропосферы и ионосферы. Эффект Н.И.Кабанова и его использование в загоризонтной радиолокации. Рефракция и дифракция радиоволн при их распространении в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий. Модели и методы расчета радиотрасс. Измерительная линия Исследование дифракции радиоволн диапазона 10 ГГц. Исследование характеристик прямоугольных волноводов. Линии передачи с распределенными по длине	Отчет по лабораторным работам 1 и 2	Экзамен, вопросы 1-16.

		погонными параметрами. "Телеграфные" уравнения длинных линий. Падающие и отраженные волны в длинных линиях. Бегущие, смешанные и стоячие волны в длинных линиях. Распределение тока и напряжения вдоль длины линии. Характеристическое (волновое) сопротивление длинной линии, её входное комплексное сопротивление в различны х режимах работы. Круговая диаграмма Смита. Многосвязные направляющие системы. Линии передачи с волнами Т-типа (ТЕМ). Коаксиальный кабель, структура поля внутри кабеля. Доминантная волна и высшие типы волн в коаксиальном кабеле. Волновое сопротивление коаксиального кабеля. Полосковые и микрополосковые линии, структура поля доминантной и высших типов волн. Щелевые и копланарные линии, структура полей доминантной и высших типов волн. Технология реализации планарных линий передачи. Фрмирование топологии проводящих фрагментов на органических, керамических и кристаллических подложках. Объемные резонаторы произвольной формы и граничные условия в них. Структура электромагнитного поля в прямоугольных, цилиндрических и коаксиальных резонаторах, их резонансные частоты. Ввод и вывод энергии типовыми линиями передачи. Потери в резонаторах, их добротность. Квазиоптические направляющие системы и резонаторы. Волоконно-оптические световоды и кабели, технология их реализации и соединения между собой и классическими линиями передачи. Импедансные поверхности и их свойства. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Представление о радиолиниях. Радиоволны в природных условиях. Влияние поверхности Земли, общий подход, доминантная область (область, существенная для распространения радиоволн).		

		Резонатор Скалярные и векторные уравнения Гельмгольца. Отыскание частных решений в полых волноводах. Длина и фазовая скорость направляемых волн. Дисперсия волн в полых волноводах. Групповая скорость ансамбля (волнового пакета) электромагнитных волн. Концепция Бриллуэна, лучевая картина распространения волн в волноводах. Критическая частота полых волноводов. Сторонний ток и поле излучения. Векторные запаздывающие электродинамические потенциалы. Преобразования дифференциальных уравнений электромагнитного поля и анализ их решения. Элементарный электрический диполь Герца. Характеристики излучаемого диполем Герца электромагнитного поля. Элементарный магнитный диполь и принцип перестановочной двойственности. Уравнения Максвелла и граничные условия на границах раздела двух сред с различными электрофизическими свойствами. Непрерывность компонент электромагнитного поля на границах раздела двух сред. Односвязные и многосвязные направляющие системы и их моделирование длинными линиями с распределенными параметрами. Вывод "телеграфных" уравнений из уравнений Максвелла. Эквивалентные виртуальные поверхностные источники. Их взаимосвязь с тангенциальными составляющими электромагнитного поля на границе раздела двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями. Элемент Гюйгенса и его электромагнитное излучение. Диаграмма направленности и поляризация излучения элемента Гюйгенса. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах. Характеристические параметры волноводов. Волны Е- (ТМ) и Н- (ТЕ) типов. Доминантные (основные) и высшие типы волн.		

		Критические частоты. Структура электромагнитного поля доминантных и высших типов волн, картины токов проводимости на стенках волноводов и токов смещения в диэлектрике волновода.		
ОПК-1	2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Волновые уравнения и их физический смысл. Теорема единственности решений дифференциальных уравнений электромагнитного поля. Метод частных решений и методы разделения переменных. Продольные и поперечные компоненты электромагнитного поля. Представление поперечных компонент поля через продольные. Геометрическая оптика и теория дифракции. Постановка задачи дифракции, предельные случаи. Метод Гюйгенса - Кирхгофа. Интегральные характеристики дифракции. Дифракция Фраунгофера на отверстии, поле дифракции. Дифракция Френеля на отверстии и её исследование. Зоны Френеля. Диапазоны радиоволн и особенности их распространения в каждом из диапазонов. Влияние поверхности Земли и её сферичности. Земные радиоволны, влияние тропосферы и ионосферы. Эффект Н.И.Кабанова и его использование в загоризонтной радиолокации. Рефракция и дифракция радиоволн при их распространении в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий. Модели и методы расчета радиотрасс. Измерительная линия Исследование дифракции радиоволн диапазона 10 ГГц. Исследование характеристик прямоугольных волноводов. Линии передачи с распределенными по длине погонными параметрами. "Телеграфные" уравнения длинных линий. Падающие и отраженные волны в длинных линиях. Бегущие, смешанные и стоячие волны в длинных линиях. Распределение тока и напряжения вдоль длины линии. Характеристическое (волновое) сопротивление длинной линии, её входное комплексное сопротивление в различны х режимах работы. Круговая диаграмма Смита.	Отчет по лабораторным работам 3 и 4, РГЗ (части 1 и 2)	Экзамен, вопросы 17 - 50.

		Многосвязные направляющие системы. Линии передачи с волнами Т-типа (ТЕМ). Коаксиальный кабель, структура поля внутри кабеля. Доминантная волна и высшие типы волн в коаксиальном кабеле. Волновое сопротивление коаксиального кабеля. Полосковые и микрополосковые линии, структура поля доминантной и высших типов волн. Щелевые и копланарные линии, структура полей доминантной и высших типов волн. Технология реализации планарных линий передачи. Фрмирование топологии проводящих фрагментов на органических, керамических и кристаллических подложках. Объемные резонаторы произвольной формы и граничные условия в них. Структура электромагнитного поля в прямоугольных, цилиндрических и коаксиальных резонаторах, их резонансные частоты. Ввод и вывод энергии типовыми линиями передачи. Потери в резонаторах, их добротность. Квазиоптические направляющие системы и резонаторы. Волоконно-оптические световоды и кабели, технология их реализации и соединения между собой и классическими линиями передачи. Импедансные поверхности и их свойства. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Представление о радиолиниях. Радиоволны в природных условиях. Влияние поверхности Земли, общий подход, доминантная область (область, существенная для распространения радиоволн). Резонатор Сторонний ток и поле излучения. Векторные запаздывающие электродинамические потенциалы. Преобразования дифференциальных уравнений электромагнитного поля и анализ их решения. Элементарный электрический диполь Герца. Характеристики излучаемого диполем Герца электромагнитного поля. Элементарный магнитный диполь и принцип		

		перестановочной двойственности. Уравнения Максвелла и граничные условия на границах раздела двух сред с различными электрофизическими свойствами. Непрерывность компонент электромагнитного поля на границах раздела двух сред. Односвязные и многосвязные направляющие системы и их моделирование длинными линиями с распределенными параметрами. Вывод "телеграфных" уравнений из уравнений Максвелла. Эквивалентные виртуальные поверхностные источники. Их взаимосвязь с тангенциальными составляющими электромагнитного поля на границе раздела двух сред с различными диэлектрическими проницаемостями. Элемент Гюйгенса и его электромагнитное излучение. Диаграмма направленности и поляризация излучения элемента Гюйгенса. Электромагнитные волны в прямоугольных и круглых волноводах. Характеристические параметры волноводов. Волны Е- (ТМ) и Н- (ТЕ) типов. Доминантные (основные) и высшие типы волн. Критические частоты. Структура электромагнитного поля доминантных и высших типов волн, картины токов проводимости на стенках волноводов и токов смещения в диэлектрике волновода.		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Уровни сформированности компетенции проверяется при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК-1 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно паспорту экзамена.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно оценить уровни сформированности компетенции ОПК-1, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней освоения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной, оценен числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной, оценен числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы с сформированы с незначительными пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной, оценен числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Уровень сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, закрепленных за дисциплиной, оценен числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.