

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Электродинамика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен разрабатывать средства защиты и реализовывать алгоритмы обработки информации в беспроводных системах связи	<p>ПК-3.1: Знает: - основы функционирования беспроводных систем связи - алгоритмы обработки информации в беспроводных системах связи - основные характеристики и показатели эффективности средств защиты беспроводных систем связи - средства анализа и контроля защищенности беспроводных систем связи - основы проектирования элементов средств и систем защиты подвижных цифровых систем связи</p> <p>ПК-3.2: Умеет: - обеспечивать рациональный выбор элементной базы при проектировании устройств и систем защиты беспроводных систем связи - использовать стандартные методы и средства проектирования цифровых узлов и устройств беспроводных систем связи - выявлять и оценивать угрозы НСД в беспроводных системах связи - проводить инструментальный мониторинг защищенности беспроводных систем связи</p> <p>ПК-3.3: Владеет: - навыками систематизации сведений о методах,</p>	<p>ПК-3.1: Знает общие свойства электромагнитных полей, основные уравнения и понятия электродинамики, граничные условия для тангенциальных и нормальных компонент векторов поля на произвольной поверхности, способы описания переменных электромагнитных полей, квазистационарных процессов, законы распространения волн в сплошных средах.</p> <p>ПК-3.2: Умеет применять методы научных исследований в профессиональной деятельности, анализировать физические явления и процессы для формализации и решения задач электродинамики.</p> <p>ПК-3.3: Владеет методами расчета полей электромагнитных волн в различных средах.</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

	средствах защиты в системах подвижной цифровой защищенной связи			
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	2
самостоятельная работа	21
Промежуточная аттестация	45
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
1. Введение	4	2	1	3	1
2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей	3	2		2	1
3. Электростатика	28	14	8	22	6
4. Постоянные токи	4	2	1	3	1
5. Магнитостатика	15	8	4	12	3
6. Переменные электромагнитные поля. Общее описание	11	4	6	10	1
7. Электродинамика квазистационарных процессов	16	4	10	14	2
8. Волны в однородных средах	16	4	10	14	2
9. Волны в неоднородных изотропных средах	18	4	12	16	2
10. Излучение заданных источников в безграничной однородной изотропной среде	18	4	12	16	2
Аттестация	45				

КСР	2			2	
Итого	180	48	64	114	21

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение

1.1. Основные этапы развития теории электромагнитного поля. Общий характер построения читаемого курса.

1.2. Элементы векторного и тензорного исчисления (краткая сводка основных формул и понятий).

Скалярные, векторные и тензорные величины. Дифференциальные операции первого и второго порядков. Дифференциально-векторные тождества. Интегральные теоремы. Криволинейные системы координат.

Раздел 2. Основные уравнения макроскопической электродинамики и общие свойства электромагнитных полей

2.1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах для полей, зарядов и токов в вакууме. Понятие напряженностей электрического и магнитного полей, плотностей тока и заряда. Постулаты, связывающие электромагнитные явления с механическими (выражения для плотности энергии поля и силы Лоренца). Пределы применимости уравнений классической электродинамики.

2.2. Макроскопические уравнения Максвелла (в дифференциальной и интегральной формах) для поля в материальной среде как результат усреднения микроскопических уравнений классической электронной теории. Понятие векторов средних макроскопических напряженностей электрического и магнитного полей, электрической и магнитной поляризации и индукции.

2.3. Материальные уравнения для различных сред. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, проводимость. Сторонние источники. Понятие временной и пространственной дисперсии. Ток и поляризация как результат воздействия полей на среду и как источник этих полей.

2.4. Граничные условия для тангенциальных и нормальных компонент векторов поля на произвольной поверхности. Понятие поверхностных зарядов и токов.

2.5. Важнейшие общие свойства уравнений Максвелла и их решений. Скаляры, векторы и псевдовекторы в уравнениях Максвелла. Линейность уравнений и принцип суперпозиции решений. Обратимость уравнений во времени. Принцип перестановочной двойственности и магнитные источники.

2.6. Законы сохранения, следующие из уравнений Максвелла. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности). Закон сохранения энергии (теорема Пойнтинга). Вектор Пойнтинга и понятие потока электромагнитной энергии. Плотность электромагнитной энергии в среде без дисперсии. Джоулевы потери. Закон сохранения импульса. Понятие плотности электромагнитного импульса и тензора натяжений для поля в вакууме.

2.7. Теорема единственности решения уравнений Максвелла при заданных начальных и граничных условиях.

2.8. Классификация основных типов электромагнитных явлений: электростатика, токостатика, магнитостатика, квазистационарные процессы, быстропеременные (волновые) поля.

Раздел 3. Электростатика

3.1. Уравнения электростатического поля. Скалярный потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия для потенциала на поверхностях проводников и диэлектриков.

3.2. Некоторые общие теоремы электростатики. Теорема единственности решения. Теорема о минимуме

и максимуме потенциала. Теорема Ирншоу. Теорема взаимности. Классификация задач электростатики, прямые и обратные задачи.

3.3. Прямая задача электростатики для безграничной однородной среды. Функция Грина. Общее решение уравнения Пуассона. Потенциал простого и двойного слоя. Поле произвольной системы зарядов на большом расстоянии от нее. Разложение по мультиполям. Дипольный момент.

3.4. Методы решения прямой задачи при наличии проводников и неоднородных диэлектриков (краевые задачи).

а) Конструктивные методы: металлизация эквипотенциальных поверхностей; метод изображений; метод заполнения диэлектриком.

б) Метод разделения переменных. Задача о диэлектрическом шаре в однородном внешнем поле.

в) Понятие о методе инверсии, методе конформных преобразований, методе возмущений.

3.5. Обратная задача электростатики.

3.6. Дискретное описание электростатических систем. Линейные соотношения между зарядами и потенциалами проводников. Свойства потенциальных и емкостных коэффициентов. Понятие емкости. Электростатические цепи.

3.7. Энергия электростатического поля. Представление в виде интеграла по области источников. Собственная и взаимная энергия различных подсистем. Энергия взаимодействия внешнего поля с точечным зарядом и точечным диполем. Энергия системы проводников. Теорема Томсона о минимуме электростатической энергии.

3.8. Силы в электростатическом поле. Энергетический метод расчета обобщенных сил. Связь между вариацией энергии и работой сторонних сил в системе проводников с постоянными зарядами или постоянными потенциалами. Силы, действующие на заряд и диполь во внешнем поле; момент сил, действующих на диполь. Плотность силы, действующей на поверхность проводника. Объемная плотность силы в жидком диэлектрике.

Раздел 4. Постоянные токи

Уравнения теории постоянных токов в проводящей среде. Граничные условия для плотности тока. Понятие идеального электрода и идеального изолятора. Формальная аналогия с электростатикой; примеры ее использования для решения токовых задач. Понятие сопротивления. Закон Джоуля-Ленца. Токи в квазилинейных проводниках. Законы Кирхгофа.

Раздел 5. Магнитостатика

5.1. Уравнения, описывающие магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал. Уравнение для векторного потенциала в однородной среде и его решение. Закон Био-Савара.

5.2. Поле произвольной системы токов на большом расстоянии от нее. Магнитный дипольный момент. Поле магнитного диполя.

5.3. Скалярный потенциал магнитного поля. Аналогия между магнитостатическими и электростатическими полями как проявление принципа двойственности.

5.4. Поля, создаваемые намагниченными телами. Замена намагниченности эквивалентными электрическими токами или магнитными зарядами.

5.5. Энергия и силы в магнитном поле. Представление энергии в виде интеграла по области источников. Энергия системы квазилинейных токов. Коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции. Сила, действующая на элемент квазилинейного контура с током. Сила и вращающий момент, действующие на магнитный диполь. Плотность объемной силы и тензор натяжений магнитного поля в среде.

Раздел 6. Переменные электромагнитные поля. Общее описание

6.1. Описание переменного электромагнитного поля в общем случае. Дифференциальные уравнения

второго порядка для электромагнитных полей. Описание с помощью потенциалов. Условие калибровки Лоренца. Волновые уравнения для потенциалов. Вектор Герца. Магнитные потенциалы.

6.2. Гармонические процессы. Комплексная запись полей и уравнений Максвелла. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Связь комплексных полей с потенциалами. Комплексная теорема Пойнтинга. Теорема единственности решения уравнений Максвелла для гармонических полей.

Раздел 7. Электродинамика квазистационарных процессов

7.1. Квазистационарные процессы в проводящих средах. Распределение переменных полей и токов в проводящем полупространстве. Скин-эффект. Граничные условия Леонтовича. Энергетические соотношения при скин-эффекте.

7.2. Квазистационарные процессы в квазилинейных цепях с сосредоточенными параметрами. Возможность пренебрежения запаздыванием передачи взаимодействия и выделение зоны квазистатики. Законы Кирхгофа для цепей с переменными токами.

Раздел 8. Волны в однородных средах

8.1. Однородные и неоднородные плоские волны в непоглощающей изотропной среде. Ориентация векторов электрического и магнитного поля. Дисперсионное соотношение. Поляризация волны, длина волны, фазовая скорость, характеристический импеданс (волновое сопротивление). Плотность потока энергии в плоской волне. Плоские волны в поглощающей среде.

Раздел 9. Волны в неоднородных изотропных средах

9.1. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела двух сред (формулы Френеля). Нормальное падение. Выражение коэффициента отражения через поперечные волновые импедансы. Формула пересчета импеданса. Использование ее для отыскания коэффициента отражения от плоскопараллельной пластинки. Наклонное падение. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Возникновение неоднородных плоских волн при полном отражении. Отражение от хорошо проводящей поверхности и условие Леонтовича.

Раздел 10. Излучение заданных источников в безграничной однородной изотропной среде

10.1. Функция Грина и общее решение неоднородного волнового уравнения. Представление потенциалов в виде интегралов по области источников. Условие излучения.

10.2. Простейшая излучающая система - элементарный электрический вибратор (диполь Герца). Общее выражение для поля излучения, структура поля в квазистатической и волновой зонах. Диаграмма направленности; сопротивление излучения.

10.3. Излучение рамки с током.

10.4. Метод изображений в задачах на излучение.

Лабораторный практикум

1. Электромагнитное экранирование
2. Замедляющие системы
3. Рупорная антенна
4. Спиральная волноводно-щелевая антенна с частотным качанием луча
5. Измерение импедансов нагрузок при помощи измерительной линии
6. Ферритовые устройства СВЧ диапазона
7. Измерение параметров шестиполюсников

8. Исследование отражательного клистрона
9. Замедляющие системы типа гребенки

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Еськин В.А., Кудрин А.В., Юрасова Н.В. Исследование замедляющих систем: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 10 с.
2. Кудрин А.В., Павличенко И.А., Юрасова Н.В. Определение коэффициента направленного действия рупорной антенны: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 12 с.
3. Миловский Н.Д., Марков Г.А., Архипцев Ф.Ф., Бажанов В.С., Юрасова Е.В. Антенна с электрическим качанием луча. Н. Новгород: ННГУ, 2008.
4. Зайцева А.С., Кудрин А.В., Попова Л.Л. Измерение импедансов и коэффициентов отражения: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 19 с.
5. Кудрин А.В., Попова Л.Л. Волноводные ферритовые устройства СВЧ диапазона. Н. Новгород: ННГУ, 2009.
6. Еськин В.А., Умнов А.Л., Юрасова Н.В. Исследование отражательного клистрона: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. - 24 с.
7. Зайцева А.С., Кудрин А.В., Попова Л.Л. Исследование матриц рассеяния волноводных узлов: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. - 20 с.
8. Гильденбург В.Б., Павличенко И.А. Электромагнитное экранирование. Н. Новгород: ННГУ, 2016.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

К лабораторной работе "Исследование матриц рассеяния волноводных узлов":

1. Что такое матрица рассеяния. Каков физический смысл элементов матрицы рассеяния.
2. В каких случаях матрица рассеяния является симметричной.

3. В каких случаях диагональные элементы матрицы рассеяния равны.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания. Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Вопрос 1. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение непрерывности. Материальные уравнения.

Вопрос 2. Прямая задача электростатики для безграничной однородной среды. Функция Грина. Общее решение уравнения Пуассона. Поле произвольного ограниченного распределения зарядов. Потенциал двойного слоя.

Вопрос 3. Скалярный потенциал магнитного поля. Аналогия между магнитостатическими и электростатическими полями как проявление принципа двойственности.

Задача 1. Заряд q распределен равномерно по длине окружности радиуса a , лежащей на плоскости xy . Центр окружности совпадает с началом координат. Найти потенциал $\Phi(z)$ и электрическое поле $E_z(z)$ на оси z . Определить, в какой точке на оси поле имеет максимум и найти значения поля и потенциала в этой точке.

Задача 2. Идеальный сферический электрод радиуса a погружен наполовину в электролит с проводимостью S . Найти сопротивление электролита между электродом и бесконечностью R и распределение тока в нем \mathbf{j} .

Задача 3. Найти магнитное поле тонкого прямого провода, лежащего на плоской границе раздела сред с магнитными проницаемостями m_1 и m_2 . Сила тока в проводе I .

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован

Оценка	Критерии оценивания
	творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

К лабораторной работе "Исследование матриц рассеяния волноводных узлов":

1. Измерить параметры шестиполюсников в предположении, что они являются взаимными. Рассчитать матрицы рассеяния предложенных шестиполюсников.

2. Предложить возможные конструктивные варианты исполнения волноводных узлов, образуемых исследуемые шестиполюсники.

3. Каким образом определить параметры волноводного узла, содержащего невзаимные элдементы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми.Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания. Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3

Задача 1. Плоский конденсатор с круглыми пластинами подключен к источнику переменного напряжения $U=U_0\sin(\omega t)$. Найти магнитное поле внутри конденсатора **H** при

условии $d \ll a \ll c/\omega$, где d – расстояние между пластинами, a – радиус пластин, c – скорость света.

Задача 2. Выразить амплитуды электрического и магнитного полей гармонической плоской однородной волны E_0 и H_0 в среде с диэлектрической и магнитной проницаемостями ϵ и μ через среднюю за период плотность потока энергии S .

Задача 3. Излучение источника распределено равномерно внутри сектора углов $-\alpha < \varphi < \alpha$, $\pi/2 - \beta < \theta < \pi/2 + \beta$ (θ и φ – полярный и азимутальный углы в сферической системе координат). Найти амплитуду электрического поля в дальней зоне на расстоянии R от источника, если излучаемая им мощность равна P .

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не

Оценка	Критерии оценивания
	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Описание переменного электромагнитного поля в общем случае. Дифференциальные уравнения второго порядка для электрического и магнитного полей.
2. Описание переменного электромагнитного поля с помощью скалярного и векторного потенциалов. Условие калибровки Лоренца.
3. Гармонические процессы. Комплексная запись полей и уравнений Максвелла. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Связь комплексных полей с потенциалами.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все

Оценка	Критерии оценивания
	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Никольский Вячеслав Владимирович. Электродинамика и распространение радиоволн : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 543 с. : ил. - ISBN 5-02-014033-3 (в пер.) : 1.60., 155 экз.
2. Вайнштейн Лев Альбертович. Электромагнитные волны. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1988. - 440 с. : ил. - ISBN 5-256-00064-0 (в пер.) : 2.90., 225 экз.
3. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред / под ред. Л. П. Питаевского. - 4-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 656 с. - ISBN 5-9221-0123-4 (т. 8). - ISBN 5-9221-0053-X : 256.00., 2 экз.
4. Баскаков Святослав Иванович. Основы электродинамики : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - М. : Советское радио, 1973. - 248 с. : с черт. - 0.54., 20 экз.
5. Гольдштейн Лев Давидович. Электромагнитные поля и волны. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Советское радио, 1971. - 662 с. : ил. - 2.25., 25 экз.
6. Тамм Игорь Евгеньевич. Основы теории электричества : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. - Изд. 11-е, испр. и доп. - М. : Физматлит, 2003. - 616 с. - ISBN 5-9221-0313-X : 272.80., 3 экз.
7. Гильденбург Владимир Борисович. Сборник задач по электродинамике : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по физ. направлениям и специальностям. - Изд. 2-е, доп. - М. :

Физматлит, 2001. - 168 с. - ISBN 5-9221-0113-7 : 60.00., 229 экз.

Дополнительная литература:

1. Джексон Джон. Классическая электродинамика / пер. с англ. Г. В. Воскресенского и Л. С. Соловьева ; под ред. Э. Л. Бурштейна. - М. : Мир, 1965. - 702 с. : черт. - 2.95., 23 экз.
2. Пановский В. Классическая электродинамика / пер. с англ. В. П. Быкова ; под ред. С. П. Капицы. - М. : Физматгиз, 1963. - 432 с. : черт. - 1.49., 4 экз.
3. Батыгин Владимир Владимирович. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности : учеб. пособие. - Изд. 4-е, перераб. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0921-1 : 728.20., 40 экз.
4. Терлецкий Яков Петрович. Электродинамика : [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов]. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 1990. - 351, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001543-2 (в пер.) : 1.00., 4 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

Автор(ы): Юрасова Надежда Валерьевна, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Гавриленко Владимир Георгиевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.