

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Электродинамика и распространение радиоволн

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **МиРЭ (Мехатроники и радиоэлектроники)**
Учебный план 11.03.01 Радиотехника
Направленность (профиль) Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы
Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	128	Виды контроля в семестрах: экзамен, 7 семестр
в том числе:		
аудиторные занятия	54	
самостоятельная работа	42	
часов на контроль	32	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	30	30	30	30
Лабораторные	24	24	24	24
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	42	42	42	42
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	128	128	128	128

Программу составил(и):

Катаманов А.А., доцент, _____

Рецензент(ы):

Иванов А.В., доцент, _____

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика и распространение радиоволн

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 931

составлена на основании учебного плана

11.03.01 Радиотехника

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

МиРЭ (Мехатроники и радиоэлектроники)

Зав. кафедрой Алёшин Р.Р. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой МиРЭ Алёшин Р.Р. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	Формирование у обучающихся навыков применения основных положений и аналитических методов теории электромагнитного поля для решения и анализа базовых задач электродинамики в радиотехническом приложении, включая задачи распространения радиоволн в реальных условиях.
Задачи:	Создание у обучающихся прочных основ теоретической и практической подготовки в области теории электромагнитного поля и распространения радиоволн в реальных условиях окружающей среды.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин «Электроника», «Электротехника», «Радиопередающие устройства» и «Физика». Для изучения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» обучающийся должен знать: - фундаментальные основы электроники (законы Ома и Кирхгофа, методики измерения радиотехнических параметров) - фундаментальные основы дисциплины «Радиопередающие устройства» (понятия о видах радиоволн, принципах их получения и передачи в пространстве и т.д.); - фундаментальные основы физики (понятие о магнетизме, электромагнитных полях, токе и напряжении и т.д.); уметь: - применять знания, полученные при изучении дисциплин «Электроника», «Электротехника», «Радиопередающие устройства» и «Физика»; владеть: - основными физическими законами в области электричества и магнетизма; - навыками работы с измерительными приборами; - навыками работы на персональном компьютере.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» служит базовой для изучения дисциплин: «Раздел 5. Антенно-фидерные устройства», «Радиолокационные и радионавигационные устройства» и других дисциплин профильной направленности, а также курсового и дипломного проектирования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	
УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними	
УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;	
ПК-3: Способен выполнять техническое обслуживание радиоэлектронных устройств	
ПК-3.1. Тестирование работы радиоэлектронных устройств перед их эксплуатацией	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	Основные типы электродинамических задач и подходы к их решению, Основные математические модели электромагнитных волновых процессов, модели сред, Условия распространения и возбуждения волн, Методы анализа и расчета простейших излучателей, направляющих структур и резонаторов, Правила технической эксплуатации и ухода за радиоэлектронным оборудованием, Методы и средства контроля работы радиоэлектронного оборудования.
Уметь:	Использовать основные уравнения и теоремы электродинамики применительно к базовым задачам радиотехники, Рассчитывать и анализировать характеристики электромагнитных волн с учетом условий их возбуждения и распространения, влияния параметров среды.
Владеть:	Навыками самостоятельной работы с литературой по изучаемой области, Методами решения основных задач расчета электрических и магнитных полей; Современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач; Навыками работы с современными средствами измерения и контроля, Навыками оценки технического состояния радиоэлектронного оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Основные определения и теоремы электродинамики. Понятия из векторного анализа. Потенциал. Градиент потенциала. Дифференциальный оператор. Поток вектора. Дивергенция вектора. Ротор вектора. Условия существования вихревого и потенциального полей. Теоремы Остроградского-Гаусса и Остроградского-Стокса. Теорема Грина.			
/Лек/	7	4	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	5	
Раздел 2. Электростатическое поле Свободные и связанные заряды. Основные величины электростатического поля (ЭСП). Поляризация диэлектриков. Теорема Гаусса. Дифференциальные уравнения ЭСП. Фундаментальные решения уравнений Лапласа. Формулы Грина. Теорема единственности. Замена эквипотенциальной поверхности бесконечно тонким проводящим листом. Проводники в ЭСП. Граничные условия. Распределение зарядов на поверхности заряженного проводника. Энергия ЭСП.			
/Лек/	7	4	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	5	
Раздел 3. Поле электрического тока. Интегральные и дифференциальные уравнения электромагнетизма. Основные величины поля электрического тока. Ток проводимости. Закон Ома в дифференциальной форме. Первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме. Ток смещения. Ток переноса. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Интегральные формы основных законов электротехники.			
/Лек/	7	4	
/Лаб/	7	4	
/СР/	7	4	
Раздел 4. Магнитное поле. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Магнитный поток. Абсолютная магнитная проницаемость. Непрерывность линий магнитной индукции.			
/Лек/	7	4	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	
Раздел 5. Общие положения теории электромагнитного поля. Основные законы электродинамики. Полная система уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Уравнение непрерывности. Электромагнитные свойства сред. Классификация сред. Закон Ома. Сторонние силы (токи). Граничные условия. Электромагнитное поле монохроматических колебаний (Уравнения электромагнитного поля в комплексной форме). Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойтинга. Принцип суперпозиции электромагнитного поля. Скорость движения энергии.			
/Лек/	7	4	
/Лаб/	7	4	
/СР/	7	4	
Раздел 6. Теория распространения электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн в свободное пространство. Обобщенные уравнения Максвелла. Принцип перестановочной двойственности. Электродинамические потенциалы. Векторный и скалярный потенциалы в комплексной форме. Теорема запаздывающих потенциалов. Единые векторы электромагнитного поля.			
/Лек/	7	2	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	

Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 7. Элементарные излучатели. Возбуждение электромагнитных полей заданными источниками. Элементарный электрический излучатель. Векторный электрический потенциал элементарного электрического излучателя. Составляющие электромагнитного поля элементарного электрического излучателя. Ближняя и дальняя зоны элементарного электрического излучателя. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя. Элемент Гюйгенса. Элементарный магнитный излучатель.			
/Лек/	7	2	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	
Раздел 8. Радиотрассы и их модели. Распространение электромагнитных волн вблизи поверхности земли. Краткая характеристика радиотрасс, методы расчета. Модель свободного пространства. Множитель влияния среды. Замирания. Модели радиотрасс без учета влияния атмосферы. Поле излучателя поднятого над земной поверхностью. Первая модель. Поле излучателя поднятого над шаром. Вторая модель. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности. Поле в зоне тени. Распространение радиоволн в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий.			
/Лек/	7	2	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	
Раздел 9. Тропосферное распространение радиоволн. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления тропосферы. Рефракция электромагнитного поля в тропосфере. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Затухание радиоволн. Рассеяние и деполяризация поля осадками.			
/Лек/	7	2	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	
Раздел 10. Ионосферная волна. Строение ионосферы. Условия распространения волн в ионосфере. Траектория волн в ионосфере без учета влияния магнитного поля Земли. Радиопрогноз. Влияние магнитного поля Земли. Затухание радиоволн в ионосфере. Особенности распространения волн УВЧ и СВЧ диапазонов.			
/Лек/	7	2	
/Лаб/	7	2	
/СР/	7	4	
/Эк/	7	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения).

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

По дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн» учебным планом предусмотрены лекции и лабораторные работы с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Индивидуальная работа с обучающимися позволяет оценить профессиональную подготовку, способность к обучению и выбрать методику работы с каждым.

Допуск к лабораторной работе состоит в проверке теоретической подготовки обучающегося к каждой работе, знания методов измерений и порядка выполнения работы. Отчёт о выполнении работы оформляется индивидуально каждым обучающимся на отдельных листах формата А4. Защита выполненной работы сводится к устному или письменному ответу на контрольные вопросы по работе.

Необходимым условием для допуска к экзамену является выполнение и защита всех работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи.

Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценка успеваемости обучающихся осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля в рамках балльно-рейтинговой системы.

Текущий контроль осуществляется в ходе аудиторных занятий, проводимых по расписанию с целью определения качества усвоения учебного материала. Формами текущего контроля могут быть опросы на лекции, отчеты по практическим работам, контроль выполнения семестрового плана самостоятельной работы. Текущий контроль может проводиться в устной или письменной форме.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Успешность изучения дисциплины, исходя из 100 максимально возможных баллов, включает две составляющие.

Первая составляющая - оценка итогов учебной деятельности по изучению дисциплины в течение семестра с учетом посещения занятий (в сумме не более чем 50 баллов).

Вторая составляющая оценки по дисциплине - оценка знаний студента на экзамене (до 50 баллов).

Примеры контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Электромагнитные колебания в объемных резонаторах.
2. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности.
3. Условия распространения волн в ионосфере.
4. Особенности распространения волн ВЧ диапазона.
5. Градиент потенциала.
6. Поток вектора. Дивергенция вектора. Ротор вектора.
7. Теоремы Остроградского-Гаусса и Остроградского-Стокса.
8. Поляризация диэлектриков.
9. Проводники в ЭСП.
10. Первый закон Кирхгофа в дифференциальной форме.
11. Элементарный электрический излучатель.
12. Свойства электрических и магнитных волн.

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РГД.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Потапов Л. А.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для бакалавриата и специалитета / 2-е изд., испр. и доп. — 196 с. — ISBN 978-5-534-05369-2., ,	Москва : Издательство Юрайт, 2019,
Л1.2	Гершанок В.А., Дергачев Н.И.	Теория поля: учебник для бакалавров / 278 с. — ISBN 978-5-9916-1579-2., ,	Москва : Издательство Юрайт, 2019,
Л1.3	Лотов К.В.	Физика сплошных сред: учебное пособие для вузов / 2-е изд., испр. и доп. — 135 с. — ISBN 978-5-534-10208-6., ,	Москва : Издательство Юрайт, 2019,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Романюк В. А.	Основы радиосвязи: учебник для вузов / 288 с. — ISBN 978-5-534-00675-9., ,	Москва: Издательство Юрайт, 2019.,
Л2.2	Петров Б.М.	Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. для студентов вузов - 2-е изд., испр. - 558 с., ,	М.: Горячая линия – Телеком, 2004,
Л2.3	Бабецкий В. И., Третьякова О.Н.	Прикладная физика. Механика. Электромагнетизм : учебное пособие для вузов /2-е изд., испр. и доп. — 325 с. — ISBN 978-5-534-08705-5., ,	Москва : Издательство Юрайт, 2019,
Л2.4	Фальковский О.И.	Техническая электродинамика – 432 с., ,	М.: Лань. 2009,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows, Microsoft Office.
Свободно распространяемое: программный пакет Moodle.
Прикладное программное обеспечение: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox и др.

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Для реализации рабочей программы по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн» кафедра имеет следующие учебные помещения и оборудование:

1. Учебная лекционная аудитория с возможностью подключения компьютера и проектора.
2. Специализированная лаборатория с рабочими местами, оснащенная измерительными приборами, учебными стендами, информационными материалами.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

При работе над учебной дисциплиной, обучающийся должен придерживаться предложенной программы обучения с соблюдением последовательности изучения материала. Изучение данного предмета должно сопровождаться тщательной проработкой всех разделов курса с выполнением лабораторных работ. Методические указания обучающихся должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), лабораторных работ, по практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать к самостоятельной работе.

Самостоятельная работа обучающихся, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки и ориентировать на умение применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для обучающихся. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации.

Перечень контрольных мероприятий:

1. Текущий контроль осуществляется на лабораторных занятиях. Преподаватель оценивает качество работы на занятиях и правильность выполнения работы. В ходе собеседования по проделанной работе оценивается правильность ответов на вопросы по лабораторным работам.

2. Промежуточный контроль – экзамен.

Выполнение этих рекомендаций позволит обучающемуся подготовиться к полноценной самостоятельной работе в области эксплуатации электронных устройств систем связи.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.