

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра УКТС

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 17.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-математические основы теории излучения

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки

Приборы и системы

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
4	72 / 2	18		16	1,8	0,25	36,05	35,95	Зач.
Итого	72 / 2	18		16	1,8	0,25	36,05	35,95	

Муром, 2022 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: получение студентами фундаментальных понятий, навыков, знаний моделей, формальных методов теории излучения физических полей.

Задача курса – сформировать систему знаний по теории излучения физических полей, научить студентов выбирать математический аппарат, адекватный решаемой задаче, и показать, как данный аппарат работает при решении конкретных научных и технических задач в области исследования физических полей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс «Физико-математические основы теории излучения» основывается на знаниях, полученных студентами в ходе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Физические основы получения информации» и вводит студентов в круг новых понятий и терминов, глубокое понимание и усвоение которых необходимо для изучения последующих специальных дисциплин. На дисциплине «Физико-математические основы теории излучения» базируется изучение дисциплин: «Теория физических волн», «Методы технической диагностики», «Физические методы контроля» и другие, включая написание выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ОПК-1.2 Объясняет смысл происходящих явлений окружающего мира, применяет физические законы и модели, необходимые для решения задач в области профессиональной деятельности	Знать основные законы, физические явления и эффекты, связанные с распространением волн и полей (ОПК-1.2) Уметь использовать физико-математические законы теории излучения волн при решении инженерных задач (ОПК-1.2) Владеть методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных измерительных систем (ОПК-1.2)	отчет, тест

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные уравнения электромагнитного поля	4	4							15	тестирование
2	Граничные условия	4	2								тестирование
3	Волновые уравнения. Электродинамические потенциалы	4	2								тестирование
4	Излучение электромагнитных волн	4	2		16						отчет, тестирование
5	Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде	4	2							15	тестирование
6	Волновые явления на границе раздела двух сред	4	6							5,95	тестирование
Всего за семестр		72	18		16			1,8	0,25	35,95	Зач.
Итого		72	18		16			1,8	0,25	35,95	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 4

Раздел 1. Основные уравнения электромагнитного поля

Лекция 1.

Электромагнитное поле и параметры среды. Векторы электромагнитного поля. Классификация сред. Графическое изображение полей. Поток и дивергенция поля. Циркуляция и ротор поля. Потенциальные и вихревые поля (2 часа).

Лекция 2.

Уравнения Максвелла. Полная система уравнений электромагнитного поля в дифференциальной и интегральной форме. Уравнение непрерывности. Закон сохранения заряда. Материальные уравнения. Проводники и диэлектрики в свете уравнений Максвелла (2 часа).

Раздел 2. Граничные условия

Лекция 3.

Граничные условия для нормальных компонент электромагнитного поля. Граничные условия для тангенциальных компонент электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника (2 часа).

Раздел 3. Волновые уравнения. Электродинамические потенциалы

Лекция 4.

Однородные и неоднородные волновые уравнения. Векторный и скалярный потенциалы. Вектор Герца. Электродинамические потенциалы (2 часа).

Раздел 4. Излучение электромагнитных волн

Лекция 5.

Элементарный электрический излучатель. Поле элементарного электрического излучателя. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя. Принцип перестановочной двойственности уравнений Максвелла. Элементарный магнитный излучатель, структура его поля, физические реализации (2 часа).

Раздел 5. Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде

Лекция 6.

Плоские волны. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равной фазы. Скорость волны. Бегущие и стоячие плоские волны. Плоские волны, распространяющиеся в произвольном направлении. Волновой фронт, волновой вектор (2 часа).

Раздел 6. Волновые явления на границе раздела двух сред

Лекция 7.

Дисперсионное уравнение. Фазовая скорость в диспергирующих и недиспергирующих средах, причины дисперсии. Групповая скорость ее физический смысл. Распространение узкополосного сигнала. Искажение волнового пакета по мере распространения (2 часа).

Лекция 8.

Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред. Коэффициент отражения и преломления. Полное внутреннее отражение и преломление электромагнитных волн (2 часа).

Лекция 9.

Отражение электромагнитных волн от слоя и системы слоев (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 4

Раздел 4. Излучение электромагнитных волн

Лабораторная 1.

Исследование явления дисперсии при распространении электромагнитных волн (4 часа).

Лабораторная 2.

Исследование простейших типов волн (4 часа).

Лабораторная 3.

Исследование явления дифракции при распространении электромагнитных волн (4 часа).

Лабораторная 4.

Исследование излучения электромагнитных волн на примере линейного вибратора (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Закон Джоуля–Ленца. Баланс энергии электромагнитного поля.
2. Скорость распространения электромагнитной энергии. Уравнение баланса энергии для средней за период мощности монохромного поля. Комплексная мощность в уравнении полного внутреннего отражения.
3. Критические углы. Отражение упругих волн от свободной поверхности твердой среды. Углы обмена поляризации.
4. Отражение и прохождение плоской волны через слой и систему плоских слоев. Просветляющие и звукоизолирующие слоистые системы.
5. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред. Коэффициент отражения и преломления.
6. Полное внутреннее отражение и преломление электромагнитных волн.
7. Падение электромагнитной волны на проводящую среду. Приближенное граничное условие (условие Леонтовича).

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении занятий применяется имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания. Так же при проведении занятий применяется частично-поисковый метод: студенты осуществляют поиск решения поставленной проблемы (задачи). При этом, постановочные задачи опираются на уже имеющиеся у студентов знания и умения, полученные в предшествующих темах.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Шебалкова, Л. В. Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 75 с. — <https://www.iprbookshop.ru/99247.html>

2. Общая теория радиолокации и радионавигации. Распространение радиоволн : учебник / А. Н. Фомин, В. А. Копылов, А. А. Филонов, А. В. Андронов ; под редакцией А. Н. Фомина. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 318 с. — ISBN 978-5-7638-3738-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — <http://www.iprbookshop.ru/84268.html>

3. Техническая электродинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Б.И. Иванов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. - <http://www.iprbookshop.ru/91456.html>

4. Ищук, А. А. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Электромагнитные поля и волны» : учебно-методическое пособие / А. А. Ищук. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 51 с. - <https://www.iprbookshop.ru/117119.html>

5. Дубков, М. В. Моделирование физических процессов в электромагнитных полях : учебное пособие / М. В. Дубков, И. Г. Веснов. — Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 2019. — 62 с. - <https://www.iprbookshop.ru/121827.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Костин, М. С. Электродинамика, радиоволновые процессы и технологии : учебное пособие / М. С. Костин, А. Д. Ярлыков. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 316 с. - <https://www.iprbookshop.ru/114999.html>

2. Электродинамика и распространение радиоволн : лабораторный практикум / А. В. Володько, С. М. Федоров, Ю. Г. Пастернак, И. А. Черноиваненко. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 79 с. - <https://www.iprbookshop.ru/118627.html>

3. Учебно-методическое пособие и задания на курсовой проект по курсу Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства в системах радиосвязи и радиодоступа / составители В. И. Корнюхин, В. Г. Кочержевский, В. М. Седов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 27 с. - <http://www.iprbookshop.ru/78142.html>

4. Электромагнитные поля и волны. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 185 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - <http://www.iprbookshop.ru/61538.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-образовательный портал МИВЛГУ <http://www.mivlgu.ru/iop/>

Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>

Программы по электронике <http://creatiff.realax.ru/?cat=programs&page=progrm1>

Портал для радиолюбителей <http://www.radioman-portal.ru/shems.shtml>

Национальный Открытый Университет "Интуит" <http://www.intuit.ru/>

База данных технической документации на зарубежные микросхемы <http://www.alldatasheet.com>

Информационно-справочная система по радиокомпонентам <http://www.radiolibrary.ru/>

Роспатент - <http://fips.ru>

Программное обеспечение:
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition (Договор №436 от 11.11.2014 года)
Mathcad Education – University Edition (100 pack) v.15 (Государственный контракт №1, от 10.01.2012 года)
Mathworks Academic new Product в составе: Matlab Simulink signal processing toolbox DSP systems (договор №1 от 10.01.2014г.)
Visual studio 2010 Ultimate DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))
Open Office (Бесплатное ПО)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru
mivlgu.ru
radiotract.ru
rateli.ru
creatiff.realax.ru
radioman-portal.ru
intuit.ru
alldatasheet.com
radiolibrary.ru
fips.ru
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория компьютерного моделирования в измерительных системах
ЭВМ Айтек Intel Core i5 2400 - 12 шт.; Лабораторный стенд изучение интерфейсов сопряжения – 12 шт. ; Видеопроектор Acer P1100 EY; Экран настенный ScreenMedia Economy-P.

Лаборатория СВЧ устройств и дистанционных методов получения информации
Блок измерительный П5-34 – 1 шт.; Вольтметр В7-28 – 1 шт.; Генератор сигналов ВЧ Г4-83 – 1 шт.; Генератор сигналов специальной формы Г6-27 – 1 шт.; Источник питания Б5-7 – 1 шт.; Генератор импульсный Г5-63 – 1 шт.; Генератор сигналов высокочастотный Г4-83 – 1 шт.; Осциллограф С1-64 – 1 шт.; Осциллограф С1-64 – 1 шт.; Генератор качающейся частоты ГК4-44 – 1 шт.; Частотомер резонансный Ч2-33 – 1 шт.; Макет самолетной РЛС – 1 шт.; Компьютер Kraftway Credo KC 36 – 1 шт.; Проектор Проектор мультимедийный HD; Экран переносной на треноге Projecta ProView (160*160) Matte White S.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к

отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
12.03.01 Приборостроение и профилю подготовки *Приборы и системы*
Рабочую программу составил д.т.н., профессор *Ростокин И.Н.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *УКТС*

протокол № 35 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *УКТС* _____ *Дорофеев Н.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета

протокол № 4 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии ФИТР _____ *Рыжкова М.Н.*
(Подпись) (Ф.И.О.)

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Физико-математические основы теории излучения

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Вопросы для тестирования размещены в банке вопросов
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1602&cat=12458%2C46063>

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	1 лабораторная работа,	20
Рейтинг-контроль 2	1 лабораторная работа.	20
Рейтинг-контроль 3	2 лабораторные работы, тестирование.	60
Посещение занятий студентом		0
Дополнительные баллы (бонусы)		0
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		0

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Вопросы для тестирования размещены в банке вопросов
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1602&cat=12458%2C46063>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Для оценивания сформированных у студента знаний, умений и навыков имеются типовые задания. Все типовые задания разбиты на 3 блока: блок 1 - для оценивания знаний, блок 2 - для оценивания умений, блок 3 - для оценивания навыков (владений). Каждый блок включает вопросы своего уровня сложности и оценивается определенным количеством баллов. Максимальный балл, который может набрать студент при правильном ответе на все вопросы, равняется 40.

Тест для оценки знаний, умений и навыков студента состоит из 15 вопросов и формируется на основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ в автоматическом режиме (восемь вопросов из блока 1, четыре вопроса из блока 2 и три вопроса из блока 3). Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется зачет.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Уравнения Максвелла называют физическими аксиомами, так как из них могут быть получены:

Все основные законы классической электродинамики;

Законы Кирхгофа;

Законы Кулона и Ома.

Для нахождения векторов напряженности электрического и магнитного поля с помощью векторного волнового уравнения необходимо в общем случае решить несколько скалярных волновых уравнений. В качестве ответа укажите это число.

На расстоянии 10 км максимальная амплитуда напряженности электрического поля диполя Герца равна 10^{-3} В/м. Определить мощность, излучаемую диполем, если его длина составляет $0,1\lambda$. Результат округлить до тысячных.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1602&cat=36516%2C46063>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.