

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физики фазовых переходов

Авторы-составители: Краузин Павел Васильевич

Рабочая программа дисциплины

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Код УМК 60406

Утверждено
Протокол №12
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Распространение электромагнитных волн

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.03** Радиофизика
направленность Электроника, микро- и наноэлектроника

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Распространение электромагнитных волн** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.03 Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и наноэлектроника)

ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	9
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (9 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Распространение электромагнитных волн

Электромагнитные волны в изотропных средах

Уравнения Максвелла и материальные уравнения. понятие о временной и пространственной дисперсии. Примеры определения функций линейной реакции и их фурье-компонент. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощение электромагнитной энергии в среде с дисперсией. Нормальные электромагнитные волны в среде с дисперсией. Простейшие модели материальных сред: неполярные диэлектрики, полярные диэлектрики проводники. Оптические свойства проводников. Скин-эффект в проводниках. Электромагнитные волны в плазме. Отражение и преломление волн. Распространение волн в неоднородной среде.

Электромагнитные волны в анизотропных средах

Диэлектрическая проницаемость кристаллов. Плоская волна в анизотропной среде. Оптические свойства одноосных кристаллов. Двухосные кристаллы. Двойное преломление в электрическом поле. Магнитооптические эффекты. Динамооптические явления.

Нелинейная оптика

Нелинейная поляризация среды. Первое приближение. Оптическое детектирование. Генерация вторых гармоник, суммарной и разностной частот. Второе приближение. Самофокусировка. Параметрическая генерация света.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Андрусевич, Л. К. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Л. К. Андрусевич, А. А. Ишук. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009. — 207 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/54807>
2. Замотринский В. А. Электромагнитные поля и волны: Учебное пособие/Замотринский В. А.- Томск:Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,2012, ISBN 5-86889-318-2.-181. <http://www.iprbookshop.ru/72228.html>
3. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. учебное пособие для студентов физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред/Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. Л. П. Питаевский.-Москва:ФИЗМАТЛИТ,2005, ISBN 5-9221-0123-4.-656

Дополнительная:

1. Боков, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Л. А. Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 410 с. — ISBN 978-5-86889-578-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/72050.html>
2. 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/72229.html>
3. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — ISBN 978-5-8256-1146-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63924.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ.

<https://www.theoretical-physics.net/0.1/index.html> Справочник по теоретической физике.

<https://elementy.ru> Научно-популярный проект «Элементы большой науки».

<http://www.feynmanlectures.caltech.edu> Фейнмановские лекции по физике.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Распространение электромагнитных волн** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- просмотрщик PDF файлов;
- ALT Linux, LibreOffice.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных и практических занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций и проведения текущего контроля требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы студентов требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Распространение электромагнитных волн**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>ЗНАТЬ: базовые теоретические фундаментальные разделы электродинамики материальных сред физики волновых процессов. УМЕТЬ: получать дисперсионные соотношения для непрерывных и цепочечных линий передач. ВЛАДЕТЬ: навыками построения простейших моделей материальных сред с точки зрения взаимодействия с электромагнитными волнами.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания базовых теоретических фундаментальных разделов электродинамики материальных сред и физики волновых процессов. Частично сформированное умение получать дисперсионные соотношения для непрерывных и цепочечных линий передач. Фрагментарное применение построения простейших моделей материальных сред с точки зрения взаимодействия с электромагнитными волнами.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания базовых теоретических фундаментальных разделов электродинамики материальных сред и физики волновых процессов. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения получать дисперсионные соотношения для непрерывных и цепочечных линий передач. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков построения простейших моделей материальных сред с точки зрения взаимодействия с электромагнитными волнами.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания базовых теоретических фундаментальных разделов электродинамики материальных</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>сред и физики волновых процессов. Сформированное умение получать дисперсионные соотношения для непрерывных и цепочечных линий передач. Успешное и систематическое применение навыков построения простейших моделей материальных сред с точки зрения взаимодействия с электромагнитными волнами.</p>
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>ЗНАТЬ: основное назначение и возможности функционирования различных модулей современной радиоаппаратуры и измерительных приборов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины, необходимых при формировании компетенции.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Фрагментарные знания о назначении и функционировании современной радиоаппаратуры.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Наличествуют общие представления о назначении радиоаппаратуры и оборудования; недостаточные знания о принципах функционирования.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Твердые знания об особенностях применения современной радиоаппаратуры в различных функциональных модулях и о принципах функционирования различных элементов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Электромагнитные волны в изотропных средах Входное тестирование	Базовые знания основных законов и понятий науки об электричестве.
ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Электромагнитные волны в изотропных средах Письменное контрольное мероприятие	Знает базовые теоретические фундаментальные разделы электродинамики материальных сред физики волновых процессов. Умеет получать дисперсионные соотношения для непрерывных и цепочечных линий передач, определять тип фильтра и его полосу пропускания. Владеет навыками построения дисперсионных кривых.
ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Нелинейная оптика Итоговое контрольное мероприятие	Знает базовые теоретические фундаментальные разделы электродинамики материальных сред физики волновых процессов. Владеет навыками построения простейших моделей материальных сред с точки зрения взаимодействия с электромагнитными волнами. Знает основное назначение и возможности функционирования измерительных приборов.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.7 способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Нелинейная оптика Письменное контрольное мероприятие	Знает базовые теоретические фундаментальные разделы электродинамики материальных сред физики волновых процессов. Умеет находить фазовую и групповую скорости. Владеет навыками нахождения магнитного поля, плотности тока и омической мощности для скин-эффекта.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Электромагнитные волны в изотропных средах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Требуется указать математическую формулировку пяти предложенных законов / теорем из курса Электричества. За каждый правильный ответ начисляется 2 балла. Если ответ содержит неточность - 1 балл.	10

Электромагнитные волны в изотропных средах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Получено дисперсионное соотношение.	2
Определен тип фильтра и его полоса пропускания.	1
Построена дисперсионная кривая.	1
Описание шкалы оценивания. Максимальный первичный балл - 8, проходной первичный балл - 4. Выше указаны критерии получения первичных баллов за одну из двух задач в контрольном мероприятии. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0

Нелинейная оптика

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Задание содержит 20 кратких теоретических вопросов. За каждый правильный ответ дается 1 балл.	20
Описание шкалы оценивания. Максимальный первичный балл - 20, проходной первичный балл - 9. Выше указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0

Нелинейная оптика

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Задача по теме "Скин-эффект". Найдено магнитное поле - 2, плотность тока - 1.5, удельная омическая мощность - 1.5	5
Задача по теме "Групповая и фазовая скорости".	3
Задание, включающее базовые соотношения для ЭМ волны, распространяющейся в среде без потерь.	2
Описание шкалы оценивания. Максимальный первичный балл - 10, проходной первичный балл - 5. Выше указаны критерии получения первичных баллов за контрольное мероприятие. Итоговые баллы в рейтинг по 100-балльной шкале рассчитывает ЕТИС согласно вкладу (30%) контрольного мероприятия в итоговую оценку.	0