

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155934	Электродинамика материальных сред

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика 2. Астрономия 3. Фундаментальная и прикладная физика	Код ОП 1. 03.03.02/33.01 2. 03.05.01/33.01 3. 03.05.02/33.01
Направление подготовки 1. Физика; 2. Астрономия; 3. Фундаментальная и прикладная физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.02; 2. 03.05.01; 3. 03.05.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Памятных Евгений Алексеевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Электродинамика материальных сред**

1.1. Аннотация содержания модуля

Программа дисциплины «**Электродинамика материальных сред**» предусматривает изучение основных принципов описания электромагнитных свойств материальных сред, феноменологическое описание электродинамики материальных сред и описание свойств основных типов материальных сред в простейших моделях.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Электродинамика материальных сред	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Преквизиты модуля	1. Общая физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Теоретическая физика 2. Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии 3. Специальные главы астрофизики

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Электродинамика материальных сред	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных

<p>междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p> <p>(Астрономия)</p>	<p>задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять лидерские качества и умения работать в научном коллективе</p>
<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>

	<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p> <p>(Фундаментальная и прикладная физика)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-2 - Проявлять лидерские качества и умения работать в научном коллективе</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при</p>	<p>З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований</p>

<p>анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин</p> <p>(Астрономия)</p>	<p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Опыт применения методов астрономических, физических и математических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений,</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных</p>

	<p>медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>физических исследований при решении поставленных задач</p>
	<p>ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p> <p>(Астрономия)</p>	<p>З-1 - Характеризовать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p> <p>У-1 - Самостоятельно или под руководством проводить междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p> <p>П-1 - Опыт проведения междисциплинарных исследований на стыке астрономии с другими естественными науками или математикой</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электродинамика материальных сред

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Памятных Евгений Алексеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Памятных Евгений Алексеевич, Профессор, теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Электромагнитное поле в материальных средах. Уравнения Максвелла	<p>Уравнения Максвелла. Различные формы записи и материальные уравнения к ним. Материальные среды. Микро- и макрополя. Уравнения для микрополей и их усреднение. Индуцированные и сторонние плотности заряда и тока. Уравнения Максвелла в форме ВЕНД. Представление D и H через векторы электрической и магнитной поляризации. Выражение индуцированных плотностей заряда и тока через векторы поляризации. Физический смысл векторов поляризации. Обобщенная электрическая индукция D и уравнения в форме ВЕД.</p> <p>Электромагнитные свойства сред с постоянными материальными тензорами (т.е. сред без пространственной и временной дисперсии). Материальные уравнения для сред с постоянными значениями материальных тензоров (постоянными в том смысле, что они не зависят от частоты и длины волны рассматриваемых полей). Связь различных материальных тензоров между собой для периодических в пространстве и во времени полей. Электромагнитные волны в средах с постоянными значениями материальных тензоров. Дисперсионные уравнения для волн при использовании различных форм записи уравнений Максвелла. Электромагнитные волны в изотропных и анизотропных средах. Проникновение переменного поля в проводник (скин-эффект).</p>

<p style="text-align: center;">P2</p>	<p style="text-align: center;">Временная и пространственная дисперсии. Феноменологическое описание</p>	<p>Понятие о временной и пространственной дисперсии. Условия, при которых можно пренебречь временной и пространственной дисперсией. Материальная среда в переменном поле. Запаздывание в реакции среды на поле - временная дисперсия. Общий вид материального уравнения с учетом временной дисперсии. Функция диэлектрической проницаемости. Среда, свойства которой не зависят от времени. Материальное уравнение для фурье-компонент полей. Частотная дисперсия. Спадающий характер функции диэлектрической проницаемости. Характерный временной масштаб спадания функции и условие пренебрежения временной дисперсией. Пространственная дисперсия. Физические причины наличия пространственной дисперсии в средах. Условия пренебрежения пространственной дисперсией. Тензор диэлектрической проницаемости и его свойства. Общий вид материального уравнения для однородной среды, свойства которой не зависят от времени. Понятие о гиротропной среде. Комплексная электрическая восприимчивость среды. Соотношения Крамерса-Кронига. Тензор поляризуемости. Соотношения Крамерса-Кронига. Обусловленность этих соотношений учетом принципа причинности в материальном уравнении. Поглощение электромагнитной энергии в среде с дисперсией. Представление поглощаемого тепла, поглощаемого за счет электрической и магнитной поляризаций.</p> <p>Вычисление среднего по времени тепла, поглощаемого за счет электрической поляризации, для периодических полей. Случай полей в виде плоских волн. Поглощение энергии в изотропной негиротропной среде. Нормальные электромагнитные волны в средах. Уравнения Максвелла для случая нормальных волн.</p> <p>Плоские волны. Система уравнений для напряженности электрического поля. Дисперсионное уравнение для нормальных волн. Общая схема решения задач о нормальных электромагнитных волнах в материальных средах. Изотропная негиротропная среда. Структура тензора и нормальные волны.</p> <p>Продольные и поперечные компоненты полей. Продольная и поперечная диэлектрические проницаемости. Продольные и поперечные нормальные волны и дисперсионные уравнения для них. В каком случае в изотропной среде существуют продольные волны. Гиротропная среда со слабой пространственной дисперсией. Вращение плоскости поляризации. Тензор для прозрачной изотропной гиротропной среды со слабой пространственной дисперсией. Нормальные волны. Вращение плоскости поляризации. Излучение нормальных электромагнитных волн заряженной частицей, движущейся в среде с постоянной скоростью.</p>
<p style="text-align: center;">P3</p>	<p style="text-align: center;">Электромагнитные свойства основных типов материальных сред в простейших моделях</p>	<p>Простейшие модели конкретных материальных сред и электромагнитные свойства различных сред. Полярные диэлектрики. Дебаевская теория диэлектрической релаксации. Модельная оценка времени релаксации. Неполарные диэлектрики. Поглощение и аномальная дисперсия. Нормальные ЭМВ в неполярных диэлектриках. Поляритоны. Проводники. Диэлектрическая проницаемость и проводимость.</p>

		<p>) Оптические свойства проводников. Проникновение поля в проводник на различных частотах. Нормальные ЭМВ в проводниках. Проводящая среда в однородном магнитном поле. Нормальный скин-эффект в металлах. Аномальный скин-эффект в металлах. Поверхностные электромагнитные волны. Плазма. Диэлектрическая проницаемость с учетом пространственной дисперсии. Продольные плазменные волны - плазмоны. Сверхпроводники. Эффект Мейсснера и невозможность его объяснения в модели идеального проводника. Уравнение Лондонов. Природа сверхпроводящего состояния. Роль пространственной дисперсии в сверхпроводниках. Высокотемпературные сверхпроводники. Магнетики. Уравнение движения для намагниченности. Магнитный резонанс. Ферромагнетики. Эффективное поле. Магнитная восприимчивость с учетом пространственной дисперсии. Спиновые волны в ферромагнетиках. Перспективы развития электродинамики материальных сред.</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований
			ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений,	З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований

			медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика материальных сред

Электронные ресурсы (издания)

1. Шостак, А. С.; Электродинамика сплошных сред: курс лекций : курс лекций.; ТУСУР, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480468> (Электронное издание)
2. Пейсахович, Ю. Г.; Классическая электродинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436255> (Электронное издание)
3. Коростелев, Ю. С.; Электродинамика – это просто : учебное пособие.; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144048> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Памятных, Е. А.; Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях : Учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 2000 (94 экз.)
2. Туров, Е. А.; Электродинамика. Материальные уравнения : Конспект лекций.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Свердловск; 1973 (2 экз.)
3. Туров, Е. А.; Материальные уравнения электродинамики; Наука, Москва; 1983 (44 экз.)
4. Ландау, Л. Д.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов. Т. 8. Электродинамика сплошных сред; Наука, Москва; 1982 (41 экз.)
5. Силин, В. П.; Электромагнитные свойства плазмы и плазмоподобных сред; Государственное издательство литературы в области атомной науки и техники, Москва; 1961 (1 экз.)
6. Топтыгин, И. Н.; Современная электродинамика Ч. 2. Теория электромагнитных явлений в веществе; Институт Компьютерных Исследований : Регулярная и хаотическая динамика, Москва ; Ижевск; 2005 (2 экз.)
7. Бредов, М. М., Топтыгин, И. Н.; Классическая электродинамика : Учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2003 (26 экз.)
8. Батыгин, В. В., Бредов, М. М.; Сборник задач по электродинамике : учеб. пособие для вузов.; Наука, Москва; 1970 (33 экз.)
9. Рязанов, М. И.; Электродинамика конденсированного вещества : [Учеб. пособие для физ. спец. вузов]; Наука, Москва; 1984 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>

3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электродинамика материальных сред

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Не требуется