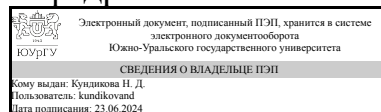


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



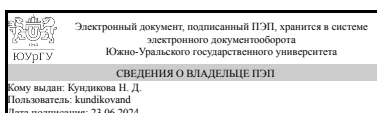
Н. Д. Кундикова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.16 Теория волн
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Оптоинформатика

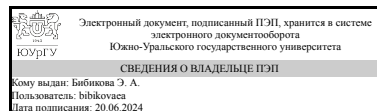
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



Э. А. Бибилова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является воспитание естественнонаучного мировоззрения как основного способа познания окружающего мира. Основные задачи курса: 1. Знакомство с теорией волн. 2. Формирование у студентов естественнонаучной картины мира. 3. Подготовка студентов к освоению специальных дисциплин.

Краткое содержание дисциплины

1. Волны в природе. Волны в однородных средах. Волновое уравнение. Плоские волны. Аналитическое решение волнового уравнения. 2. Уравнения Максвелла. Плоские электромагнитные волны в однородных проводящих средах. Волновое уравнение. Поток энергии. ЗСЭ. Импульс волны. Плоские и сферические волны. Фазовая и групповая скорости света. Эффект Доплера. 3. Метод медленно меняющихся амплитуд. Укороченные уравнения. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. 4. Поляризация. Параметры Стокса. Статистика частично поляризованного излучения. Поляризационная матрица. Сфера Пуанкаре. 5. Волны в диспергирующих анизотропных средах. Пространственная и временная дисперсия. 6. Взаимодействие света с веществом. Классическая теория дисперсии (из уравнения вынужденного колебания электрона в среде с вязкостью). Дисперсия плазмы, металлов, рентгеновского излучения. 7. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера-Ламберта, уширение спектральных линий. Рассеяние Релея (томпсоновское рассеяние), комбинационное рассеяние (эффект Рамана), эффект Комптона, эффект Тиндаля. 8. Волновые импульсы. Распространение волновых импульсов в диспергирующей среде. Закон сохранения энергии. Временные и пространственные солитоны. 9. Рассеяние света в дисперсной среде, уравнение переноса, диффузионное приближение.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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	Знает: уравнения Максвелла; волновое уравнение; методы решения волновых уравнений; волновые импульсы; поляризацию волн; особенности распространения волн в различных средах; методы решения волновых уравнений с различными граничными условиями. Умеет: применять подходы волновой оптики к решению профессиональных практических задач; применять полученные знания теории волн для анализа процессов распространения электромагнитных волн. Имеет практический опыт: решения волновых уравнений при различных граничных условиях; применения полученных знаний для анализа процессов распространения электромагнитных волн.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Функциональный анализ, Безопасность жизнедеятельности, Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике, Физика поверхности, Теория групп, Введение в специальность, Дополнительные главы высшей математики	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Функциональный анализ	<p>Знает: основные концепции функционального анализа: пространство, метрика, норма, топология, скалярное произведение, обобщенная функция, оператор, функционал и т.п.; знать, как представляются конкретные физические процессы и явления в терминах функционального анализа. Умеет: анализировать линейные отображения; вычислять интегралы Лебега; находить экстремумы функционалов; использовать аппарат функционального анализа для анализа электродинамических явлений и процессов и процессов квантовой механики. Имеет практический опыт: использования понятия обобщенной функции (в частности - дельта - функции Дирака) для анализа физических процессов и явлений; спектрального анализа при исследовании операторов квантовой механики.</p>
Безопасность жизнедеятельности	<p>Знает: правовые нормы обеспечивающие безопасность жизнедеятельности на предприятиях, правовые нормы, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, основы безопасности жизнедеятельности Умеет: осуществлять выбор методов повышения устойчивости работы предприятий в условиях чрезвычайных ситуаций, использовать правовые нормы, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, определить круг задач и найти их оптимальное верное</p>

	<p>решение в рамках обеспечения безопасности жизнедеятельности Имеет практический опыт: оказания первой доврачебной помощи, эвакуации из здания, действий в случае пожаров, землетрясений и наводнений, использования правовых нормы, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности, государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, быстрого реагирования в чрезвычайных ситуациях</p>
Физика поверхности	<p>Знает: основные свойства поверхностей и физических явлений на них; методы изучения поверхностей; атомную и электронную структуру; адсорбцию. Умеет: применять полученные знания по физике поверхностей для анализа систем, процессов и методов. Имеет практический опыт: анализа систем и поверхностей; анализа атомной и электронной структуры.</p>
Введение в специальность	<p>Знает: дифракционную теорию оптических инструментов; теорию люминесценции; устройство лазеров на красителях; принципы работы оптических приборов; области и границы применения различных методов исследования и их возможные погрешности. Умеет: критически оценивать применимость различных методик и методов при проведении исследований, используя для этого теоретические знания. Имеет практический опыт:</p>
Теория групп	<p>Знает: определение линейного представления группы, эквивалентных представлений; определение унитарных представлений; теорему об эквивалентности линейного представления конечной группы унитарному представлению; определение инвариантного подпространства представления, приводимого и неприводимого представления. Умеет: находить стандартное представление группы S_n и ее подгрупп; находить регулярное представление групп малых порядков; находить группу характеров циклических групп; находить группу характеров конечных абелевых групп; находить число неприводимых представлений конечных групп малых порядков и степени этих представлений. Имеет практический опыт: нахождения неприводимых представлений и характеров для групп малых порядков.</p>
Дополнительные главы высшей математики	<p>Знает: функцию от матрицы и способах её вычисления; применение функций от матриц в теории дифференциальных уравнений; примеры компактных и некомпактных операторов; элементы теории Рисса-Шаудера и ее применение в теории интегральных уравнений. Умеет: находить функции от матриц и применять их при решении систем линейных</p>

	дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; решать спектральные задачи для интегрального оператора с вырожденным ядром. Имеет практический опыт: нахождения собственных значений и собственных функций для некоторых компактных интегральных операторов.
Цифровые технологии и искусственный интеллект в оптике	Знает: фурье-анализ непрерывных и дискретных функций; основы методов компьютерной оптики. Умеет: раскладывать периодические сигналы в ряды Фурье; моделировать волновые явления. Имеет практический опыт: спектрального анализа непрерывных и дискретных функций; работы с пакетом MATLAB.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 58,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	85,5	85,5	
Самостоятельное решение задачи по теме курса.	35,5	35,5	
Подготовка к экзамену	30	30	
Самостоятельное изучение литературы при подготовке к докладу	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Волны в природе. Упругие волны	10	4	6	0
2	Описание электромагнитных волн.	10	4	6	0
3	Нелинейные оптические эффекты	4	2	2	0
4	Волны в диспергирующих средах.	4	2	2	0
5	Спектральное разложение. Пространственное Фурье Преобразование.	6	4	2	0
6	Спектральный метод решения параболического	3	2	1	0

	уравнения.				
7	Поглощение и рассеяние света	4	2	2	0
8	Волны в анизотропных средах.	3	2	1	0
9	Интерференция и дифракция волн.	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Волны в природе. Волны в однородных средах. Волновое уравнение. Плоские волны. Аналитическое решение волнового уравнения. Стоячие волны. Характеристики гармонической волны. Упругие волны. Отражение и преломление упругих волн на границе сред. Акустический эффект Доплера. Громкость звука. Стоячие упругие волны в стержне и трубе. Скорость упругих волн, распространение волны со сверхзвуковой скоростью	4
2	2	Плоские электромагнитные волны в однородных непроводящих средах. Волновое уравнение.	2
3	2	Поток энергии. ЗСЭ. Импульс волны. Плоские и сферические волны. Фазовая и групповая скорости света. Эффект Доплера для электромагнитных волн.	2
4	3	Волны в нелинейные средах. Фазовый синхронизм. Эффекты нелинейной оптики второго и третьего порядка. Нелинейное волновое уравнение для электромагнитных волн. Пространственные солитоны.	2
5	4	Волны в диспергирующих средах. Пространственная и временная дисперсия. Классическая теория дисперсии. Определение волнового пакета. Распространение волновых импульсов в диспергирующей среде.	2
6	5	Спектральное разложение. Пространственное Фурье Преобразование.	4
7	6	Метод медленно меняющихся амплитуд. Укороченные уравнения. Параболическое приближение. Спектральный метод решения параболического уравнения.	2
8	7	Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера-Ламберта, уширение спектральных линий. Рассеяние Релея (томпсоновское рассеяние), комбинационное рассеяние (эффект Рамана), эффект Комптона, эффект Тиндаля.	2
9	8	Волны в анизотропных средах. Двулучепреломление. Поляризация света. Волновое уравнение для электромагнитных волн в анизотропных средах.	2
10	9	Интерференция волн. Пространственная и временная когерентность. Дифракция волн. Распространение ограниченных волновых пучков. Метод Киргофа.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Волны в природе. Упругие волны.	6
2	2	Описание электромагнитных волн. Волновое уравнение для электромагнитных волн в однородной непроводящей среде. Уравнения Максвелла.	4
3	2	Поток энергии и импульс волны.	2
4	3	Нелинейные оптические эффекты	2
5	4	Волны в диспергирующих средах. Волновые импульсы.	2

6	5	Спектральное разложение.	1
7	5	Пространственное Фурье Преобразование.	1
8	6	Спектральный метод решения параболического уравнения.	1
9	7	Поглощение и рассеяние света.	2
10	8	Электромагнитные волны в анизотропных средах. Поляризация света.	1
11	9	Интерференция и дифракция волн.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Самостоятельное решение задачи по теме курса.	Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71766 — Загл. с экрана. Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика. [Электронный ресурс] / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло, Г.Г. Спирин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/38839 — Загл. с экрана. 1.Сборник задач по общему курсу физики Т. 4 Оптика В 5 т. В. Л. Гинзбург, Л. М. Левин, Д. В. Сивухин и др.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М.: Физматлит: Лань, 2006. - 267, [3] с. ил.	8	35,5
Подготовка к экзамену	Виноградова, М. Б. Теория волн Учеб. пособие. - М.: Наука, 1979. - 383 с. ил. Виноградова, М. Б. Теория волн Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1990. - 432 с. граф. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/683 — Загл. с экрана. Горелик, Г.С. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2167 — Загл. с экрана. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71766 — Загл. с	8	30

	<p>экрана. Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика. [Электронный ресурс] / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло, Г.Г. Спирин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/38839 — Загл. с экрана. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/173 — Загл. с экрана.</p>		
<p>Самостоятельное изучение литературы при подготовке к докладу</p>	<p>Виноградова, М. Б. Теория волн Учеб. пособие. - М.: Наука, 1979. - 383 с. ил. Виноградова, М. Б. Теория волн Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1990. - 432 с. граф. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/683 — Загл. с экрана. Горелик, Г.С. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2167 — Загл. с экрана. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71766 — Загл. с экрана. Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика. [Электронный ресурс] / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло, Г.Г. Спирин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/38839 — Загл. с экрана. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/173 — Загл. с экрана. Научные журналы http://elibrary.ru/ Научные журналы http://link.springer.com/ Научные журналы http://elibrary.ru/ Научные журналы http://ScienceDirect.com/</p>	<p>8</p>	<p>20</p>

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Промежуточная аттестация	экзамен	-	6	Обязательное контрольное мероприятие. Студент отвечает по выбранному билету, содержащему два вопроса. Преподаватель беседует со студентом, при необходимости задает дополнительные вопросы. По 3 балла на каждый вопрос в билете. Ответ на вопрос билета дан без ошибок или ошибки несущественные - 3 балла. Ответ на вопрос билета содержит ошибки - 2 балла. Ответ на вопрос билета неполные и содержат существенные ошибки - 1 балл. Ответ на вопрос не дан или дан не верно 0 баллов.	экзамен
2	8	Текущий контроль	решение задач	0,6	30	Решенные задачи сдаются для проверки в течении семестра. Всего 10 таких заданий в течении семестра. Максимально 3 балла за каждое сданное задание. 3 балла, если правильно решено 100% задач 2 балла, если правильно решено более 50% задач или 100%, но с опозданием. 1 балл, если правильно решено менее 50% задач 0 балла, если задание не предоставлено	экзамен
3	8	Текущий контроль	Доклад	0,4	3	Подготовленный доклад заслушивается на занятии, затем задаются вопросы докладчику, и происходит обсуждение рассматриваемой темы. Время на доклад - 15 минут. Оценивается доклад на 3 балла: 0 - доклад не подготовлен, 1 - в докладе отсутствует основное содержание, 2 - доклад не содержит некоторых существенным пунктов, 3 - доклад сделан на высоком уровне, студент свободно отвечает на вопросы.	экзамен
4	8	Текущий контроль	Опрос по темама курса по билетам	2	3	Ответ на вопросы дан без ошибок или ошибки несущественные - 3 балла. Ответ на вопросы содержит ошибки - 2 балла. Ответ на вопросы неполные и содержат существенные ошибки - 1 балл. Ответ на вопросы не дан или дан не	экзамен

					верно 0 баллов.	
--	--	--	--	--	-----------------	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Обязательное контрольное мероприятие. Студент готовится к ответу по выбранному билету. Преподаватель беседует со студентом, при необходимости задает дополнительные вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-2	Знает: уравнения Максвелла; волновое уравнение; методы решения волновых уравнений; волновые импульсы; поляризацию волн; особенности распространения волн в различных средах; методы решения волновых уравнений с различными граничными условиями.	+	+	+	+
УК-2	Умеет: применять подходы волновой оптики к решению профессиональных практических задач; применять полученные знания теории волн для анализа процессов распространения электромагнитных волн.	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: решения волновых уравнений при различных граничных условиях; применения полученных знаний для анализа процессов распространения электромагнитных волн.	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

- Сборник задач по общему курсу физики Т. 4 Оптика В 5 т. В. Л. Гинзбург, Л. М. Левин, Д. В. Сивухин и др.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М.: Физматлит: Лань, 2006. - 267, [3] с. ил.
- Виноградова, М. Б. Теория волн Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1990. - 432 с. граф.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- Магурин, В.Г. Когерентная оптика. [Электронный ресурс] / В.Г. Магурин, В.А. Тарлыков. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2006. — 122 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/43616> — Загл. с экрана.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Магурин, В.Г. Когерентная оптика. [Электронный ресурс] / В.Г. Магурин, В.А. Тарлыков. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2006. — 122 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/43616> — Загл. с экрана.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/683 — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горелик, Г.С. Колебания и волны. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 656 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2167 — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71766 — Загл. с экрана.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика. [Электронный ресурс] / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло, Г.Г. Спирин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/38839 — Загл. с экрана.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Калитеевский, Н.И. Волновая оптика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/173 — Загл. с экрана.
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Тория волн" http://phys.susu.ru/
7	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Научные журналы http://elibrary.ru/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	507 (16)	мультимедийное оборудование
Лекции	507 (16)	мультимедийное оборудование