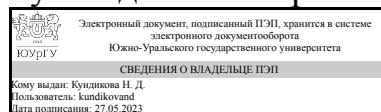


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



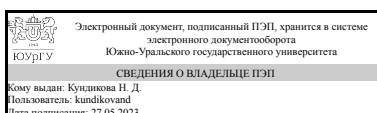
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.23 Теория поля  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

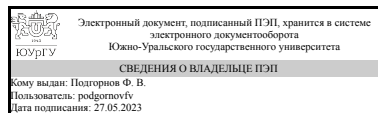
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

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



Н. Д. Кундикова

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



Ф. В. Подгорнов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является воспитание естественнонаучного мировоззрения как основного способа познания окружающего мира. Основные задачи курса: 1. Выполнение образовательного стандарта. 2. Изучение раздела курса теоретической физики теория поля. 3. Формирование у студентов естественнонаучной картины мира. 4. Подготовка студентов к освоению общепрофессиональных и специальных дисциплин.

## Краткое содержание дисциплины

1. Введение. 2. Принцип относительности. 3. Релятивистская механика. 4. Заряд в электромагнитном поле. 5. Уравнения электромагнитного поля. 6. Постоянное электромагнитное поле. 7. Электромагнитные волны. 8. Поле движущихся зарядов. 9. Излучение электромагнитных волн.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	Знает: фундаментальные законы физики, четырехмерный формализм электромагнитной теории. Умеет: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи по основным разделам курса Имеет практический опыт: решения дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные процессы.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.07 Общая физика. Механика, 1.О.10 Общая физика. Оптика, 1.О.22 Теоретическая механика, 1.О.15 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.09 Общая физика. Электричество и магнетизм, 1.О.18 Основы теории вероятности и стохастических процессов, 1.О.13 Математический анализ, 1.О.08 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика, 1.О.14 Дифференциальные уравнения, 1.О.16 Теория функций комплексного переменного, 1.О.17 Вычислительная математика	1.О.25 Статистическая физика, 1.О.12 Общая физика. Макрофизика

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

Дисциплина	Требования
1.О.15 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Знает: основные понятия линейной алгебры: матрицы, системы линейных уравнений, линейные пространства, линейные операторы, и основные свойства этих понятий. Умеет: решать системы линейных уравнений, выполнять действия над матрицами и квадратичными формами. Имеет практический опыт: построения линейных моделей объектов и процессов в виде матричных соотношений, систем линейных уравнений, линейных пространств и линейных операторов
1.О.16 Теория функций комплексного переменного	Знает: основные теоремы курса: Теорема о необходимом и достаточном условии дифференцируемости функции комплексного переменного в точке, Теорема о вычислении интеграла от функции комплексного переменного, Теорема Коши Умеет: решать следующие стандартные задачи: операции над комплексными числами, построение линий и областей на комплексной плоскости, определение и свойства основных элементарных (однозначных и многозначных) функций в комплексной области, проверка регулярности функций Имеет практический опыт: использования основных понятий курса: комплексные числа действия над комплексными числами, области и линии в комплексной плоскости, основные элементарные функции
1.О.14 Дифференциальные уравнения	Знает: основные понятия общей теории дифференциальных уравнений (поле направлений, интегральные кривые, изоклины, начальные условия, задача Коши и др.); теоремы, гарантирующих существование и/или единственность решения задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (теоремы Пикара и Пеано); основные типы дифференциальных уравнений высших порядков, допускающие понижение порядка и методы их решения. Умеет: решать дифференциальные уравнения первого порядка, интегрируемые в квадратурах; решать основные типы уравнений первого порядка, неразрешенные относительно производной; решать уравнения старших порядков понижением порядка. Имеет практический опыт: владеть навыками поиска областей единственности для дифференциальных уравнений, а также поиска особых решений.
1.О.17 Вычислительная математика	Знает: основные понятия и методы вычислительной математики; основные понятия

	<p>и методы решения стандартных задач, использующих аппарат вычислительной математики; приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений; решение систем линейных алгебраических уравнений; интерполирование функций; приближенное решение систем нелинейных уравнений., задачи и методы информатики; Умеет: решать типовые задачи изучаемой дисциплины., применять методы вычислительной математики при решении прикладных задач; Имеет практический опыт: подготовки задач к решению на ЭВМ, разработки приложений с использованием выбранной операционной системы и среды разработки.</p>
1.О.22 Теоретическая механика	<p>Знает: основные положения классической механики Ньютона, связь законов сохранения механики с симметрией пространства и времени, основные понятия механики Гамильтона. Умеет: использовать методы механики Ньютона и Гамильтона для анализа и расчетов динамики процессов в механических системах, использовать оптико-механическую аналогию для анализа квантовомеханических систем Имеет практический опыт: построения качественных и количественных механических моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности</p>
1.О.09 Общая физика. Электричество и магнетизм	<p>Знает: фундаментальные понятия, законы и теории электромагнетизма; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие общей физики., теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов общей физики; численные порядки величин, характерные для различных разделов общей физики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач; понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями общей физики. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по общей физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов с их теоретическими данными., самостоятельной работы с аппаратурой в физической лаборатории; навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления их с теоретическими</p>

	данными.
1.О.13 Математический анализ	<p>Знает: основные свойства пределов последовательности и функций действительного переменного, производной, дифференциала, неопределенного интеграла; свойства функций, непрерывных на отрезке; основные "замечательные пределы", табличные формулы для производных и неопределенных интегралов, формулы дифференцирования, основные разложения элементарных функций по формуле Тейлора; Умеет: записывать высказывания при помощи логических символов; вычислять пределы последовательностей и функций действительного переменного; вычислять производные элементарных функций, раскладывать элементарные функции по формуле Тейлора; применять формулу Тейлора к нахождению главной степенной части при вычислении пределов функций; Имеет практический опыт: навыков владения предметного языка классического математического анализа, применяемого при построении теории пределов; навыков владения аппаратом теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах, аппаратом дифференциального исчисления функций многих переменных, а также аппаратом интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах;</p>
1.О.18 Основы теории вероятности и стохастических процессов	<p>Знает: определения и свойства основных объектов изучения теории вероятностей, а также формулировки наиболее важных утверждений, методы их доказательств, возможные сферы приложений Умеет: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории вероятностей, устанавливать взаимосвязи между вводимыми понятиями Имеет практический опыт: описания и анализа вероятностных моделей; установления взаимосвязей между различными теоретическими понятиями и результатами случайных экспериментов; использования методов точечных и интервальных оценок параметров распределения</p>
1.О.10 Общая физика. Оптика	<p>Знает: теоретические основы, основные понятия, законы и модели оптики; численные порядки величин, характерные для оптики ., теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач оптики. Умеет: понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию;</p>

	<p>пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач оптики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы. Имеет практический опыт: самостоятельной работы в физической лаборатории; культурой постановки и моделирования физических задач оптики., самостоятельной работы с аппаратурой в оптической лаборатории; владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований.</p>
<p>1.О.07 Общая физика. Механика</p>	<p>Знает: фундаментальные понятия, законы и теории механики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие механики., теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач механики. Умеет: формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики., производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач механики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы. Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать новые знания по механике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по механике с их теоретическими данными., владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований.</p>
<p>1.О.08 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика</p>	<p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач термодинамики и молекулярной физики., фундаментальные понятия, законы и теории по Термодинамике и молекулярной физике. Умеет:</p>

	<p>производить численные оценки по порядку величины; использовать возможности методов физических исследований для решения физических задач термодинамики и молекулярной физики; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента; анализировать, систематизировать и оценивать результаты оптических экспериментов; обобщать имеющиеся материалы, формулировать физические законы, анализировать их важность, актуальность, сферы применения; использовать физические законы и теории на практике, решать задачи по данному разделу общей физики. Имеет практический опыт: владеет навыками грамотной обработки результатов лабораторных экспериментов и сопоставления их с теоретическими данными; обобщения и критической оценки результатов экспериментальных исследований, самостоятельно приобретать новые знания по термодинамике и молекулярной физике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по макрофизике с их теоретическими данными.</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<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>	51,5	51,5	
Подготовка к экзамену	21,5	21,5	
Самостоятельное решение задач	13	13	
Проработка теоретического материала	17	17	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
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	Введение	1	1	0	0
2	Принцип относительности	4	2	2	0
3	Релятивистская механика	6	2	4	0
4	Заряд в электромагнитном поле	8	4	4	0
5	Уравнения электромагнитного поля	8	4	4	0
6	Постоянное электромагнитное поле	4	2	2	0
7	Электромагнитные волны	7	3	4	0
8	Поле движущихся зарядов	5	3	2	0
9	Излучение электромагнитных волн	5	3	2	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	1
2	2	Специальная теория относительности	2
3	3	Четырехмерный формализм теории поля	1
4	3	Распад частиц. Упругое рассеяние частиц	1
5	4	Действие для заряда в заданном электромагнитном поле	2
6	4	Движения заряда в электромагнитном поле	2
7	5	Тензор электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для поля	2
8	5	Уравнения Максвелла. Закон сохранения энергии и импульса электромагнитного поля.	2
9	6	Мультипольные потенциалы. Система зарядов во внешнем электрическом поле.	1
10	6	Постоянное магнитное поле. Закон Био и Савара. Теорема Лармора.	1
11	7	Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна.	1
12	7	Четырехмерный волновой вектор. Эффект Доплера.	1
13	7	Запаздывающие потенциалы.	1
14	8	Потенциалы Лиенара-Вихерта.	1
15	8	Поле системы зарядов на большом расстоянии.	2
16	9	Дипольное излучение. Поле излучения на близких расстояниях. Дипольное излучение простейших систем.	1
17	9	Реакция излучения. Ширина излучаемых линий.	1
18	9	Влияние магнитного и электрического полей на излучение (нормальный эффект Зеемана, эффект Штарка).	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Преобразования Лоренца	1
2	2	Преобразование и сложение скоростей.	1
3	3	Четырехмерные векторы. 4-радиус – вектор и 4-векторы скорости и ускорения. Четырехмерные тензоры. Преобразование четырехмерных тензоров.	1
4	3	4-вектор импульса. Преобразование энергии – импульса. 4-вектор силы.	1
5	3	Упругое рассеяние частиц.	2



6	4	4-потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность.	1
7	4	Движение заряда в постоянном однородном электрическом поле. Движение заряда в постоянном однородном магнитном поле.	2
8	4	Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитных полях.	1
9	5	Уравнение движения заряда в электромагнитном поле в четырехмерной форме.	1
10	5	Инварианты электромагнитного поля.	1
11	5	Действие для электромагнитного поля.	1
12	5	Закон сохранения энергии и импульса электромагнитного поля.	1
13	6	Постоянное магнитное поле. Закон Био и Савара.	1
14	6	Магнитный момент. Поле магнитного момента.	1
15	7	Запаздывающие потенциалы.	4
16	8	Поле системы зарядов на большом расстоянии.	2
17	9	Дипольное излучение простейших систем.	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
Подготовка к экзамену	Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 536 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2236">http://e.lanbook.com/book/2236</a>	5	21,5
Самостоятельное решение задач	В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. <a href="http://e.lanbook.com/book/544">http://e.lanbook.com/book/544</a>	5	13
Проработка теоретического материала		5	17

## 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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий	Контрольные	1	20	Практическая контрольная работа	экзамен

		контроль	работы по домашним задачам			проводится на практическом занятии. Контрольное мероприятие содержит 5 контрольных работ, каждая из которых содержит 2 домашние задачи. Каждая контрольная работа оценивается на 4 балла. По 2 балла на каждую задачу в контрольной работе. Приведено верное решение и верный ответ -2 балла. При решении задачи допущены ошибки - 1 балл. Задача решена неверно - 0 баллов. Максимальный балл определяется суммой баллов за все контрольные работы.	
3	5	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	9	Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу из числа решенных на практических занятиях. Общее количество баллов по экзаменационному билету - 9. Каждый теоретический вопрос оценивается на 3 балла. Ответ отсутствует или ответ не содержит правильных фрагментов – 0 баллов. Ответ содержит правильные фрагменты, но студент, в целом, не ориентируется в вопросе – 1 балл. Ответ, в целом, верный, но содержит существенные недостатки – 2 балла. Ответ верный, студент свободно ориентируется в вопросе – 3 балла. Задача оценивается на 3 балла: Решение задачи отсутствует или не содержит необходимых формул – 0 баллов. Решение задачи содержит необходимые исходные формулы, но нет окончательной – 1 балл, Выведена окончательная формула, но расчёты выполнены с ошибками или они отсутствуют – 2 балла. Задача решена верно – 3 балла.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен является обязательным контрольным мероприятием промежуточной аттестации. Студент получает билет, содержащий два теоретических вопроса и одну задачу из числа решенных на практических занятиях.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	3
ОПК-1	Знает: фундаментальные законы физики, четырехмерный формализм	+	+

	электромагнитной теории.		
ОПК-1	Умеет: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи по основным разделам курса	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: решения дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитные процессы.	+	+

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:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студента по курсу «Теория поля»

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студента по курсу «Теория поля»

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. <a href="http://e.lanbook.com/book/544">http://e.lanbook.com/book/544</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 536 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2236">http://e.lanbook.com/book/2236</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Попов, Д. Е. Специальная и общая теория относительности: истоки, рождение, развитие. Избранные сюжеты : монография / Д. Е. Попов. — Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. — 276 с. — ISBN 978-5-8285-1138-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/177625">https://e.lanbook.com/book/177625</a> (дата обращения: 09.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	305 (16)	Персональный компьютер, проектор