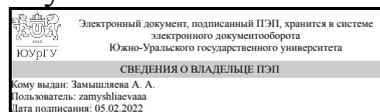


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



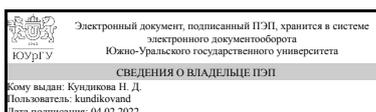
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Теория поля  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

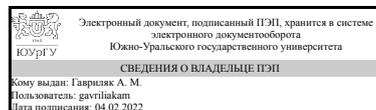
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

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



Н. Д. Кундикова

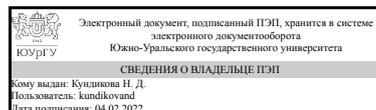
Разработчик программы,  
ассистент



А. М. Гавриляк

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

## 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.06 Общая физика. Механика, 1.О.09 Общая физика. Оптика, 1.О.12 Математический анализ, 1.О.16 Вычислительная математика, 1.О.15 Теория функций комплексного переменного, 1.О.17 Основы теории вероятности и стохастических процессов, 1.О.08 Общая физика. Электричество и магнетизм, 1.О.21 Теоретическая механика, 1.О.13 Дифференциальные уравнения, 1.О.14 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 1.О.07 Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика	1.О.24 Статистическая физика, 1.О.11 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.12 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.16 Вычислительная математика	<p>Знает: задачи и методы информатики; , основные понятия и методы вычислительной математики; основные понятия 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. Умеет: применять методы вычислительной математики при решении прикладных задач; решать типовые задачи изучаемой дисциплины. Имеет практический опыт: разработки приложений с использованием выбранной операционной системы и среды разработки., подготовки задач к решению на ЭВМ</p>
1.О.08 Общая физика. Электричество и	Знает: фундаментальные понятия, законы и

<p>магнетизм</p>	<p>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 данными.</p>
<p>1.О.07 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: 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</p>

	теоретическими данными.
1.О.06 Общая физика. Механика	<p>Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач механики., фундаментальные понятия, законы и теории механики; основные физические эксперименты, повлиявшие на развитие механики. Умеет: 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., 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 механике; сопоставления результатов лабораторных экспериментов по механике с их теоретическими данными.</p>
1.О.21 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.17 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</p>

	методов точечных и интервальных оценок параметров распределения
1.О.13 Дифференциальные уравнения	Знает: основные понятия общей теории дифференциальных уравнений (поле направлений, интегральные кривые, изоклины, начальные условия, задача Коши и др.); теоремы, гарантирующие 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.14 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.15 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.09 Общая физика. Оптика	Знает: теоретические основы физических методов исследования; экспериментальные методы и средства для анализа и решения задач оптики., теоретические основы, основные понятия, законы и модели оптики; численные порядки величин, характерные для оптики .

	<p>Умеет: 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., понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики. Имеет практический опыт: 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., самостоятельной работы в физической лаборатории; культурой постановки и моделирования физических задач оптики.</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
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
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

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
---	----------------------------------	---

раздела		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. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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. Оценочные материалы

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.	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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