

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



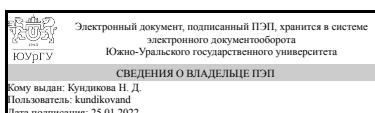
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.05 Теория поля
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладные математика и физика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Оптоинформатика

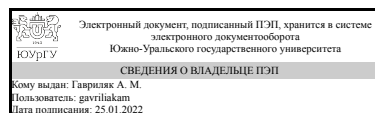
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 06.03.2015 № 158

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



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,
ассистент



А. М. Гавриляк

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 (ЗУНы) |
|---|---|
| ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов | Знать: четырехмерный формализм электромагнитной теории. |
| | Уметь: использовать полученные знания для решения различного рода задач электромагнитной теории |
| | Владеть: навыками теоретических расчетов |
| ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности | Знать: фундаментальные законы физики |
| | Уметь: выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах, решать типовые задачи по основным разделам курса |
| | Владеть: методами 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 |
|---|---|
| Нет | ДВ.1.05.02 Электродинамика сплошных сред, ДВ.1.05.01 Теория волн |

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| 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> | 60 | 60 | |
| Самостоятельное решение задач | 16 | 16 | |
| Проработка теоретического материала | 17 | 17 | |
| Подготовка к экзамену | 27 | 27 | |
| Вид итогового 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 | | |
|-------------------------------------|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Проработка теоретического материала | Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 536 с. — | 17 |

| | | |
|-------------------------------|---|----|
| | Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2236 (Главы 1-6, 8) | |
| 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: http://e.lanbook.com/book/2236 (Главы 1-6, 8) | 27 |
| Самостоятельное решение задач | Батыгин, В.В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. [Электронный ресурс] / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 480 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/544 (Главы 1-7) | 16 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|--------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|
| Численные исследования решений задач | Практические занятия и семинары | Проводится численное исследование полученных аналитических решений с целью установления зависимости физического результата от начальных условий задачи. | 10 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|---|--|------------|
| Все разделы | ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности | Контрольные работы по домашним задачам | 1-5 |
| Все разделы | ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа | Контрольные работы по теоретическому | 1-5 |

| | | | |
|-------------|---|---|-------------------------------|
| | систем, процессов и методов | материалу - лекционная контрольная работа | |
| Все разделы | ОПК-2 способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности | экзамен | экзаменационные вопросы 1-20 |
| Все разделы | ОПК-4 способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов | экзамен | экзаменационные вопросы 21-43 |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|--|--|---|
| Контрольные работы по домашним задачам | Практическая контрольная работа проводится на практическом занятии. Контрольная работа содержит 5 вариантов, каждый из которых содержит 2 домашние задачи. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 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. Вес контрольной работы - 1. | Отлично: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 85% Хорошо: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 75% Удовлетворительно: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 60% Неудовлетворительно: Рейтинг обучающегося за работу менее 60% |
| Контрольные работы по теоретическому материалу - лекционная контрольная работа | Лекционная контрольная работа проводится с целью проверки знаний студентов по теоретическому материалу, вынесенные на самостоятельное изучение. Лекционная контрольная работа проводится на лекции, содержит 5 вопросов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Работа оценивается на 5 баллов. Даны правильные ответы на все 5 вопросов - 5 баллов. Даны правильные ответы на 4 вопроса - 4 балла. Даны правильные ответы на 3 вопроса - 3 балла. Даны правильные ответы на 2 вопроса - 2 балла. Дан правильный ответ на 1 вопрос - 1 балл. Не дано ни одного правильного ответа - 0 баллов. Вес контрольной работы - 1. | Отлично: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 85% Хорошо: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 75% Удовлетворительно: Рейтинг обучающегося за работу равен или более 60% Неудовлетворительно: Рейтинг обучающегося за работу менее 60% |
| экзамен | Экзамен является обязательным контрольным мероприятием промежуточной аттестации. При оценивании результатов промежуточной аттестации используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной | Отлично: Рейтинг обучающегося по дисциплине равен или более 85% Хорошо: Рейтинг |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Студент получает билет, содержащий 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.</p> | <p>обучающегося по дисциплине равен или более 75% Удовлетворительно: Рейтинг обучающегося по дисциплине равен или более 60% Неудовлетворительно: Рейтинг обучающегося по дисциплине менее 60%.</p> |
|--|--|--|

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--|--|
| Контрольные работы по домашним задачам | <p>Контрольная работа 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Система K' движется относительно системы K со скоростью v. Доказать, что при сравнении хода часов в системах K и K' всегда будут отставать те часы в одной из систем отсчета, показания которых последовательно сравниваются с показаниями двух часов в другой системе отсчета. 2. Система K' движется относительно системы K со скоростью v. Получить формулы для преобразования скоростей из системы K' в систему K, и наоборот. <p>Контрольная работа 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вывести формулы преобразований Лоренца из K' в K для произвольного направления скорости относительного движения систем. 2. Вывести формулы сложения скоростей для случая, когда скорость системы K' относительно K имеет произвольное направление. <p>Контрольная работа 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пучок света в некоторой системе отсчета образует телесный угол Ω. Как изменится телесный угол при переходе к другой инерциальной системе отсчета. 2. Показать, что метрический тензор g_{ik} имеет одинаковый вид во всех системах отсчета. <p>Контрольная работа 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Найти закон движения заряда в постоянном однородном электрическом поле. 2. Найти закон движения заряда в постоянном однородном магнитном поле. <p>Контрольная работа 5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бесконечно длинный цилиндр равномерно заряжен с линейной плотностью f. Вдоль цилиндра течет ток I. Найти систему отсчета, в |

| | |
|---|--|
| | <p>которой существует только электрическое поле или только магнитное поле.</p> <p>2. Электрический диполь с моментом d в системе покоя равномерно движется со скоростью V. Найти создаваемое им электромагнитное поле.</p> |
| <p>Контрольные работы по теоретическому материалу - лекционная контрольная работа</p> | <p>Лекционная к.р.1</p> <ol style="list-style-type: none"> Преобразования Лоренца. Следствия преобразований Лоренца. Преобразование и сложение скоростей. Четырехмерные векторы. 4 радиус – вектор и 4 векторы скорости и ускорения. Четырехмерные тензоры. Преобразование четырехмерных тензоров. 4 вектор импульса. Преобразование энергии – импульса. 4 вектор силы. <p>Лекционная к.р.2</p> <ol style="list-style-type: none"> 4 потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность Действие для заряда в заданном электромагнитном поле. Функция Лагранжа и функция Гамильтона для заряда в электромагнитном поле. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле. Движение заряда в постоянном однородном электрическом поле. <p>Лекционная к.р.3.</p> <ol style="list-style-type: none"> Инварианты электромагнитного поля. Действие для электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Закон сохранения энергии и импульса электромагнитного поля. Поле равномерно движущегося заряда. <p>Лекционная к.р.4</p> <ol style="list-style-type: none"> Дипольный момент. Поле диполя. Квадрупольный момент. Мультипольные потенциалы. Система зарядов во внешнем электрическом поле. Постоянное магнитное поле. Закон Био и Савара. Магнитный момент. Поле магнитного момента. <p>Лекционная к.р.5</p> <ol style="list-style-type: none"> Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Четырехмерный волновой вектор. Эффект Доплера. Запаздывающие потенциалы. Поле системы зарядов на большом расстоянии. |
| <p>экзамен</p> | <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ по курсу "Теория поля"</p> <ol style="list-style-type: none"> Специальная теория относительности. Принцип относительности. Интервал. Преобразования Лоренца. Собственное время. Следствия преобразований Лоренца. Преобразование и сложение скоростей. Четырехмерные векторы. 4 радиус – вектор и 4 векторы скорости и ускорения. Четырехмерные тензоры. Преобразование четырехмерных тензоров. 4 вектор импульса. Преобразование энергии – импульса. 4 вектор силы. Распад частиц. Упругое рассеяние частиц. 4 потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность Действие для заряда в заданном электромагнитном поле. Функция Лагранжа и функция Гамильтона для заряда в |

| | |
|--|---|
| | <p>электромагнитном поле.</p> <p>12. Уравнение Гамильтона – Якоби для заряда в электромагнитном поле.</p> <p>13. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле.</p> <p>14. Движение заряда в постоянном однородном электрическом поле.</p> <p>15. Движение заряда в постоянном однородном магнитном поле. Адиабатический инвариант.</p> <p>16. Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитных полях.</p> <p>17. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле в четырехмерной форме.</p> <p>18. Тензор электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для поля.</p> <p>19. Инварианты электромагнитного поля.</p> <p>20. Действие для электромагнитного поля.</p> <p>21. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности.</p> <p>22. Из тензора электромагнитного поля получить первую пару уравнений Максвелла.</p> <p>23. Из принципа наименьшего действия получить вторую пару уравнений Максвелла.</p> <p>24. Закон сохранения энергии и импульса электромагнитного поля.</p> <p>25. Поле равномерно движущегося заряда.</p> <p>26. Дипольный момент. Поле диполя.</p> <p>27. Квадрупольный момент. Мультипольные потенциалы.</p> <p>28. Система зарядов во внешнем электрическом поле.</p> <p>29. Постоянное магнитное поле. Закон Био и Савара.</p> <p>30. Магнитный момент. Поле магнитного момента.</p> <p>31. Теорема Лармора.</p> <p>32. Волновое уравнение.</p> <p>33. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна.</p> <p>34. Четырехмерный волновой вектор. Эффект Доплера.</p> <p>35. Запаздывающие потенциалы.</p> <p>36. Потенциалы Лиенара-Вихерта.</p> <p>37. Поле системы зарядов на большом расстоянии.</p> <p>38. Дипольное излучение.</p> <p>39. Поле излучения на близких расстояниях.</p> <p>40. Дипольное излучение простейших систем: а) заряд во внешнем однородном магнитном поле; б) заряд, колеблющийся по гармоническому закону; в) замкнутая система частиц с одинаковым отношением заряда к массе.</p> <p>41. Реакция излучения.</p> <p>42. Ширина излучаемых линий.</p> <p>43. Влияние магнитного поля на излучение (нормальный эффект Зеемана).</p> |
|--|---|

8. 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. http://e.lanbook.com/book/544 |
| 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: http://e.lanbook.com/book/2236 |
| 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: https://e.lanbook.com/book/177625 (дата обращения: 09.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

