

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ПОЛЯ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг  
[2] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/В<br>СРС, час. | КСР, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 5       | 4                      | 144                        | 48           | 32                        | 0                        |                                                      | 28        | 0         | Э                                        |
| Итого   | 4                      | 144                        | 48           | 32                        | 0                        | 0                                                    | 28        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Курс "Теория поля" является частью фундаментального цикла основных разделов теоретической физики, изучаемых в бакалавриате. Курс построен на основе классического учебника Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица и включает изложение теории классического электромагнитного поля. Полная, логически связанная теория электромагнитного поля включает в себя специальную теорию относительности, поэтому последняя взята в качестве основы изложения. Уровень и объем материала рассчитаны на подготовку специалистов, занимающихся исследовательской работой в современной экспериментальной и теоретической физике.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса классической электродинамики (теории поля) является ознакомление студентов с основными понятиями и принципами теории классического электромагнитного поля и ее математическим аппаратом. Освоив аппарат классической теории поля, студенты будут способны применять его к исследованию электромагнитных явлений в вакууме. Овладение курсом классической электродинамики в предлагаемом объеме необходимо для изучения всех последующих курсов теоретической физики, включая квантовую механику, квантовую электродинамику, электродинамику сплошных сред и общей теории относительности.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предлагаемый учебно-методический комплекс по классической электродинамике предназначен для студентов специальностей Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ. Курс односеместровый.

Знания, полученные при изучении курса классической электродинамики, необходимы студентам для освоения последующих курсов теоретической физики: квантовой механики, статистической физики, релятивистской квантовой механики, теоретической физики твердого тела, макроскопической электродинамики. Кроме того, знание классической электродинамики совершенно необходимо при освоении многих специализированных дисциплин по теоретической и экспериментальной физике, изучаемых студентами старших курсов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы | З-ОПК-1 [1] – Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, |

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                | теоретического и экспериментального исследования<br>У-ОПК-1 [1] – Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат<br>В-ОПК-1 [1] – Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов                                                                                                                                                                                                      |
| УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования<br>У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи<br>В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

|                             |                         |                                    |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|       | <i>5 Семестр</i>                        |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                 |
| 1     | Основы специальной                      | 1-8    | 24/16/0                                                |                                           | 25                            | КИ-8                                |                                 |

|   |                                                                                                                                    |      |         |  |    |       |  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|--|----|-------|--|
|   | теории относительности. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле.. Уравнения Максвелла. Постоянное электромагнитное поле. |      |         |  |    |       |  |
| 2 | Плоские электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн. Тензор энергии-импульса.                                          | 9-16 | 24/16/0 |  | 25 | КИ-16 |  |
|   | <i>Итого за 5 Семестр</i>                                                                                                          |      | 48/32/0 |  | 50 |       |  |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>                                                                                        |      |         |  | 50 |       |  |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| Э           | Экзамен             |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|        | <i>5 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 48                     | 32             | 0          |
| 1-8    | <b>Основы специальной теории относительности. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле.. Уравнения Максвелла. Постоянное электромагнитное поле.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 24                     | 16             | 0          |
| 1      | <b>Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Сокращение масштабов, замедление времени. Сложение скоростей. Аберрация.</b><br>Знакомство с основами Специальной теории относительности Эйнштейна, в том числе с преобразованием Лоренца. Рассматриваются такие эффекты СТО, как лоренцево сокращение и замедление. Галилеево преобразование скоростей при переходе в новую инерциальную систему отсчёта обобщается на случай релятивистской механики с помощью | Всего аудиторных часов |                |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                      | 2              |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                |            |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |                |            |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--|
|   | преобразований Лоренца. Рассматривается релятивистский эффект - абберация.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |   |  |
| 2 | <b>Интервал между событиями. Световой конус. Собственное время. Геометрическая интерпретация преобразования Лоренца. Четырёхмерные векторы, тензоры. Четырёхмерные скорость и ускорение.</b><br>Вводится понятие интервала, обсуждается его геометрический и физический смысл. Показывается важное свойство квадрата интервала - его инвариантность относительно преобразований системы координат. Рассматривается двумерная диаграмма как способ наглядного представления точек-событий и их мировых линий. Вводится понятие собственного времени. Развивается математический аппарат четырёх-векторов и тензорного исчисления, необходимый для понимания курса и решения задач.                | Всего аудиторных часов |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                      | 2 |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |
| 3 | <b>Действие и функция Лагранжа свободной частицы в теории относительности. Энергия, импульс, момент импульса. 4-импульс. Кинематика распадов и столкновений.</b><br>Объясняются принципы построения лагранжиана физических систем на примере свободной релятивистской частицы. Вводятся понятие 4-импульса, объединяющее в себе полную энергию и трёхмерный импульс. Изучается метод диаграммного представления процессов распада и столкновения частиц в СТО.                                                                                                                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                      | 2 |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |
| 4 | <b>Заряд в электромагнитном поле. Четырёхмерный потенциал поля. Функция Лагранжа, обобщенный импульс и функция Гамильтона. Уравнение движения заряда. Напряженности электрического и магнитного полей.</b><br>Исследуется задача о движении заряженной частицы в электромагнитном поле. На её примере демонстрируется объединение скалярного и векторного потенциалов в единый 4-потенциал. Строится функция Лагранжа рассматриваемой физической системы, её обобщенный импульс и функция Гамильтона. Выводится уравнение движения заряда. Особое внимание уделяется понятиям напряжённости электрического и магнитного полей, получаемых из скалярного и векторного потенциалов соответственно. | Всего аудиторных часов |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                      | 2 |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |
| 5 | <b>Тензор электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля.</b><br>Вводится важное понятие теории поля - тензор электромагнитного поля, или тензор напряжённостей. Компонентами тензора являются проекции векторов напряжённостей электрического и магнитного полей на соответствующие координатные оси. Демонстрируется свойства инвариантности напряжённости электромагнитного поля относительно группы калибровочных преобразований. Особое внимание                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                      | 2 |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|      | уделяется преобразованию Лоренца для поля, на основании которого получаются инварианты поля относительно этого преобразования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |    |   |
| 6    | <b>Плотность заряда, плотность тока. Уравнение непрерывности. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Плотность энергии и плотность потока энергии.</b><br>Вводятся понятие плотности заряда и плотности трёхмерного тока, которые можно естественным образом объединить в вектор 4-тока. В терминах плотностей заряда и тока записывается уравнение непрерывности и действия электромагнитного поля. Проводится вывод уравнений Максвелла путём варьирования действия. Отдельно рассматриваются такие характеристики электромагнитного поля, как плотность энергии и плотность потока энергии.                                                                            | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                      | 2  |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |
| 7    | <b>Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Уравнение Пуассона и его решение. Энергия электростатического поля. Поле на больших расстояниях от системы зарядов. Дипольный и квадрупольный моменты.</b><br>Изучаются конкретные примеры применения уравнений Максвелла к описанию электромагнитных полей. Особое внимание уделяется задаче о постоянном электрическом поле, в рамках которой выводится известный закон Кулона. Выводится уравнение Пуассона как частный случай уравнений Максвелла. Отдельно рассматривается задача об определении электрического поля на больших расстояниях от системы зарядов, в рамках которой вводятся понятия дипольного и квадрупольного моментов. | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                      | 2  |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |
| 8    | <b>Постоянное магнитное поле. Закон Био-Савара. Магнитное поле на больших расстояниях от системы токов. Магнитный момент.</b><br>Рассматривается задача о постоянном магнитном поле, в рамках которой выводится закон Био-Савара-Лапласа. Особое внимание уделяется задаче об определении магнитного поля на больших расстояниях от системы токов, в рамках которой вводятся понятия магнитного момента.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                      | 2  |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |
| 9-16 | <b>Плоские электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн. Тензор энергии-импульса.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 24                     | 16 | 0 |
| 9    | <b>Уравнения для потенциалов. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Поляризация.</b><br>Вводятся понятия скалярного и векторного потенциалов для определения напряжённостей соответствующих полей. Уравнения для нахождения потенциалов выводятся как следствие уравнений Максвелла. Рассматривается свойство калибровочной инвариантности, а также различные калибровки потенциалов. Изучаются важные решения уравнений для потенциалов: электромагнитные волны и, в частности, плоские и монохроматические плоские волны, для которых возможно введение понятия поляризации.                                                                                 | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                      | 2  |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--|
| 10      | <b>Запаздывающие потенциалы. Их асимптотика на больших расстояниях Волновая зона. Излучение электромагнитных волн. Интенсивность излучения.</b><br>Рассматриваются уравнения для потенциалов в калибровке Лоренца, проводится решение методом функции Грина. С помощью преобразования Фурье выводится запаздывающая функция Грина, порождающая полные решения для так называемых запаздывающих потенциалов. Проводится анализ свойств и асимптотического поведения полученных зависимостей. Вводится понятие волновой зоны и интенсивности излучения. Рассматривается явление излучения электромагнитных волн. | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                      | 2 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
| 11      | <b>Дипольное излучение. Квадрупольное и магнито-дипольное излучение. Спектральное распределение интенсивности излучения.</b><br>Рассматривается поведение запаздывающих потенциалов на больших расстояниях от системы зарядов и токов. С помощью метода Фурье проводится спектральное разложение запаздывающих потенциалов и порождаемых ими характеристик электромагнитного поля и излучения, в том числе интенсивности излучения.                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                      | 2 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
| 12      | <b>Сила радиационного трения в нерелятивистском случае. Условия применимости классической электродинамики. Рассеяние электромагнитных волн.</b><br>Рассматривается явление торможения излучением, выводится выражение для силы радиационного трения. Проводится анализ условий применимости полученных результатов, определяется классический радиус электрона. Рассматривается задача о рассеянии электромагнитных волн, вводится угловое распределение рассеянной энергии.                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                      | 2 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
| 13      | <b>Интенсивность излучения быстро движущегося заряда. Сила радиационного трения в ультрарелятивистском случае.</b><br>Рассматривается релятивистское обобщение полученных ранее результатов: для интенсивности быстро движущегося заряда и потерь энергии на излучение релятивистской частицей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                      | 2 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
| 14      | <b>Потенциалы Лиенара-Вихерта и их асимптотика на больших расстояниях. Угловое распределение излучения релятивистской частицы. Излучение малых частот при столкновениях.</b><br>На основе известного решения для запаздывающих потенциалов строятся потенциалы Лиенара-Вихерта, рассматривается их асимптотика на больших расстояниях от системы зарядов и токов. Строится угловое распределение излучения нерелятивистской и релятивистской частиц. Рассматриваются особенности излучения малых частот при столкновениях заряженных частиц.                                                                   | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                      | 4 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |  |
| 15 - 16 | <b>Тензор энергии-импульса электромагнитного поля и системы точечных частиц. Гамильтонова формулировка электродинамики. Разложение</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Всего аудиторных часов |   |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                      | 2 |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p><b>поперечного поля по плоским волнам. Разложение функции Гамильтона на осц</b></p> <p>Записывается тензор энергии-импульса системы точечных частиц как первый шаг к введению в рассмотрение квантовых эффектов в теории поля. Даются основы гамильтоновой формулировки электродинамики. В рамках этого подхода проводится разложение поперечного поля по плоским волнам и разложение функции Гамильтона на осцилляторы.</p> |  |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе классической электродинамики используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия с разбором задач и примеров, текущие домашние задания и большие домашние задания.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения |
|-------------|---------------------|
|-------------|---------------------|

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.                                     |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                                                         |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 65-69        | 3 – «удовлетворительно»       | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                        |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ниже 60      | 2 – «неудовлетворительно»     | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

Оценочные средства приведены в Приложении.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 530 Л22 Теоретическая физика Т.2 Теория поля, , Москва: Наука, 1988
2. 537 А47 Сборник задач по классической электродинамике : учебное пособие, А. И. Алексеев , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008
3. 537 Р38 Общие принципы классической электродинамики : учебное пособие для вечернего факультета, В. С. Ремизович, В. В. Маринюк, Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ Р38 Общие принципы классической электродинамики : учебное пособие для вечернего факультета, В. С. Ремизович, В. В. Маринюк, Москва: МИФИ, 2008

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 530 Л22 Теоретическая физика Т.2 Теория поля, , Москва: Физматлит, 2006
2. 53 Р38 Математический практикум по физике : учеб. пособие для вузов, В. С. Ремизович, Москва: МИФИ, 2007
3. 537.5 Д40 Классическая электродинамика : , Д. Джексон, Москва: Мир, 1965

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

#### Автор(ы):

Маринюк Виталий Владиславович, к.ф.-м.н., доцент